การพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับตรวจสอบรายละเอียดของแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์ในโครงการก่อสร้างอาคารสูง

นางสาวสิรีธร นะมะมุติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE-BASED SYSTEM FOR CHECKING INCOMPLETE DRAWINGS AND SPECIFICATIONS IN HIGH-RISE BUILDING PROJECTS

Miss Sireethorn Namamuti

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับตรวจสอบรายละเอียดของแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์ในโครงการก่อสร้างอาคารสูง
โดย	นางสาวสิรีธร นะมะมุติ
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. แหลมทอง เหล่าคงถาวร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สิรีธร นะมะมุติ : การพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับตรวจสอบรายละเอียดของแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์ในโครงการก่อสร้างอาคารสูง (DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE-BASED SYSTEM FOR CHECKING INCOMPLETE DRAWINGS AND SPECIFICATIONS IN HIGH-RISE BUILDING PROJECTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. วัชระ เพียรสุภาพ, 255 หน้า.

การออกแบบที่ผิดพลาดส่งผลกระทบต่อโครงการในหลายด้าน เช่น ต้นทุน, ระยะเวลา, คุณภาพ และความปลอดภัย โดยเฉพาะโครงการก่อสร้างอาคารสูงที่มีความซับซ้อนอาจพบปัญหาการขาดรายละเอียดของแบบรูปและรายการประกอบแบบจากความผิดพลาดของมนุษย์ งานวิจัยในอดีตพยายามเสนอการลดข้อผิดพลาดโดยเน้นกรณีศึกษาของการออกแบบไม่สมบูรณ์ที่เคยเกิดขึ้นในโครงการ แต่ยังขาดการพัฒนาระบบเพื่อป้องกันการเกิดความผิดพลาด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุในเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์ และพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับสนับสนุนการตรวจสอบเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์ของผู้ออกแบบ งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาและเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การสำรวจจากแบบสอบถามเกี่ยวกับสาเหตุเรื่องแบบรูปและรายการประกอบแบบผิดพลาด และการสัมภาษณ์สาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์เพื่อนำมาพัฒนาระบบฐานความรู้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1 พบว่าเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์เป็นรูปแบบที่พบมาก และช่วงระหว่างการก่อสร้างโครงการยังพบการปรับปรุงและแก้ไขเอกสารการออกแบบจำนวนมาก ซึ่งคำแนะนำของผู้ตอบแบบสอบถามสำหรับการแก้ปัญหาการออกแบบผิดพลาดคือการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดจากกรณีศึกษาในโครงการก่อสร้างที่ผ่านมา และการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในการทำงานก่อสร้างเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความผิดพลาด รวมถึงการหาแนวทางป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด ผลการสัมภาษณ์ส่วนที่ 2 เรื่องการออกแบบไม่สมบูรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพงานในโครงการก่อสร้างอาคารสูงพบว่า สาเหตุเกิดจากแบบรูปขาดรายละเอียดต่างๆของวัสดุ และรายการประกอบแบบขาดรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน ขั้นตอนสุดท้ายคือการสร้างระบบฐานความรู้จากแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ โดยแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจถูกพัฒนาจากข้อมูลกรณีศึกษาการออกแบบไม่สมบูรณ์ที่ส่งผลกระทบด้านคุณภาพจากการสัมภาษณ์ หลังจากนั้นนำแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจมาประเมินค่าความน่าเชื่อถือและความถูกต้อง ซึ่งแผนภาพที่ผ่านเกณฑ์จะถูกนำมาพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับตรวจสอบแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งระบบนี้สามารถสนับสนุนผู้ออกแบบที่ขาดประสบการณ์เพื่อลดข้อผิดพลาดในการออกแบบ

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5870311821 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS: DESIGN ERRORS / INCOMPLETE DESIGN / KNOWLEDGE-BASED SYSTEM / HIGH-RISE BUILDING

SIREETHORN NAMAMUTI: DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE-BASED SYSTEM FOR CHECKING INCOMPLETE DRAWINGS AND SPECIFICATIONS IN HIGH-RISE BUILDING PROJECTS. ADVISOR: ASST. PROF. VACHARA PEANSUPAP, Ph.D., 255 pp.

Design errors could impact cost, schedule, quality, and safety of construction project, especially in high-rise building project. Drawings and specifications of this type of building are too complex so that designer may miss some work details. Previous researches on incomplete design problems mainly focused on case study in construction project. However, the researches still lack of checking system for detecting any incomplete design problems. This research aims to analyze causes and problems of incomplete design aspect and to develop the knowledge-based system for checking incomplete design in design documents. This research is divided data collection into two parts. The first part is survey questionnaire about causes of design errors. The second part is expert interview about causes and effects from case studies of incomplete design, which was benefit for developing knowledge-based system. The result from the first part found that incomplete design is one of the main causes of design error in construction project. Moreover, designers still edited and improved design documents during construction phase which lead to design errors. In addition, experts who participated in this questionnaire advise to analyze mistakes in previous project, interview experts who have experience in construction field, and examine the best way to preventing design error. For the second part, the interview topic focused on incomplete design issues that have impact on the quality of construction work. The result found that causes of incomplete design are missing detail of material in construction drawings and missing details of construction method in specifications. Finally, the decision tree is developed from interview case studies of incomplete design that impact on quality. Then experts determined for reliability and accuracy of all decision trees. The decision trees that pass rating scale criteria will be used for developing knowledge-based system for checking incomplete drawings and specifications. As a result, this knowledge-based system can support inexperienced designers to avoid the design errors problem.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Civil Engineering Student's Signature .....

Field of Study: Civil Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นผู้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง, รองศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว และ รองศาสตราจารย์ ดร.แหลมทอง เหล่าคงถาวร ที่ให้คำแนะนำต่างๆ รวมถึงการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์ทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าในการทำงานของท่านเพื่อให้สัมภาษณ์และตอบแบบสอบถาม อีกทั้งให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาวธัญวรินทร์ พิศาลปรีชาธรรม เพื่อนสมัยมัธยมศึกษาของผู้วิจัย ที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆในด้านโปรแกรม และสละเวลาเพื่อสอนการใช้งานโปรแกรมเบื้องต้นให้แก่ผู้วิจัย จนกระทั่งโปรแกรมสามารถแสดงผลตามที่คาดหวัง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา, มารดา, พี่สาวทั้ง 2 ท่าน และพี่ชายของข้าพเจ้าที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในทุกๆด้าน อีกทั้งให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดการศึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญรูป ..... ฏ
สารบัญตาราง ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ปัญหาของการศึกษา 2
1.3 วัตถุประสงค์ 4
1.4 ขอบเขตในการศึกษา 4
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 4
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 การออกแบบสำหรับงานก่อสร้าง 6
2.1.1 ขั้นตอนการออกแบบในโครงการก่อสร้าง 6
2.1.1.1 ขั้นตอนการออกแบบแนวคิด (Conceptual design) 6
2.1.1.2 ขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น (Preliminary design) 9
2.1.1.3 ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด (Detail design) 9
2.1.2 เอกสารการออกแบบ (Design Document) 12
2.1.2.1 ประเภทของแบบรูป (Drawing) 12
2.1.2.2 รายการประกอบแบบ (Specification) 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาด 16
2.3 ผลกระทบจากปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาด 22
2.3.1 ผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย 22
2.3.2 ผลกระทบด้านเวลา 23
2.3.3 ผลกระทบด้านความปลอดภัย 24
2.4 การลดปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาด 25
2.5 ข้อผิดพลาดในเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ 34
2.6 ข้อจำกัดของงานวิจัยที่ผ่านมา 36
2.7 กรอบการศึกษา 37
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 39
3.1 ลักษณะของงานวิจัย 39
3.1.1 งานวิจัยเชิงสำรวจ (Exploratory research) 39
3.1.2 งานวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied research) 39
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 40
3.3 สาเหตุเรื่องแบบรูปและรายการประกอบแบบผิดพลาดในประเทศไทย 43
3.3.1 กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล 43
3.3.2 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล 44
3.4 การเก็บข้อมูลสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์รอบที่ 1 44
3.4.1 กลุ่มตัวอย่างและขอบเขตในการเก็บข้อมูล 44
3.4.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างการสัมภาษณ์รอบที่ 1 45
3.4.3 เครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูลรอบที่ 1 45
3.5 การวิเคราะห์สาเหตุและปัญหาจากการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ 48
3.6 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.7 การเก็บข้อมูลสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์รอบที่ 2 51
3.7.1 กลุ่มตัวอย่างการสัมภาษณ์รอบที่ 2 เป็นต้นไป 51
3.7.2 เครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูลรอบที่ 2 เป็นต้นไป 51
3.7.3 การวิเคราะห์ความเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญด้วย Rating scale 51
3.7.3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating scale) 52
3.7.3.2 เกณฑ์การตรวจสอบด้วยค่าฐานนิยมและค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 53
3.8 การพัฒนาระบบตรวจสอบการออกแบบที่ผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ 54
3.8.1 แนวคิดการพัฒนาระบบ 54
3.8.2 แนวคิดการทำงานของระบบ 55
3.8.3 การทดสอบการทำงานของระบบ 55
บทที่ 4 การวิเคราะห์สาเหตุเรื่องการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทย 56
4.1 สาเหตุของการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทย 56
4.1.1 วิธีการออกแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่ 57
4.1.2 ขั้นตอนของงานก่อสร้างที่ยังคงเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบ 59
4.1.3 สาเหตุที่ทำให้แบบรูปและรายการประกอบแบบยากต่อการใช้งาน 61
4.1.4 ตัวอย่างการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์ 66
4.1.5 คำแนะนำสำหรับการเขียนเอกสารการออกแบบให้สมบูรณ์จากผู้มีประสบการณ์การทำงานด้านวิศวกรรมหรือสถาปัตยกรรมในโครงการก่อสร้าง 67
4.2 บทสรุป 67
บทที่ 5 การพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบรายละเอียดใน เอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์ 70
5.1 รายการสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์ 71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

5.1.1 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม 71
5.1.2 การเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ 73
5.1.3 การตัดข้อมูลที่นอกเหนือจากขอบเขตงานวิจัย 76
5.2 การพัฒนาแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 76
5.2.1 การสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 76
5.2.2 ผลลัพธ์แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 78
5.2.3 การใช้งานแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 81
5.3 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแผนภูมิต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธี Rating scale 83
5.3.1 หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง 84
5.3.2 หมวดงานสถาปัตยกรรม 86
5.4 การพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ 88
5.4.1 จุดประสงค์ของการพัฒนาระบบ 88
5.4.2 แนวคิดสำหรับการออกแบบและการใช้งาน 89
5.4.3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 90
5.4.4 การใช้งานโปรแกรม 95
5.5 บทสรุป 99
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 100
6.1 สรุปผลการวิจัย 100
6.2 ข้อจำกัดงานวิจัย 102
6.3 ประโยชน์ของงานวิจัย 102
6.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 103
รายการอ้างอิง 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ภาคผนวก 107

ภาคผนวก ก แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์สำหรับงานวิจัย 108

ภาคผนวก ข ตารางสาเหตุและผลกระทบของปัญหารายละเอียดเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ 128

ภาคผนวก ค แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 153

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูลความน่าเชื่อถือของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธี Rating scale 248

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 255

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแนวคิดในการออกแบบ (Hendrickson & Au, 2008).....8

รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนของการออกแบบในงานก่อสร้าง (Halpin & Senior, 2011)..... 11

รูปที่ 2.3 แสดงแผนผังข้อมูลสาเหตุการเกิดข้อผิดพลาดของแบบก่อสร้างและข้อผิดพลาดของการก่อสร้าง (Reichart, 1988)..... 20

รูปที่ 2.4 กรอบแนวคิดเชิงระบบแสดงการเกิดความผิดพลาดและแนวทางแก้ไขปัญหาแบบก่อสร้างผิดพลาด (Love, Lopez, Edwards, et al., 2011)..... 29

รูปที่ 2.5 ขอบข่ายเชิงระบบสำหรับควบคุมและลดการเกิดข้อผิดพลาด..... 30

รูปที่ 2.6 แบบจำลองเชิงระบบเพื่อลดเงื่อนไขที่ทำให้เกิดแบบก่อสร้างที่ผิดพลาดระหว่างการจัดซื้อจัดจ้างในโครงการก่อสร้างพื้นฐาน (Love, Lopez, Goh, et al., 2011)..... 31

รูปที่ 2.7 ระบบตรวจสอบเชิงกฎเกณฑ์ตรวจสอบข้อบังคับที่เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคาร 32

รูปที่ 2.8 แสดงคำจำกัดความคุณสมบัติสำหรับการใช้ในกฎหมายและข้อบังคับเรื่องการอพยพ 33

รูปที่ 2.9 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานระบบการตรวจสอบกฎหมายและข้อบังคับเรื่องการแบ่งส่วนอาคารเพื่อป้องกันไฟด้วยแนวผนังกันไฟ (Choi et al., 2014)..... 33

รูปที่ 2.10 แสดงกรอบการศึกษาของงานวิจัย..... 38

บทที่ 3

รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 42

รูปที่ 3.2 แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป..... 46

รูปที่ 3.3 แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 2 สาเหตุและปัญหาเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนที่เกิดขึ้นในโครงการอาคารสูง..... 47

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างองค์ประกอบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 50

รูปที่ 3.5 กราฟแสดงพิสัยระหว่างควอไทล์ 53

รูปที่ 3.6 แนวคิดการทำงานของระบบตรวจสอบ..... 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3.7 แสดงการทดสอบระบบด้วยวิธี Black box testing 55

บทที่ 4

รูปที่ 4.1 วิธีการออกแบบสำหรับแบบรูปเมื่อเริ่มโครงการใหม่ 58

รูปที่ 4.2 วิธีการออกแบบสำหรับรายการประกอบแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่ 59

รูปที่ 4.3 ขั้นตอนของงานก่อสร้างที่ยังคงเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบ 60

รูปที่ 4.4 สาเหตุที่ทำให้แบบรูปยากต่อการใช้งาน 62

รูปที่ 4.5 สาเหตุที่ทำให้รายการประกอบแบบยากต่อการใช้งาน 63

รูปที่ 4.6 การจัดกลุ่มสาเหตุของแบบรูปผิดพลาด 64

รูปที่ 4.7 การจัดกลุ่มสาเหตุของรายการประกอบแบบผิดพลาด 65

บทที่ 5

รูปที่ 5.1 รายละเอียดองค์ประกอบของแบบรูปและรายการประกอบแบบ 70

รูปที่ 5.2 รูปแบบแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 79

รูปที่ 5.3 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบต่อเนื่อง 82

รูปที่ 5.4 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง 83

รูปที่ 5.5 แผนผังรูปภาพแสดงการทำงาน 90

รูปที่ 5.6 ไฟล์และโฟลเดอร์หลักสำหรับระบบตรวจสอบ 91

รูปที่ 5.7 การกำหนดรหัสหน้า index.html 91

รูปที่ 5.8 การกำหนดรหัสหน้า index.js 92

รูปที่ 5.9 การกำหนดรหัสหน้า question.html 92

รูปที่ 5.10 การกำหนดรหัสหน้า question.js 93

รูปที่ 5.11 ตัวอย่างรหัสที่สร้างจากแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ 94

รูปที่ 5.12 ตัวอย่างการเก็บชื่อไฟล์หัวข้อใน checker.json 95

รูปที่ 5.13 วิธีการเปิดโปรแกรม 96

รูปที่ 5.14 หน้าหลักของโปรแกรมตรวจสอบ 96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 5.15 หน้าประเมินผลของโปรแกรมตรวจสอบ..... 97
รูปที่ 5.16 การแสดงคำถามของหน้าประเมินผลของโปรแกรมตรวจสอบ..... 97
รูปที่ 5.17 หน้าผลลัพธ์ของโปรแกรมตรวจสอบ..... 98
รูปที่ 5.18 หน้าพิมพ์เอกสารสรุปผลการตรวจสอบ..... 98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงประเภทของสาเหตุที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาด 17

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงปัจจัยสำคัญที่มีส่วนทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากการออกแบบจากมุมมองจากเจ้าของโครงการ, มุมมองจากผู้ออกแบบ และมุมมองจากผู้รับเหมาโครงการ (Suther, 1998)..... 19

ตารางที่ 2.3 ตารางสรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาด..... 21

ตารางที่ 2.4 แสดงคำแนะนำแนวทางการลดปัญหาของการออกแบบผิดพลาด (Suther, 1998)..... 26

บทที่ 3

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่าจำนวนวิศวกรและสถาปนิกที่มีใบอนุญาตโดยประมาณ 43

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการจัดกลุ่มข้อมูลจากการสัมภาษณ์ 48

ตารางที่ 3.3 ความหมายของคะแนน Rating scale..... 52

บทที่ 5

ตารางที่ 5.1 ตำแหน่งของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละฝ่าย 72

ตารางที่ 5.2 ช่วงอายุประสบการณ์ทำงานของผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์..... 72

ตารางที่ 5.3 การเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลรายละเอียดของเสาเข็มตอก..... 73

ตารางที่ 5.4 การเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลรายละเอียดของจุดเชื่อมต่อ งานพื้น Post tension กับเสา 74

ตารางที่ 5.5 รูปแบบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจของหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง..... 80

ตารางที่ 5.6 รูปแบบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจของหมวดงานสถาปัตยกรรม 80

ตารางที่ 5.7 ผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลหมวดงาน
สถาปัตยกรรม 86

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เอกสารการออกแบบเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างยิ่งในการทำงานก่อสร้าง เนื่องจากใช้แสดงข้อมูลที่เป็นแบบแผนในการดำเนินงานก่อสร้าง เอกสารการออกแบบโครงการก่อสร้างประกอบด้วยแบบรูปและรายการประกอบแบบ โดยทั่วไปแบบก่อสร้างมีทั้งสิ้น 5 ประเภท ได้แก่ แบบสถาปัตยกรรม, แบบวิศวกรรมโครงสร้าง, แบบวิศวกรรมไฟฟ้า, แบบวิศวกรรมเครื่องกล และแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ซึ่งทุกฝ่ายจะแบ่งความรับผิดชอบในการออกแบบก่อสร้างแต่ละประเภทตามวิชาชีพ โดยการออกแบบจะอ้างอิงจากแบบสถาปัตยกรรมเป็นหลัก ในปัจจุบันอาคารก่อสร้างมีความซับซ้อนมากขึ้นจึงทำให้ผู้พัฒนาแบบก่อสร้างจำเป็นต้องอาศัยการประสานงานระหว่างฝ่ายและการประสานงานภายในฝ่ายระหว่างการออกแบบมากขึ้น ซึ่งขั้นตอนการประสานงานและ การสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องมีความซับซ้อนจึงอาจส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการออกแบบเพิ่มขึ้น

การเกิดข้อผิดพลาดในการออกแบบมีหลายสาเหตุซึ่งสามารถมองได้หลายแง่มุม เช่น งานวิจัยของ Suther (1998) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาดที่เกิดจากเจ้าของโครงการ, ผู้ออกแบบ และผู้รับเหมาก่อสร้าง โดยข้อผิดพลาดในการออกแบบเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การขาดความรู้และประสบการณ์ในงานก่อสร้าง, การขาดการประสานงานที่ดี, ความผิดพลาดของมนุษย์ เป็นต้น และ Lopez, Love, Edwards, & Davis (2010) แบ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาดสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มความผิดพลาดจากการขาดทักษะและประสบการณ์การทำงาน, ความผิดพลาดจากการฝ่าฝืนหรือไม่ยอมทำตาม, ความผิดพลาดจากกฎหมายและความรู้ โดยหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวนั้นจะส่งผลกระทบด้านลบต่อโครงการก่อสร้างอย่างแน่นอน ซึ่งการออกแบบผิดพลาดจะส่งผลกระทบต่อโครงการมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น

โดย Love, Lopez, & Edwards (2013) กล่าวถึงผลกระทบเมื่อพบการออกแบบผิดพลาดในโครงการก่อสร้าง ซึ่งความผิดพลาดดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อโครงการในหลายด้าน ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายของโครงการ, ผลกระทบด้านความล่าช้าในการก่อสร้าง และผลกระทบด้านความปลอดภัยของโครงการ อีกทั้งจากงานวิจัยของ Josephson, Larsson, & Li (2002) ศึกษาค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเมื่อดำเนินงานแก้ไขการก่อสร้างซ้ำ/เดิมในโครงการก่อสร้างประเภทอาคารจำนวน 7 โครงการในประเทศสวีเดน พบว่าผลกระทบทางด้านค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการออกแบบที่ผิดพลาด ซึ่งส่งผลให้ต้องดำเนินงานแก้ไขการก่อสร้างซ้ำ/เดิมอยู่ในช่วงระหว่าง 2.3% - 9.3% จากมูลค่าสัญญางานก่อสร้าง นอกจากนี้งานวิจัยของ Marosszeky (2006) ซึ่งศึกษาในประเทศออสเตรเลียพบว่าค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากดำเนินงานแก้ไขการก่อสร้างใหม่เมื่อพบการออกแบบผิดพลาดในโครงการโดยเฉลี่ยมีค่า 5.5% จากสัญญางานก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่าย 3 ส่วน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายทางตรง 2.75%, ค่าใช้จ่ายทางอ้อมของผู้รับเหมา 1.75% และค่าใช้จ่ายทางอ้อมของผู้รับเหมารายย่อย 1%

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่าหากเกิดข้อผิดพลาดในการออกแบบ จะส่งผลกระทบทางด้านลบต่อโครงการตามมา ดังนั้นหากมีวิธีที่สามารถหลีกเลี่ยงหรือลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่ดีในการนำมาใช้เพื่อเป็นตัวช่วยในการออกแบบในโครงการก่อสร้าง

1.2 ปัญหาของการศึกษา

จากสาเหตุและผลกระทบจากการออกแบบผิดพลาดข้างต้น จึงมีแนวคิดในการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น อีกทั้งพัฒนากระบวนการลดข้อผิดพลาดที่เกิดในการออกแบบ โดยปัจจุบันมีการลดปัญหาความผิดพลาดในการออกแบบ 2 แนวทาง คือ การใช้ประสบการณ์จากผู้ออกแบบในการตรวจสอบ และการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการตรวจสอบ แต่ทั้งสองแนวทางต่างมีข้อจำกัดในการตรวจสอบ

โดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อนำมาตรวจสอบนั้น จากข้อมูลงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาเรื่องการออกแบบผิดพลาดโดยใช้เทคโนโลยีในการช่วยลดปัญหาข้อผิดพลาด เช่น เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูล 3 มิติ (Building information modeling ; BIM) สามารถนำมาใช้ตรวจสอบความขัดแย้งของแบบก่อสร้างแต่ยังพบข้อจำกัดในการใช้งาน โดยงานวิจัยของ Love, Edwards, Han, & Goh (2011) พบว่ายังมีข้อจำกัดในการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยลดปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาด เนื่องจากเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูล 3 มิติยังไม่ถูกนำไปใช้ในบริษัทก่อสร้างมากนักเพราะมีความซับซ้อนในการใช้งานและราคาที่แพง อีกทั้งการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูล 3 มิติ ยังไม่สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาด

ครอบคลุมในทุกเรื่อง เช่น เรื่องรายละเอียดของแบบที่ไม่ครบถ้วน เป็นต้น ในขณะที่การตรวจสอบโดยใช้ประสบการณ์จากผู้ตรวจสอบงานออกแบบเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ดี แต่หากใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียวนั้นอาจไม่ครอบคลุมถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นทั้งหมดเพราะมนุษย์มีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ (Human errors) และอาจเกิดการหลงลืมหรือการตีความผิดพลาดเกิดขึ้น

เนื่องจากเอกสารการออกแบบนั้นมีรายละเอียดในการออกแบบที่มีปริมาณมากและซับซ้อนในแต่ละฝ่าย อาจทำให้เกิดความผิดพลาดของมนุษย์และส่งผลให้รายละเอียดบางส่วนในเอกสารการออกแบบโครงการก่อสร้างนั้นขาดหายไป ซึ่งทำให้คุณภาพของงานไม่เป็นไปตามที่เจ้าของโครงการคาดหวัง เพื่อแก้ปัญหาการออกแบบผิดพลาดจึงจำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการออกแบบ อีกทั้งต้องศึกษาสาเหตุที่ทำให้เอกสารการออกแบบเกิดความผิดพลาด ตามที่ Taylor (2007) กล่าวว่าการปรับปรุงขั้นตอนการออกแบบจำเป็นจะต้องวิเคราะห์ธรรมชาติและสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาดในการออกแบบโดยต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งข้อผิดพลาดจากการออกแบบนั้นต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจในงานออกแบบที่ครบถ้วน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์และความชำนาญเท่านั้นถึงจะคำนึงถึงข้อผิดพลาดในทุกแง่มุม

จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าว การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากเอกสารการออกแบบเรื่องการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบงานก่อสร้างจึงมีความจำเป็น งานวิจัยนี้จึงศึกษาและรวบรวมข้อผิดพลาดของแบบรูปและรายการประกอบแบบที่เกิดขึ้นในอดีตจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่มีความเกี่ยวข้องกับแบบรูปและรายการประกอบแบบ เพื่อลดข้อผิดพลาดเรื่องแบบรูปและรายการประกอบแบบไม่สมบูรณ์ โดยนำความรู้จากผู้เชี่ยวชาญที่มีความเกี่ยวข้องกับแบบรูปและรายการประกอบแบบมาพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการตรวจสอบข้อผิดพลาดในเรื่องแบบรูปและรายการประกอบแบบไม่สมบูรณ์เบื้องต้น ซึ่งเครื่องมือจะสามารถช่วยเหลือผู้ออกแบบที่ขาดความชำนาญและประสบการณ์ในการออกแบบให้มีความรู้และความเข้าใจในปัญหาเรื่องการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบงานก่อสร้างมากยิ่งขึ้น จึงสามารถลดปัญหาข้อผิดพลาดของการขาดรายละเอียดในแบบรูปและรายการประกอบแบบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และหากไม่หาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาในเรื่องดังกล่าวนั้นจะเกิดผลกระทบทางด้านลบต่อโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุเรื่องรายละเอียดในแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์

2. เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบรายละเอียดในแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์

1.4 ขอบเขตในการศึกษา

การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของความผิดพลาดในเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบงานก่อสร้างนั้น งานวิจัยนี้เก็บตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามเพื่อสัมภาษณ์ประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเอกสารการออกแบบ โดยเอกสารการออกแบบประกอบไปด้วยแบบรูปและรายการประกอบแบบ ซึ่งรายละเอียดขอบเขตงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารการออกแบบในโครงการก่อสร้างประเภทอาคารสูง โดยจากกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ข้อ 1 วรรคที่ 1 กล่าวว่า อาคารสูง หมายความว่า อาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้โดยมีความสูงตั้งแต่ 23.00 เมตรขึ้นไป วัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

2. ศึกษาความผิดพลาดของเอกสารการออกแบบ ในส่วนของงานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ศึกษาข้อผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของงาน โดยสนใจคุณภาพของงานด้านวิศวกรรมโครงสร้างและด้านสถาปัตยกรรม

4. ศึกษาข้อมูลจากกรณีศึกษาผ่านผู้เชี่ยวชาญที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการตรวจสอบเอกสารการออกแบบ ได้แก่ ผู้ออกแบบ, ผู้ให้คำปรึกษาโครงการ, ผู้รับเหมาก่อสร้าง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเอกสารการออกแบบ

2. ออกแบบสอบถามเกี่ยวกับการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทย

3. ออกแบบแบบสัมภาษณ์เกี่ยวข้องกับเรื่องข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเอกสารการออกแบบเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการการสัมภาษณ์

4. ติดต่อกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตของงานวิจัย

5. เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบสัมภาษณ์ โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งเป็น 2 รอบใหญ่ ซึ่งการสัมภาษณ์รอบที่ 1 แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ และส่วนที่สองเป็นการเก็บข้อมูลปัญหาเอกสารการออกแบบที่ไม่ครบถ้วนและผลกระทบด้านคุณภาพของงานก่อสร้างที่เกิดขึ้น

6. วิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำปัญหาจากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์สาเหตุการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบและผลกระทบด้านคุณภาพที่สามารถเกิดขึ้น เพื่อนำข้อมูลมาสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

7. สอบถามความน่าเชื่อถือของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

8. พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบเอกสารการออกแบบงานก่อสร้างที่ไม่สมบูรณ์ โดยใช้แนวคิดระบบฐานความรู้ (Knowledge-based system) ในการพัฒนาระบบตรวจสอบ

9. สรุปผลการศึกษา นำผลลัพธ์จากการทำงานวิจัยมาสรุปผลการศึกษา

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงรูปแบบของปัญหารายละเอียดในแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์ในโครงการก่อสร้างอาคารสูง

2. ระบบเพื่อใช้ในการตรวจสอบรายละเอียดในแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์ เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดการเกิดปัญหาการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบในรูปแบบเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากที่กล่าวมาในบทที่ 1 งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดความผิดพลาดจากการออกแบบที่ขาดรายละเอียด ดังนั้นในบทที่ 2 จึงกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบผิดพลาด อันประกอบด้วยหัวข้อ การออกแบบสำหรับงานก่อสร้าง, สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาด, ผลกระทบจากปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาด, การลดปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาด, ข้อผิดพลาดในเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่เพียงพอ, ข้อจำกัดของงานวิจัยที่ผ่านมา และกรอบการศึกษา ซึ่งรายละเอียดในแต่ละหัวข้อมีดังนี้

2.1 การออกแบบสำหรับงานก่อสร้าง

การออกแบบเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการก่อสร้างเนื่องจากการออกแบบเป็นการสื่อสารระหว่างเจ้าของโครงการกับผู้ออกแบบถึงความต้องการของเจ้าของโครงการ ซึ่งเอกสารการออกแบบจะนำไปใช้สำหรับการวางแผนและดำเนินการก่อสร้าง เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของโครงการ โดยการออกแบบที่ดีจะส่งผลให้งบประมาณ,ระยะเวลาโครงการ และคุณภาพเป็นไปตามที่วางแผน จึงจำเป็นต้องศึกษาและเข้าใจในขั้นตอนการออกแบบโดยรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.1 ขั้นตอนการออกแบบในโครงการก่อสร้าง

การออกแบบในโครงการก่อสร้างสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก (Halpin & Senior, 2011) ดังต่อไปนี้

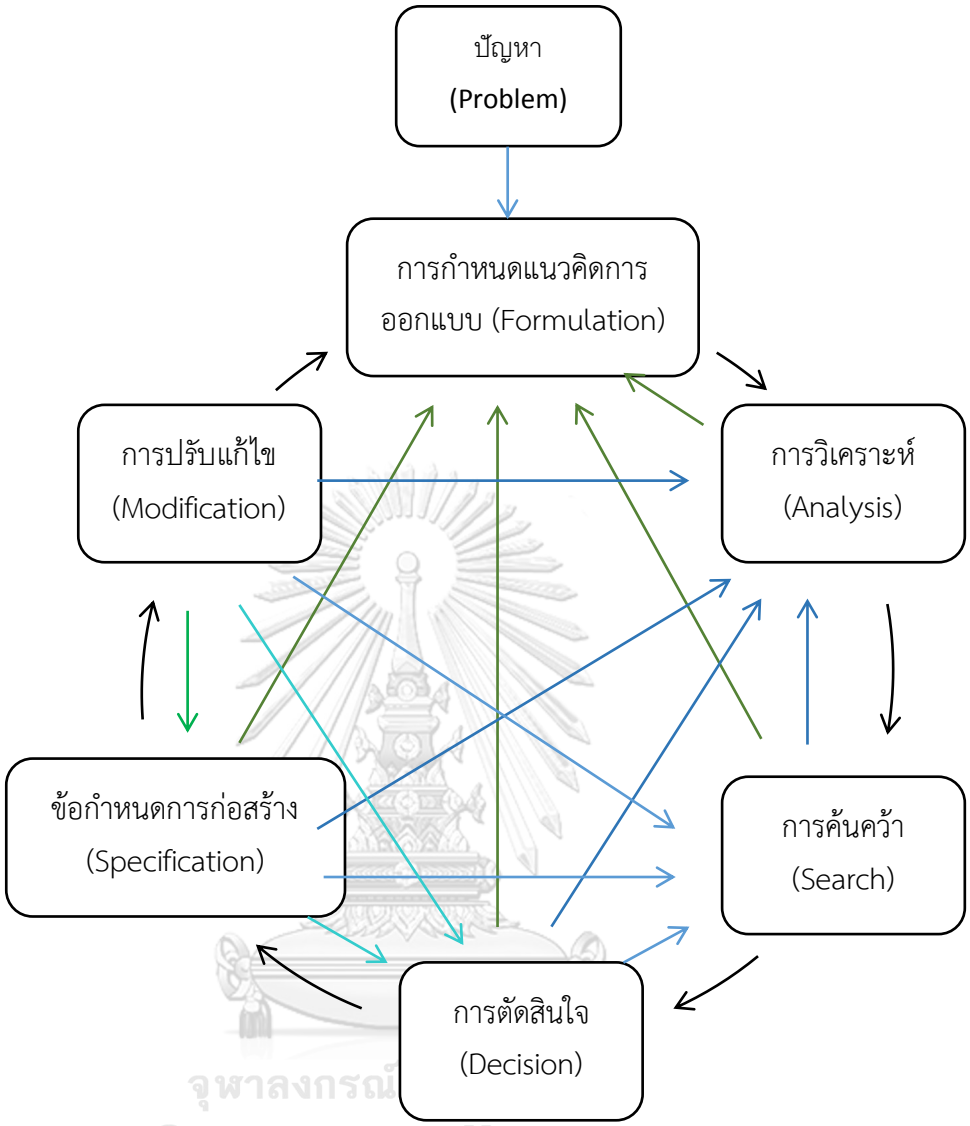
2.1.1.1 ขั้นตอนการออกแบบแนวคิด (Conceptual design)

การออกแบบแนวคิดนี้สามารถเป็นได้ทั้งรูปแบบทางการและไม่ทางการ ซึ่ง Hendrickson & Au (2008) อธิบายรายละเอียดของขั้นตอนแนวคิดในการออกแบบซึ่งสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ การกำหนดแนวคิดการออกแบบ (Formulation), การวิเคราะห์ (Analysis), การค้นคว้า (Search), การตัดสินใจ (Decision), ข้อกำหนดทางเทคนิค (Specification) และ การปรับแก้ไข (Modification) อย่างไรก็ตามการออกแบบและการพัฒนาโครงการขึ้นมาใหม่ในช่วงแรกจะเน้นการสื่อสารระหว่างกันอย่างมาก ตามรูปที่ 2.1

ขั้นตอนการพัฒนาแนวคิดในการออกแบบ ซึ่งการออกแบบใหม่ซ้ำหลายครั้งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเอกสารการออกแบบให้ตามความต้องการในการใช้งานมากขึ้น, พัฒนาแนวคิดในการออกแบบให้ดีขึ้น และพัฒนาข้อจำกัดด้านเงินทุน

- ขั้นตอนการกำหนดแนวคิดการออกแบบ เกี่ยวข้องกับคำนิยามหรือคำอธิบายของปัญหาการออกแบบในความหมายกว้างๆผ่านการสังเคราะห์ความคิดที่อธิบายเกี่ยวกับทางเลือกของสิ่งก่อสร้าง
- ขั้นตอนการวิเคราะห์ เกี่ยวกับคำนิยามของปัญหาหรือคำอธิบายโดยแยกข้อมูลสำคัญออกจากข้อมูลอื่นๆ และรวมรายละเอียดที่สำคัญเข้าด้วยกัน ในส่วนของการตีความและการคาดการณ์โดยปกติแล้วจะอยู่ในส่วนนี้
- ขั้นตอนการค้นคว้า เกี่ยวข้องการรวบรวมวิธีแก้ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นสำหรับฟังก์ชั่นเฉพาะ และการตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้
- ขั้นตอนการตัดสินใจ เกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นทั้งหมดนำมาประเมินเพื่อเปรียบเทียบหาวิธีที่ดีที่สุด
- ข้อกำหนดการก่อสร้าง เกี่ยวกับเอกสารที่อธิบายถึงวิธีที่เลือกใช้
- ขั้นตอนการปรับแก้ไข เกี่ยวกับการเปลี่ยนวิธีการก่อสร้างใหม่หรือการออกแบบใหม่ เมื่อพบวิธีอื่นที่ต้องการหรือเมื่อพบข้อมูลใหม่ในขั้นตอนการออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแนวคิดในการออกแบบ (Hendrickson & Au, 2008)

เมื่อโครงการพัฒนาจากการวางแผนแนวคิดในการออกแบบมาสู่การออกแบบลงรายละเอียดมากขึ้น ขั้นตอนการออกแบบจะเป็นทางการมากขึ้น โดยเมื่อแนวคิดเริ่มต้นของโครงการได้รับการอนุมัติจากเจ้าของโครงการ (Owner) สถาปนิก/วิศวกร (Architect/Engineer ; A/E) จะออกแบบลงรายละเอียดมากขึ้นในขั้นตอนต่อไป

2.1.1.2 ขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น (Preliminary design)

ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาเพิ่มเติมจากเอกสารแนวคิดในการออกแบบ โดยปกติแบบรูปเบื้องต้นจะประกอบด้วยแบบสถาปัตยกรรม, แบบวิศวกรรมโยธาและโครงสร้าง, แบบวิศวกรรมงานระบบ ซึ่งการออกแบบจะแบ่งหน้าที่การออกแบบดังต่อไปนี้

- สถาปนิก หรือ วิศวกรสถาปัตยกรรม รับผิดชอบในเรื่องการพัฒนาแบบก่อสร้าง และแบบผังบริเวณก่อสร้าง อีกทั้งการพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น วัสดุหุ้มของอาคาร และการตบแต่งภายใน เป็นต้น
- วิศวกรเครื่องกล เกี่ยวข้องกับการวางระบบความร้อน, การระบายอากาศ และการการวางระบบความเย็น (Heating, Ventilation and Air Conditioning ; HVAC) รวมไปถึงการวางระบบประปา ซึ่งในช่วงการออกแบบร่างจะตัดสินใจในเรื่องขนาดและที่ตั้งของระบบต่างๆที่กล่าวมาข้างต้น
- วิศวกรไฟฟ้าดำเนินการเรื่องงานระบบไฟฟ้า
- วิศวกรโครงสร้าง และวิศวกรโยธา พัฒนาแบบร่างของโครงสร้างพื้นฐานและโครงสร้างฐานรากชั้นใต้ดิน

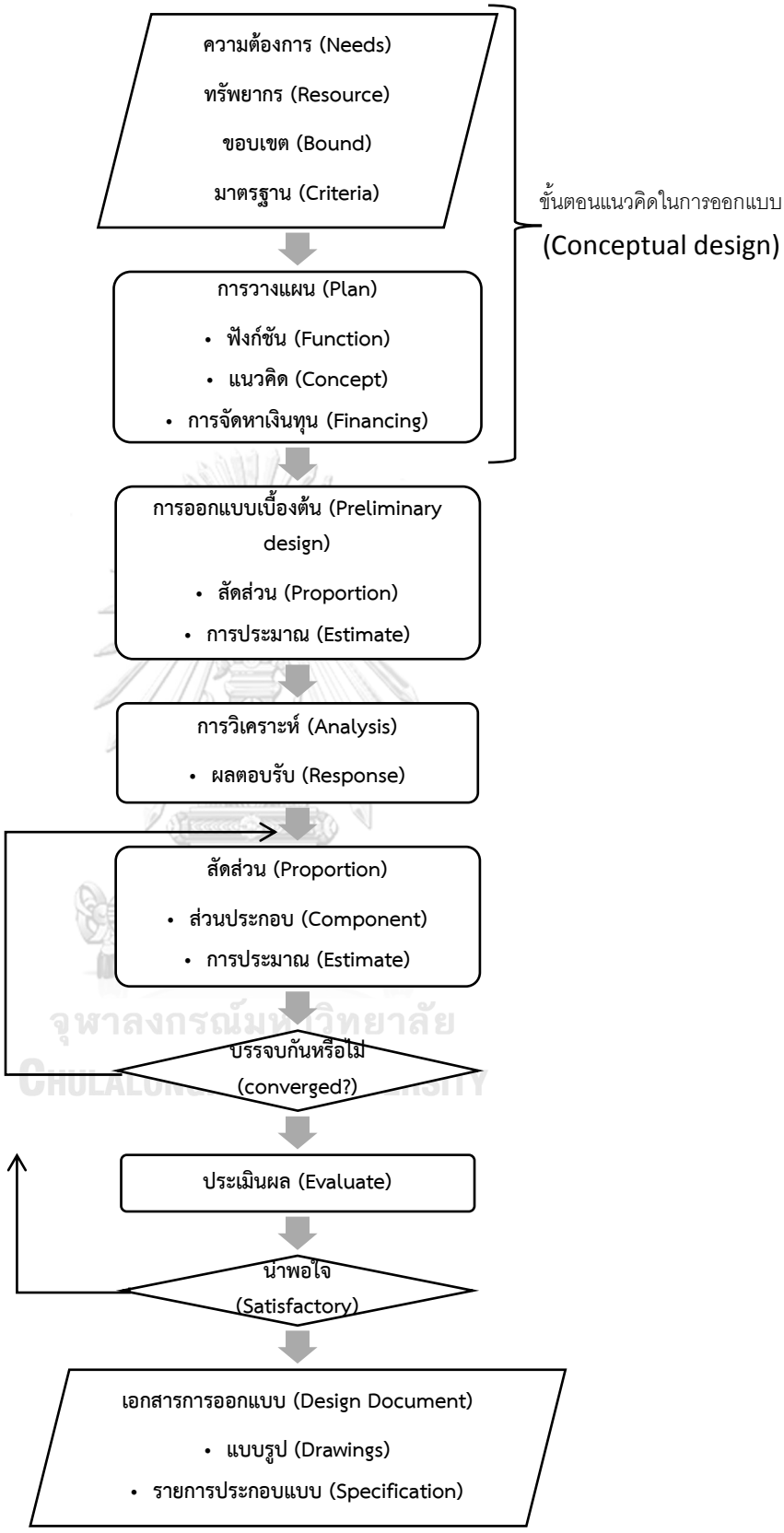
เมื่อขั้นตอนการออกแบบร่างได้รับการอนุมัติจากเจ้าของโครงการจึงจะสามารถออกแบบลงรายละเอียดในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดต่อไป

2.1.1.3 ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด (Detail design)

ขั้นตอนนี้เกี่ยวกับแบบก่อสร้าง และข้อกำหนดทางเทคนิค โดยสำหรับวิศวกร/สถาปนิกจะสนใจเกี่ยวกับการตบแต่งภายในซึ่งประกอบไปด้วย กำแพง, พื้น, ฝ้าเพดาน และการติดตั้งกระจก โดยให้รายละเอียดการออกแบบเกี่ยวกับการติดตั้งวัสดุตบแต่งพิเศษ สำหรับวิศวกรจะสนใจในเรื่องการวางตำแหน่งและวางผังของระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกลอย่างแม่นยำ และการออกแบบรายละเอียดของแต่ละชิ้นส่วนของงานโครงสร้าง และจุดเชื่อมต่อต่างๆ เป็นต้น

ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบรายละเอียด คือ แบบรูป และรายการประกอบแบบ ซึ่งเป็นข้อมูลสำหรับการประมูลและการดำเนินงานก่อสร้างของโครงการ โดยขั้นตอนการออกแบบที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงในรูปที่ 2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนของการออกแบบในงานก่อสร้าง (Halpin & Senior, 2011)

2.1.2 เอกสารการออกแบบ (Design Document)

เอกสารการออกแบบ โดยทั่วไปประกอบด้วยแบบรูป (Drawings) และรายการประกอบแบบ (Specification)

2.1.2.1 ประเภทของแบบรูป (Drawing)

นที สัมปุรณะพันธ์ (2010) กล่าวว่า แบบรูปที่ใช้ในการก่อสร้างแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ โดยให้คำนิยามในแต่ละรูปแบบไว้ดังนี้

- แบบก่อสร้าง (Construction Drawing) หมายถึง แบบที่จัดทำขึ้นโดยผู้ออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยสถาปนิก, วิศวกร มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้อง, เจ้าของอาคาร, ผู้ทำการก่อสร้างทราบแนวคิด รูปแบบอาคาร เป็นแนวทางในการก่อสร้าง ให้ถูกต้องตรงตามแบบรูป
- แบบรูปขยายรายละเอียด (Shop Drawing) หมายถึง แบบแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมจากแบบก่อสร้างซึ่งขณะทำการก่อสร้างอาจแสดงวิธีการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ เนื่องจากแบบก่อสร้าง เป็นแบบรูปหลักไม่สามารถแสดงรายละเอียดได้ชัดเจนเพียงพอ ทั้งนี้การจัดทำแบบ Shop Drawing จะต้องไม่ขัดแย้งกับแบบก่อสร้างที่เป็นคู่สัญญา
- แบบรูปการก่อสร้างจริง (As-built Drawing) หมายถึง แบบที่แสดงรายละเอียดของงานที่ได้ทำการก่อสร้างจริง เช่น ตำแหน่งงานระบบต่างๆ (ท่อน้ำ, ไฟฟ้า) ตรงตามที่ผู้ก่อสร้างได้ดำเนินการเพื่อเป็นคู่มือในการบำรุงรักษาอาคาร หรือเพื่อการต่อเติมอาคารในอนาคต

2.1.2.1.1 ประเภทของแบบรูป

แบบรูปที่ใช้ในงานก่อสร้างประกอบด้วย 2 ประเภทหลัก คือ

- แบบสถาปัตยกรรม (Architectural Drawing)
- แบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)
  - แบบวิศวกรรมโครงสร้าง (Structural Drawing)
  - แบบวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Drawing)
  - แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล (Sanitary Drawing)
  - แบบวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Drawing)

โดยรายละเอียดของแบบรูปแต่ละประเภทจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2.1.2 รายละเอียดของแบบรูป

a) แบบสถาปัตยกรรม แบบก่อสร้างที่จะแสดงลักษณะและรายละเอียดของอาคารก่อสร้าง จึงต้องดำเนินการตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบสถาปัตยกรรมเป็นหลัก หากแบบประเภทอื่นๆขัดแย้งหรือไม่สอดคล้องกับแบบสถาปัตยกรรม ควรปรับแก้ไขแบบประเภทอื่นก่อน ซึ่งแบบสถาปัตยกรรมจะแสดงในอัตราส่วน (Scale) ที่มีการกำหนดไว้ อันประกอบด้วยแบบย่อยๆ ดังต่อไปนี้

- สารบัญแบบ เป็นการกำหนดหมายเลขหน้ามักใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ (A = แบบสถาปัตยกรรม, S = แบบวิศวกรรมโครงสร้าง, E = แบบวิศวกรรมไฟฟ้า, SN = แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล)
- ผังแสดงจุดก่อสร้าง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอาคาร, พื้นที่ก่อสร้าง และบริเวณโดยรอบพื้นที่ก่อสร้าง โดยจะแสดงตำแหน่งที่แน่นอนของอาคาร ทิศทางการหันหน้าของอาคาร ความลาดชัน (Slope) ของพื้นที่ก่อสร้าง ตำแหน่งถนน/ทางสาธารณะ ตำแหน่งท่อประปา/ท่อระบายน้ำสาธารณะ และแสดงอาคารหรือสภาพแวดล้อมธรรมชาติโดยรอบพื้นที่ก่อสร้าง
- รายการประกอบแบบก่อสร้าง เป็นส่วนที่จะกำหนด ระบุรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ ในการดำเนินการก่อสร้าง ตลอดจนวัสดุก่อสร้าง
- แบบแปลนพื้น เป็นข้อมูลแสดงรายละเอียดพื้นที่สำหรับทุกชั้นของอาคาร แนวของรูปตัดของอาคาร และการกำหนดทิศทางการมองเพื่อแสดงรูปด้าน รวมไปถึงสัญลักษณ์แสดงทิศจะระบุอยู่ในแบบแปลนนี้ ข้อมูลที่ระบุอยู่ในแบบแปลนพื้นมีดังนี้ ได้แก่ ขนาด (ความกว้าง, ความยาว), ระดับของพื้นภายนอกอาคาร และภายในอาคาร, ตำแหน่งของสิ่งปลูกสร้างต่างๆ (เสา, แนวผนัง, บันได, ประตู และหน้าต่าง), การแบ่งพื้นที่ใช้สอย, ชนิดและประเภทของสิ่งปลูกสร้าง (พื้น, ผนัง, เพดาน, ประตู และหน้าต่าง)
- แบบแปลนหลังคา จะระบุขนาดมิติ, ความกว้าง, ความยาว, ระยะยื่นชายคา, ประเภทของวัสดุมุงหลังคา และลักษณะของหลังคา

- รูปด้าน รูปด้านนี้จะประกอบด้วย รูปด้านทุกด้านของอาคาร (ด้านหน้า, ด้านหลัง และด้านข้าง) และระบุถึงขนาดมิติต่างๆในแต่ละด้านของอาคาร
- รูปตัด รูปตัดจะมีรายละเอียดแสดงอยู่มาก โดยจำนวนของรูปตัดจะขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของอาคาร และข้อมูลที่ไม่มีแสดงไว้ในแปลนพื้นจะแสดงในรูปตัด ได้แก่ ระดับของพื้นชั้นต่างๆ, ระดับเพดาน, ระดับของคานหลังคา และโครงสร้างส่วนอื่นๆของหลังคา
- รูปขยาย รูปขยายจะแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่ไม่มีแสดงไว้ในแบบอื่น ส่วนใหญ่แล้วรูปขยายที่จะต้องมี ได้แก่ แบบขยายประตู-หน้าต่าง, แบบขยายห้องน้ำ-ห้องส้วม นอกจากนี้อาจมีแบบขยายอื่นๆอีกแล้วแต่ความเหมาะสม

b) แบบวิศวกรรมโครงสร้าง จะเป็นแบบที่แสดงรายละเอียดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ทั้งหมด ตลอดจนรายละเอียดการเสริมเหล็กเช่นเดียวกับแบบสถาปัตยกรรม แบบวิศวกรรมโครงสร้างจะประกอบด้วยแบบย่อยๆอีกหลายแบบ ดังต่อไปนี้

- แบบแปลน แบบแปลนของแบบวิศวกรรมโครงสร้างจะระบุขนาด, มิติ, ตำแหน่ง และชนิดขององค์อาคารแต่ละส่วน โดยการระบุองค์อาคารแต่ละตัวที่จะใช้ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เพื่อบอกประเภทขององค์อาคาร (F = ฐานราก, C = เสาหรือตะม่อ, GB = คานคอดิน, B = คาน, RB = คานหลังคา, S = พื้น, ST = บันได)
- แบบขยาย แบบขยายหลักๆ ที่จะต้องมี ได้แก่ แบบขยายฐานราก และแบบขยายการเสริมเหล็ก (เสา, คาน, พื้น และบันได) ซึ่งจะระบุรายละเอียดขนาด, มิติ และการเสริมเหล็กของอาคาร

c) แบบวิศวกรรมไฟฟ้า ประกอบด้วย สัญลักษณ์ รายการประกอบแบบ และแบบระบบไฟฟ้าของอาคาร โดยส่วนใหญ่จะแยกเป็นแต่ละชั้น

d) แบบวิศวกรรมเครื่องกล จะประกอบด้วยรายละเอียดในการติดตั้งเครื่องจักรในอาคาร เช่น ลิฟต์, บันไดเลื่อน, เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ และระบบกลไกต่างๆที่ต้องใช้ภายในอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

e) แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล เกี่ยวกับระบบน้ำดีและน้ำเสีย ซึ่งประกอบด้วย แบบผังระบบน้ำดี และผังระบบน้ำเสียของแต่ละชั้น และอาจมีแบบขยายบ่อเกรอะและบ่อซึม ในกรณีที่ไม่ได้ใช้บ่อบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

2.1.2.2 รายการประกอบแบบ (Specification)

รายการประกอบแบบ คือ เอกสารที่กล่าวถึงความความต้องการของเจ้าของโครงการโดยผ่านทางผู้ออกแบบเพื่อให้ผู้รับเหมาก่อสร้างดำเนินการก่อสร้างให้แล้วเสร็จภายใต้งบประมาณที่ได้มีการตกลงกันไว้ในสัญญาก่อสร้างที่ได้ทำไว้ก่อนหน้านั้น เพื่อสื่อสารไปยังบุคลากรผู้ที่เกี่ยวข้องในงานต่างๆ โดยรายการประกอบแบบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

a) เงื่อนไขของสัญญา (Condition of contract) หมวดนี้กล่าวถึงอำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบ, ความผูกพันทางกฎหมายระหว่างทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในเงื่อนไขของสัญญาการก่อสร้างจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

- เงื่อนไขทั่วไป (General Condition) จะเหมือนๆกันในหลายๆโครงการก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย บทนิยามและการตีความ, ข้อกำหนดและเงื่อนไขในการเสนอราคา, เกณฑ์การตัดสินให้ชนะการประมูลและการทำสัญญา, ขอบเขตของงาน, การควบคุมงาน, การควบคุมวัสดุ, ความสัมพันธ์กันตามกฎหมายและความรับผิดชอบต่อสาธารณะ, การดำเนินงานและความก้าวหน้า, การวัดผลงานและการจ่ายเงิน, ค่าจ้างแรงงานและเงื่อนไขการจ้างแรงงาน เป็นต้น
- ความต้องการพิเศษเฉพาะงาน (Special Requirement) ในแต่ละโครงการมักจะไม่เหมือนกัน เช่น สถานที่และลักษณะของงาน, รายละเอียดและความต้องการของงาน, เวลาเริ่มและแล้วเสร็จของงาน ขั้นตอนที่งานส่วนต่าง ๆ จะต้องแล้วเสร็จ, ระยะเวลาและวิธีการจ่ายเงิน, การวัดและการประเมินผลงาน, การปรับปรุงราคาในกรณีปริมาณงานเปลี่ยนแปลง, การจ่ายเงินล่วงหน้าและการจ่ายเงินคืน, เงินประกันการเสียหายในการก่อสร้าง, เงินค่าปรับเมื่อทำงานช้ากว่าแผน, ข้อมูลต่างๆที่เจ้าของงานจะต้องจัดหา, แบบรายละเอียด, รายการเครื่องจักรเครื่องมือที่เจ้าของงานจะต้องจัดหา,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการสิ่งของของเจ้าของงานที่ผู้รับเหมาสามารถนำมาใช้ได้, ค่าใช้จ่ายสำหรับงานสนาม เป็นต้น

b) เงื่อนไขทางด้านเทคนิค (Technical Condition) หมวดนี้จะให้รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมหลายๆสาขาโดยในหมวดข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (Technical Specification) เช่น รายละเอียดของเอกสารประกอบสัญญา, ขอบเขตของงาน (ชี้แจงรายละเอียดถึงเนื้องานที่จะต้องทำให้แต่ละส่วน), ระบุวัสดุที่จะต้องใช้พร้อมระบุมาตรฐานการตรวจสอบ วิธีการเก็บตัวอย่าง (ขนาดและจำนวนที่ต้องส่งตัวอย่างไปทดสอบก่อนนำไปใช้), ระบุถึงวัสดุใดบ้างที่ต้องมีการทดลองตรวจสอบและวิธีการตรวจสอบใช้วิธีตามมาตรฐานใด, ระบุถึงแบบก่อสร้างใดต้องการให้ทำ Shop drawing เพิ่มเติมและต้องการขนาดมาตราส่วนเท่าใด, หมวดความประสงค์ทั่วไปและวิธีการส่งมอบและเก็บรักษาวัสดุมาตรฐานที่ใช้ในงานก่อสร้าง, วิธีการตรวจวัดในสนาม, วิธีการประกอบในการก่อสร้าง, วิธีการติดตั้ง, วิธีการก่อสร้าง, การเตรียมพื้นที่ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาขั้นตอนการออกแบบมีความซับซ้อน โดยในแต่ละขั้นตอนจำเป็นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล, การปรับปรุงข้อมูล และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฝ่ายต่างๆเพื่อให้งานตรงต่อความต้องการของเจ้าของโครงการมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลทำให้เกิดความผิดพลาดในการออกแบบโดยกลุ่มผู้ออกแบบอยู่เป็นเป็นประจำ ซึ่งจากความผิดพลาดดังกล่าวจะส่งผลกระทบด้านลบต่อโครงการตามที่ Love et al. (2013) กล่าวไว้ว่า “การออกแบบที่ผิดพลาดเป็นอันตรายอย่างรุนแรงต่อความปลอดภัยและมีส่วนทำให้เกิดความล้มเหลวในการก่อสร้างโครงการ โดยความผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงการก่อสร้างและเกิดการแก้ไขงานใหม่” จากข้อความข้างต้นการศึกษาแบบในช่วงการก่อสร้างจึงมีความสำคัญ เนื่องจากพบความผิดพลาดในการออกแบบช่วงการก่อสร้างเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับช่วงอื่นๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาความผิดพลาดในการออกแบบในช่วงการก่อสร้าง

2.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาด

หัวข้อนี้กล่าวถึงรูปแบบหรือสาเหตุที่ก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการออกแบบ โดยศึกษาจากงานวิจัยที่ผ่านมาเพื่อมองแต่ละมุมมองถึงหลักเกณฑ์ในการจัดประเภทปัญหาการออกแบบผิดพลาดและสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในแต่ละงานวิจัยมีมุมมองที่แตกต่างกัน เช่น

งานวิจัยของ Lopez et al. (2010) ศึกษาและจัดประเภทของปัญหาการออกแบบผิดพลาด และ สาเหตุที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาดในงานก่อสร้าง โดยจัดกลุ่มความผิดพลาดจากสาเหตุที่เกิดออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทักษะและความสามารถ, กลุ่มกฎหมาย และกลุ่มการฝ่าฝืนไม่ทำตาม นอกจากนี้งานวิจัยดังกล่าวยังแบ่งลักษณะของข้อผิดพลาดตามระดับขอบเขตเป็น 3 ประเภท คือ ระดับบุคลากร, ระดับการบริหารจัดการ, ระดับองค์กร อีกทั้งมีการยกตัวอย่างรูปแบบปัญหาของการออกแบบในแต่ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงประเภทของสาเหตุที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาด โดย (Lopez et al., 2010)

ระดับ	**รูปแบบปัญหาของการออกแบบ**	**กลุ่มสาเหตุที่ก่อให้เกิดการออกแบบผิดพลาด**
บุคลากร	สูญเสียการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย, อารมณ์ และปัญญาซึ่งมีผลต่อพฤติกรรม (Loss of biorhythm)	ทักษะและความสามารถ
	พฤติกรรมที่ผิดปกติ (Adverse behavior)	การฝ่าฝืนไม่ทำตาม
การบริหารจัดการ	ไม่มีประสบการณ์ (Inadequate training/inexperience)	ทักษะและความสามารถ
	ระบบอัตโนมัติไม่มีประสิทธิภาพ (Ineffective utilization of automation)	กฎหมาย
	ความบกพร่องของการประกันคุณภาพ (Inadequate quality assurance)	กฎหมาย
	การแข่งขันค่าภาษี (Competitive professional fees)	ทักษะและความสามารถ
องค์กร	ปัญหาเรื่องลูกค้า (Client/end user issues)	การฝ่าฝืนไม่ทำตาม
	ตัวแปรเรื่องเวลา (Time constraints)	ทักษะและความสามารถ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์กร	ความไม่มีประสิทธิภาพในการประสานงาน (Ineffective coordination and integration)	กฎหมาย
	ความบกพร่องในการพิจารณาเรื่องการก่อสร้าง (Inadequate consideration toward constructability)	กฎหมาย

งานวิจัยของ Taylor (2007) ศึกษาสาเหตุของการออกแบบผิดพลาดที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างโรงงานเคมี โดยรวบรวมข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุจากรายงาน 250 ฉบับ เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากรายงานการเกิดอุบัติเหตุพบว่าการเกิดปัญหาแบบก่อสร้างผิดพลาดนั้นเป็นปัญหาที่มีบทบาทมากที่สุด ถึงแม้ว่าขั้นตอนการทบทวนงานออกแบบจะพบข้อผิดพลาดและสามารถลดความผิดพลาดของการออกแบบ แต่ก็ยังมีข้อผิดพลาดยังคงเหลืออยู่และส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในกระบวนการเคมีในโรงงาน

ผลการศึกษาพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาดจากกรณีศึกษาทั้งสิ้น 52 กรณี มีดังนี้ ได้แก่ การคัดเลือกบุคลากรไม่ดี, การขาดข้อมูลในการออกแบบ, การผิดต่อมาตรฐาน, การเขียนข้อกำหนดทางเทคนิคผิดพลาด, การผิดต่อข้อกำหนดการบริหารจัดการต่อการเปลี่ยนแปลง (MOC), ขั้นตอนในการออกแบบไม่เหมาะสม, การไม่ตระหนักถึงสภาพภาคสนาม เป็นต้น

งานวิจัยของ Mryyian & Tzortzopoulos (2013) กล่าวถึงแหล่งที่มาของการเสียประโยชน์ในการออกแบบ โดยศึกษาสาเหตุของความผิดพลาดและการสูญเสียจากการออกแบบในช่วงการออกแบบของโครงการอาคารที่พักอาศัย และพัฒนากรอบความคิดเพื่อช่วยเหลือผู้ออกแบบในการหาแหล่งที่มาของการเสียประโยชน์ในการออกแบบในแต่ละช่วงของการออกแบบ โดยเก็บข้อมูลงานวิจัยในประเทศจอร์แดนจากการสัมภาษณ์วิศวกรผู้ออกแบบอาวุโสบริษัทเอกชน, วิศวกรผู้ออกแบบจากสมาคมวิศวกรรมประเทศจอร์แดน และผู้ช่วยผู้จัดการงานรัฐบาล ซึ่งแบบสัมภาษณ์ใช้รูปแบบสเกลคำตอบ 5 ระดับ (five-point Likert scale) ในการตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง, เห็นด้วย, ปานกลาง, ไม่เห็นด้วย, ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ผลลัพธ์จากการสัมภาษณ์พบว่าสาเหตุหลักของการเกิดข้อผิดพลาดและการสูญเสียจากการออกแบบเกิดจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงของลูกค้า, ปัญหาการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อบังคับและประมวลกฎหมายควบคุมอาคาร

งานวิจัยของ Suther (1998) กล่าวถึง ปัจจัยสำคัญที่มีส่วนทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากการออกแบบ ผลการศึกษาจากการสำรวจผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยสำคัญที่มีส่วนทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากการออกแบบ ได้แก่ ขาดการประสานงานที่ดี, มีเวลาไม่เพียงพอสำหรับสร้างและทบทวนเอกสาร, ผู้ออกแบบขาดความรู้และประสบการณ์ด้านการก่อสร้าง, ความผิดพลาดของมนุษย์ เป็นต้น โดยผลการศึกษาวิเคราะห์ตามมุมมองของผู้ให้สัมภาษณ์ ได้แก่ มุมมองจากเจ้าของโครงการ, มุมมองจากผู้ออกแบบ และมุมมองจากผู้รับเหมาโครงการ ดังตารางที่ 2.2

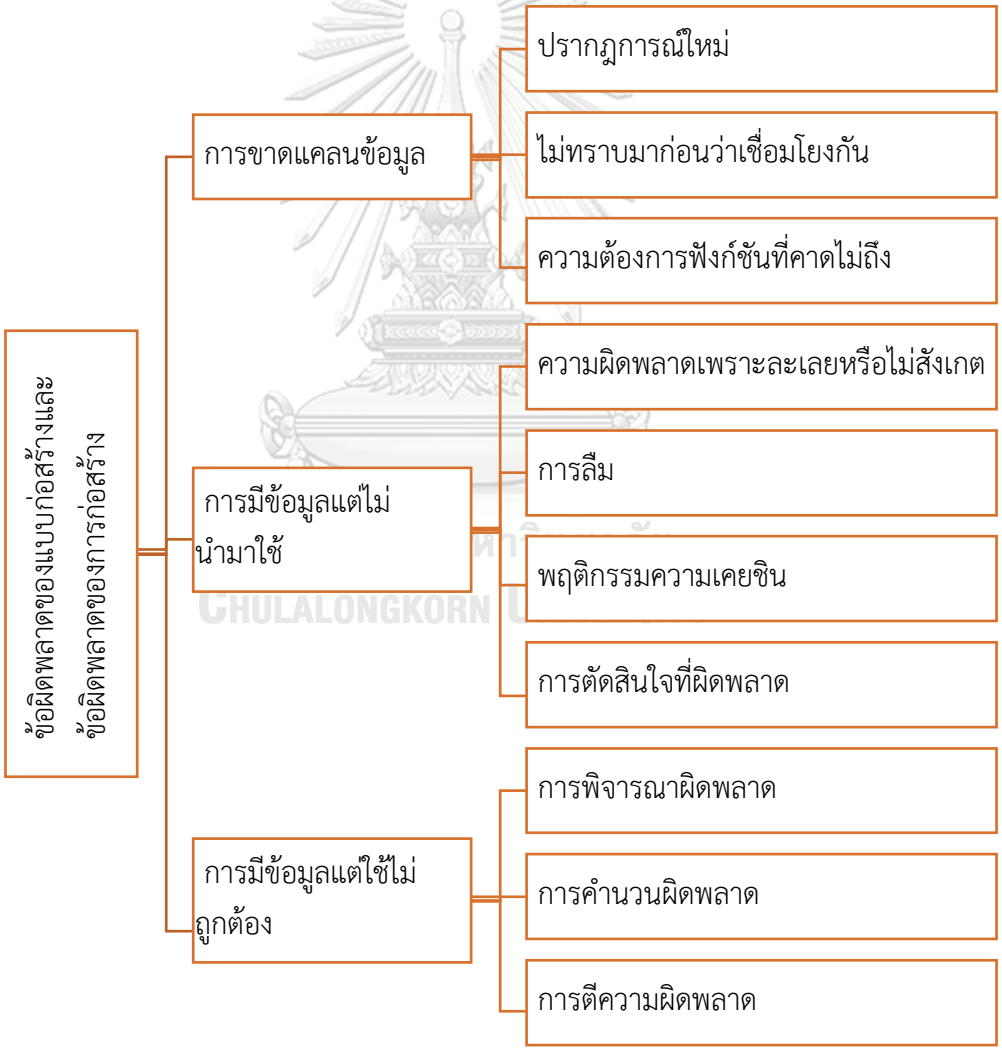
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงปัจจัยสำคัญที่มีส่วนทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากการออกแบบจากมุมมองจากเจ้าของโครงการ, มุมมองจากผู้ออกแบบ และมุมมองจากผู้รับเหมาโครงการ (Suther, 1998)

มุมมองจากเจ้าของโครงการ	มุมมองจากผู้ออกแบบ	มุมมองจากผู้รับเหมาโครงการ
- ขาดคุณสมบัติของสถาปนิกและวิศวกร (A & E) - ขาดการตรวจสอบภาคสนาม และเอกสารควบคุมคุณภาพที่เหมาะสม - ขาดการประสานงานระหว่างฝ่าย - รัฐบาลใช้เวลามากเกินไปในการทบทวนงานของสถาปนิกและวิศวกร - ขาดการวางแผนการจัดการเงินทุนในระยะยาว - ขาดการประสานงานและการสื่อสารภายในฝ่ายออกแบบ	- การประสานงานกับผู้ให้คำปรึกษาของโครงการ และสถาปนิก - ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับขอบเขตของเวลา - ขาดการประสานงานและการสื่อสาร - งบประมาณที่ใช้ในการออกแบบต่ำ - การขาดประสบการณ์ของผู้ร่างแบบ - การไม่ประสานงานระหว่างฝ่ายผู้ออกแบบและผู้ให้คำปรึกษาของโครงการ	- ลูกค้าไม่ประสานงานในส่วนที่จำเป็น ทำให้ผู้ออกแบบต้องรีบออกแบบก่อนทบทวนอย่างเหมาะสม - ผู้ออกแบบขาดประสบการณ์การทำงานก่อสร้าง - ความกดดันเรื่องงบประมาณและเวลาของผู้ออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	- การดูแลความผิดพลาดที่ไม่เพียงพอ และ การเปลี่ยนแปลงแบบที่ช้าเกินไป	

งานวิจัยของ Reichart (1988) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดของการออกแบบและข้อผิดพลาดของการก่อสร้างที่เกิดจากการบกพร่องของข้อมูลในช่วงการออกแบบหรือช่วงการก่อสร้าง โดยสาเหตุการเกิดข้อผิดพลาดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ การขาดแคลนข้อมูล, การมีข้อมูลแต่ไม่ใช้ และการมีข้อมูลแต่ใช้ไม่ถูกต้อง/ในทางที่ผิด รูปที่ 2.3 แสดงแผนผังข้อมูลสาเหตุการเกิดข้อผิดพลาดของการออกแบบและข้อผิดพลาดของการก่อสร้าง



รูปที่ 2.3 แสดงแผนผังข้อมูลสาเหตุการเกิดข้อผิดพลาดของแบบก่อสร้างและข้อผิดพลาดของการก่อสร้าง (Reichart, 1988)

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าสาเหตุของการออกแบบผิดพลาดมีหลากหลายมุมมองแตกต่างกันในแต่ละงานวิจัย โดยงานวิจัยของ Lopez et al. (2010) จัดกลุ่มความผิดพลาดจากสาเหตุที่เกิดออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทักษะและความสามารถ, กลุ่มกฎหมาย และกลุ่มการฝ่าฝืนไม่ทำตาม ซึ่ง Mryyian & Tzortzopoulos (2013) ศึกษากลุ่มสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดกับการออกแบบผ่านการสัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูล โดย Taylor (2007) ศึกษาสาเหตุของการออกแบบผิดพลาดอันส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างโรงงานเคมี ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลจากรายงานอุบัติเหตุ ในขณะที่ Suther (1998) สัมภาษณ์ถึงทัศนคติของผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างเกี่ยวกับสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับแบบก่อสร้าง และในส่วนของ Reichart (1988) นั้นศึกษาสาเหตุข้อผิดพลาดของการออกแบบที่เกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ที่ขึ้นกับข้อมูลที่ได้รับ ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาดจากการศึกษางานวิจัย ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางสรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาด

งานวิจัย / สาเหตุ	Lopez et al. (2010)	Mryyian & Tzortzopoulos (2013)	Suther (1998)	Reichart (1988)	Taylor (2007)
ผู้ออกแบบขาดประสบการณ์และความรู้	✓		✓		✓
ความผิดพลาดของมนุษย์	✓			✓	✓
ผิดจากกฎหมายและข้อบังคับ	✓	✓			✓
ปัญหาจากลูกค้า	✓	✓	✓		
ขาดการประสานงานที่ดี	✓		✓		
มีเวลาไม่เพียงพอในการออกแบบ	✓				
การวางแผนไม่ดี			✓		
งบประมาณที่ใช้ในการออกแบบต่ำ			✓		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลในการออกแบบไม่เพียงพอ				✓	✓
การเขียนข้อกำหนดทางเทคนิคผิดพลาด					✓
ขั้นตอนในการออกแบบไม่เหมาะสม					✓
การขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ		✓			

2.3 ผลกระทบจากปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาด

ความผิดพลาดในการออกแบบ (Design error) ส่งผลให้แบบก่อสร้างมีปัญหาต่อในการก่อสร้างหรือการซ่อมบำรุง ความผิดพลาดของการออกแบบหากตรวจสอบพบในช่วงการออกแบบหรือช่วงก่อนการก่อสร้างผู้ออกแบบสามารถเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างให้ถูกต้องโดยไม่ส่งผลกระทบใดๆต่อโครงการ แต่หากพบข้อผิดพลาดของการออกแบบในช่วงหลังการดำเนินงานก่อสร้างไปแล้วและพบความผิดพลาดภายหลังจำเป็นต้องแก้ไขแบบก่อสร้างใหม่และนำไปสู่การแก้ไขงานใหม่ ซึ่งงานวิจัยของ Love, Lopez, Edwards, & Goh (2011) และ Love et al. (2013) พบว่าการออกแบบผิดพลาดนั้นเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อโครงการในหลายด้าน เช่น ผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายของโครงการ, ผลกระทบด้านเวลาของโครงการ, ผลกระทบด้านความปลอดภัยของโครงการ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.1 ผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้างนั้น เมื่อการออกแบบผิดพลาดผู้ว่าจ้างต้องจ่ายเงินเพิ่มเติมจากการเพิ่มเติมแบบหากแบบยังไม่ได้ก่อสร้าง แต่จะมีผลกระทบมากขึ้นเมื่อพบข้อผิดพลาดจากแบบก่อสร้างหลังการก่อสร้างเสร็จแล้ว ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบของโครงการหากเกิดการออกแบบที่ดีจะสามารถลดปัญหาด้านค่าใช้จ่ายเกินงบประมาณของโครงการ โดยงานวิจัยที่ศึกษาสนับสนุนเกี่ยวกับผลกระทบของแบบก่อสร้างที่ผิดพลาดกับค่าใช้จ่ายของโครงการ มีดังนี้

งานวิจัยของ Mills, Love, & Williams (2009) ทำการศึกษาผลกระทบค่าใช้จ่ายในโครงการที่อยู่อาศัยที่สร้างในรัฐวิกตอเรีย ประเทศออสเตรเลียช่วงระหว่างปี ค.ศ.1983 ถึง ค.ศ.1999 โดยรวบรวมข้อมูลจากกองทุนรวมค้ำประกันที่อยู่อาศัย (Housing Guarantee Fund : HGF) เกี่ยวกับ

การเรียกร้องค่าเสียหายของเจ้าทุกข์เมื่อพบความบกพร่องในงานก่อสร้าง พบว่าค่าเสียหายที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4,245 ดอลลาร์ออสเตรเลีย คิดเป็น 4% จากสัญญางานก่อสร้าง

งานวิจัยของ Love & Li (2000) ศึกษาเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 2 โครงการ เรื่องค่าใช้จ่ายเรื่องการรื้อทิ้งเพื่อแก้ไขงานใหม่ โดยแบ่งเป็น 2 สาเหตุ คือ สาเหตุจากการออกแบบ และสาเหตุจากการดำเนินงานก่อสร้าง ซึ่งผลการเก็บข้อมูลพบว่าโครงการทั้งสองเกิดผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย โครงการ A ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากสัญญางานก่อสร้างเนื่องจากการรื้อทิ้งเพื่อแก้ไขงานใหม่ประมาณ 3.15% ซึ่งเกิดจากปัญหาจากการออกแบบถึง 72.06% และปัญหาจากการก่อสร้าง 27.94% และโครงการ B ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากสัญญางานก่อสร้างเนื่องจากการรื้อทิ้งเพื่อแก้ไขงานใหม่ประมาณ 2.40% ซึ่งเกิดจากปัญหาจากการออกแบบถึง 20.96% และปัญหาจากการก่อสร้าง 79.04% ดังนั้นปัญหาจากการออกแบบจึงส่งผลกระทบต่อต้นทุนของโครงการ

จากที่กล่าวมาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบจากสัญญาจ้างเริ่มต้น ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากความผิดพลาดของการออกแบบเนื่องจากแบบก่อสร้างใช้เป็นแบบแผนในการดำเนินงานก่อสร้างหากเกิดความผิดพลาดจากแบบก่อสร้างขึ้น การก่อสร้างอาจจะไม่เป็นไปตามที่กำหนดแนวคิดการออกแบบไว้เริ่มต้น และเมื่อพบข้อผิดพลาดดังกล่าวในภายหลังการก่อสร้างจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการดำเนินงาน

2.3.2 ผลกระทบด้านเวลา

เวลาเป็นไปปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการดำเนินงานก่อสร้าง หากดำเนินการไม่เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้นั้นจะส่งผลให้เจ้าของโครงการจะเสียโอกาสในการใช้งานโครงการตามที่วางแผนไว้ก่อนหน้า ซึ่งงานวิจัยของ ทัต นาควิเชียร (2012) และ สุกุลพัฒน์ คุ้มไพศาล & สุรกานต์ รัตนวิฑูรย์ (2015) รวบรวมสาเหตุและความเสี่ยงที่กระทบต่อเวลา โดยการแก้ไขแบบก่อสร้างเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความล่าช้าของโครงการโดยผู้ออกแบบ เช่น

การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง อาจเกิดข้อผิดพลาดในการออกแบบเนื่องจากการออกแบบเป็นการประสานงานระหว่าง 3 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายสถาปัตยกรรม, ฝ่ายวิศวกรรมโครงสร้าง และฝ่ายวิศวกรรมงานระบบ หากสถาปนิกแก้ไขแบบสถาปัตยกรรมแล้ววิศวกรโครงสร้างและวิศวกรงานระบบไม่ได้แก้ไขตามหรือแก้ไขไม่ครบถ้วนทุกรายการตามที่สถาปนิกแก้ไขไว้อาจทำให้แบบเกิด

ความขัดแย้งของแบบก่อสร้างขึ้น ซึ่งทำให้เสียเวลาในการออกแบบแก้ไขใหม่ และหากแบบก่อสร้างดังกล่าวดำเนินงานก่อสร้างในส่วนนี้แล้วจะต้องเสียเวลาในการรื้อทิ้งเพื่อแก้ไขงานใหม่อีกด้วย

การปรับเปลี่ยนชนิดวัสดุระหว่างการก่อสร้าง เมื่อผู้ออกแบบทำการออกแบบวัสดุไม่เหมาะสมกับการใช้งาน หรือใช้วัสดุไม่เป็นไปตามความต้องการของเจ้าของโครงการจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงวัสดุ เมื่อเปลี่ยนแปลงในช่วงก่อสร้างแล้วจะทำให้เสียเวลาในการสั่งซื้อวัสดุและการจัดส่งวัสดุทำให้งานที่จำเป็นต้องใช้วัสดุนั้นๆหยุดชะงัก

การออกแบบที่ข้อมูลไม่เพียงพอและไม่ชัดเจน เช่น ข้อมูลของสภาพชั้นดินที่ไม่เพียงพอต่อการออกแบบส่งผลให้เกิดความผิดพลาด เมื่อทำงานก่อสร้างใต้ดินแล้วพบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามที่ออกแบบจึงต้องทำการเปลี่ยนแปลงแบบซึ่งเสียเวลาในการรอการแก้ไขแบบและส่งผลให้งานในภาคสนามหยุดชะงักลงเช่นกัน

ดังนั้นแบบก่อสร้างควรมีข้อมูลที่ชัดเจนและเพียงพอต่อการออกแบบ และแบบก่อสร้างควรผ่านการทบทวนแบบก่อสร้างก่อนนำไปก่อสร้าง นอกจากนี้แบบก่อสร้างควรตรวจสอบร่วมกันก่อนส่งให้ฝ่ายก่อสร้างเพื่อดูว่าแบบต่างๆมีความสอดคล้องกันทั้งหมด และไม่ให้เกิดผลกระทบด้านความล่าช้าต่อโครงการก่อสร้าง

2.3.3 ผลกระทบด้านความปลอดภัย

ความปลอดภัยเป็นสิ่งที่สำคัญในการทำงานก่อสร้าง หากการออกแบบเกิดความผิดพลาดขึ้นจะเป็นอันตรายต่อชีวิตและสูญเสียทรัพย์สิน โดย Fonseca, Lima, & Duarte (2014) กล่าวว่าหน่วยงานก่อสร้างยังคงเป็นสถานที่อันตรายและไม่ดีต่อสุขภาพ ความปลอดภัยจึงถูกเสนอให้เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาในช่วงการออกแบบ ซึ่งการวางแผนและการออกแบบความปลอดภัยในงานก่อสร้างที่ดีจะช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดอันตรายในหน่วยงานก่อสร้าง ดังนั้นเอกสารการออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาในผลกระทบด้านความปลอดภัยเป็นสำคัญ

โดยอันตรายที่เกิดจากความบกพร่องของแบบรูปและรายการประกอบแบบ เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดอันตรายและความไม่ปลอดภัยในการทำงานทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวมขึ้นอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุในหน่วยงานก่อสร้าง เช่น การออกแบบอาคารโดยไม่มีรายละเอียดการป้องกันการตกของวัสดุจากที่สูงขณะดำเนินงานก่อสร้าง ซึ่งทำให้เศษวัสดุกระเด็นเข้าตาหรือวัสดุตกกระแทกคนงานจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ได้รับบาดเจ็บ เป็นต้น การออกแบบงานก่อสร้างจึงจำเป็นต้องออกแบบรายละเอียดให้ชัดเจน เพื่อหลีกเลี่ยงเหตุการณ์อันตรายที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดคิด

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เห็นว่าปัญหาการออกแบบผิดพลาดนั้นเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบทางด้านลบต่อโครงการ โดยทำให้เกิดปัญหาในการบริหารจัดการแผนงานให้เป็นไปตามเวลา, การบริหารเงินไม่เป็นไปตามงบประมาณที่ตั้งเป้าหมายไว้ และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อความปลอดภัย ซึ่งปัญหาการออกแบบผิดพลาดนั้นเป็นปัญหาที่ยากต่อการยับยั้งไม่ให้เกิดขึ้นในงานก่อสร้างแต่สามารถบรรเทาให้เกิดความผิดพลาดในการออกแบบให้น้อยลง ในปัจจุบันจึงมีแนวทางในการลดปัญหาแบบก่อสร้างผิดพลาดให้เกิดขึ้นน้อยลงเพื่อลดผลกระทบด้านลบต่อโครงการ โดยจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.4 การลดปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาด

ความผิดพลาดในการออกแบบนั้นพบอยู่เป็นประจำในงานก่อสร้างจึงมีผู้ทำการศึกษาแนวทางการป้องกันและลดการเกิดปัญหาแบบก่อสร้างผิดพลาด เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในรูปแบบเดิม จากการศึกษางานวิจัยพบว่ามีการป้องกันและการลดการเกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาดในหลายรูปแบบ ดังนี้

Suther (1998) ศึกษาแนวทางการลดปัญหาการออกแบบผิดพลาด โดยนำเสนอผ่านคำแนะนำบุคคลที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้าง อันได้แก่ มุมมองของเจ้าของโครงการ, มุมมองของผู้ออกแบบ และมุมมองของผู้รับเหมา ซึ่งทั้ง 3 มุมมองนั้นมีคำแนะนำที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.4 แสดงคำแนะนำแนวทางการลดปัญหาของการออกแบบผิดพลาด (Suther, 1998)

เจ้าของโครงการ	ผู้ออกแบบ	ผู้รับเหมา
- เพิ่มค่าภาษีการออกแบบและจ้างสถาปนิก/วิศวกรที่มีความสามารถ ไม่เริ่มก่อสร้างจนกว่าเอกสารต่างๆจะพร้อม - ให้ความสำคัญในการตรวจสอบภาคสนาม ใช้เวลาและเงินมากขึ้นในขั้นตอนนี้ ขอเอกสารควบคุมคุณภาพของสถาปนิก/วิศวกร เพื่อพิสูจน์ว่าพวกเขาทำการตรวจสอบคุณภาพจริง - ใช้ซอฟแวร์ CAD เพื่อระบุความขัดแย้งต่างฝ่าย สถาปนิก/วิศวกรควรทำการออกแบบรายละเอียดเน้นเชิงโครงสร้าง เจ้าของโครงการควรระบุและสื่อสารถึงความต้องการในช่วงขั้นตอนแรก - ให้สถาปนิก/วิศวกรรับผิดชอบหน้าที่ ใช้เวลาตรวจสอบงานของสถาปนิก/วิศวกรน้อยลง และให้เวลาในการออกแบบเพิ่มขึ้น	- พัฒนาเอกสารรายการตรวจสอบการออกแบบ/การก่อสร้างสำหรับทุกหน้าที่ และทบทวนปัญหาด้านเอกสารที่เคยเกิดขึ้น - แน่ใจว่าแต่ละฝ่ายมีเวลาและกำลังคนในการก่อสร้างโครงการ กำหนดให้มีการประชุมกันของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเป็นระยะ - ยืนยันว่าความต้องการของลูกค้านั้นเป็นไปตามที่ผู้ออกแบบทำตามสัญญา - จัดทำกระบวนการประกันคุณภาพ/ควบคุมคุณภาพ QA/QC ที่ใช้ในทุกๆโครงการ - สถาปนิกอาวุโสทบทวนงาน, งบประมาณเหมาะสมกับเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน, ระวังไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบ, ร่างสัญญาที่ดี - การตัดสินใจและคำสั่งเอกสารต่างๆขึ้นกับเจ้าของ	- จุดประสงค์ของโครงการชัดเจนและรัดกุม - ปรึกษากับผู้รับเหมาสำหรับเทคนิคการปฏิบัติงานก่อสร้าง - ให้เงินและเวลาที่มากขึ้นแก่ผู้ออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- มั่นใจว่าสถาปนิก/วิศวกรได้วางแผนเอกสารควบคุมคุณภาพเป็นอย่างดี - จ่ายค่าตอบแทนดีขึ้น ทำการคัดเลือกสถาปนิก/วิศวกรอย่างดี ให้รางวัลแก่บริษัทดีๆด้วยงานเพิ่มเติม	โครงการโดยเฉพาะสำหรับค่าใช้จ่ายงานวิศวกรรม	

ผลการศึกษาพบว่ามีแนวทางที่ทั้ง 3 ฝ่ายแนะนำตรงกัน คือ การให้เวลาการทำงานแก่ผู้ออกแบบให้เพียงพอ อีกทั้งกำหนดงบประมาณ/ค่าใช้จ่ายที่เป็นไปได้ เพื่อไม่ให้ผู้ออกแบบกดดันในการออกแบบมากเกินไปจนส่งผลให้การออกแบบผิดพลาด นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดทำระบบควบคุมคุณภาพในการออกแบบสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

Love, Lopez, Edwards, et al. (2011) ศึกษาปัจจัยที่ทำให้แบบก่อสร้างผิดพลาดจากโครงการต่างๆในอดีต โดยงานวิจัยดังกล่าวมีความแตกต่างจากงานวิจัยแรกที่แยกสาเหตุของการออกแบบผิดพลาดออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับบุคลากร, ระดับการบริหารจัดการ, ระดับองค์กร โดยการเกิดความผิดพลาดและแนวทางแก้ไขปัญหาแบบก่อสร้างสามารถแบ่งออกตามแต่ละระดับ ผ่านรูปแบบกรอบแนวคิดเชิงระบบ (Systemic framework) โดยกรอบแนวคิดเชิงระบบดังแสดงตารางในรูปที่ 2.4 โดยกรอบแนวคิดเชิงระบบอธิบายข้อจำกัดต่างๆที่เกิดขึ้นในระดับบุคคล, ระดับบริหารจัดการ และระดับองค์กร รวมทั้งแสดงเครื่องมือเชิงบริหารจัดการ เพื่อควบคุมและลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากกระบวนการออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บุคคล (People) ⇔	**องค์กร (Organization)** ⇔	**โครงการ (Project)**
- ระดับทักษะ (skill level) - ประสบการณ์ (experience) - สามัญสำนึกในหน้าที่ (accountability) - สภาพความเป็นอยู่ที่ดี (well being) - กระบวนการคิดที่ไม่ตรงกัน (cognitive dissonance) - ลักษณะบุคลิกภาพ (personality type)	- ขาดการฝึกฝน/การเรียน (lack of training/education) - ทรัพยากรที่ไม่ดี (poor resource) - การบริการไม่ดี (poor management) - ใช้เทคโนโลยีได้ไม่ดี (poor use technology) - กลยุทธ์&ผู้นำไม่ดี (poor strategy&leadership) - ขาดความมืออาชีพ (lack of professionalism)	- ระบบจัดการโครงการที่ไม่ดี (poor project governance) - กำหนดขอบเขตไม่ดี (poor scope defination) - ระบบการจัดซื้อแบบเดิม (traditional procurement) - การประมูลแบบแข่งขันราคา (competitive tendering) - ทัศนคติขัดแย้ง (adversarial attitudes) - การรวบรวมแบบก่อสร้างไม่ดี (poor design integration)

การบริหารจัดการความรู้ (Knowledge management)

การป้องกันการเกิดการออกแบบผิดพลาด (Design error prevention)		
บุคคล (People) - ความรู้ที่เกิดจากการสั่งสม(Situated cognition) - ปรับปรุงพฤติกรรม (Behavior modification) - การจัดการความเครียด (Stress management) - สามารถควบคุมตัวเอง(Personal	**องค์กร (Organization)** - การบริหารจัดการมีคุณภาพ (Quality management) - การฝึกฝน&การพัฒนา (Training&development) - กระบวนการบริหาร (Administrative procedure) - ชุมชนนักปฏิบัติ (Community of practice) - การบริหารจัดการ	**โครงการ (Project)** - กระบวนการจัดซื้อแบบผสมผสาน (Integrated procurement) - สามารถก่อสร้างได้ (Constructability) - กระบวนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขององค์กร (Benchmarking) - การบริหารจัดการความเสี่ยง (Risk management)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

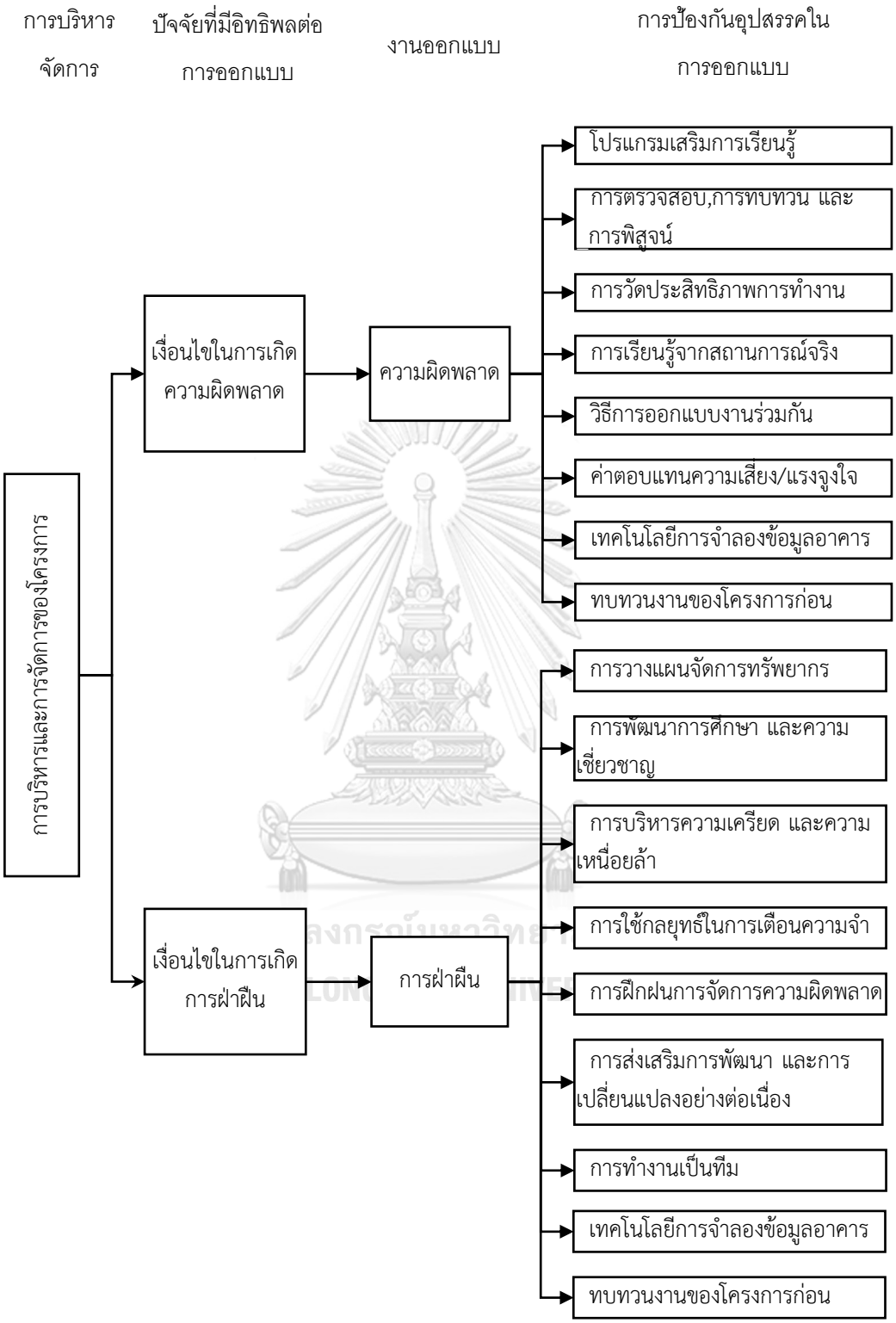
controllability) - แรงจูงใจ (Motivation) - ลดน้ำหนักและออกกำลังกาย (Diet and exercise)	ทรัพยากร (Resource management) - กลยุทธ์&วัฒนธรรม (Strategy&culture) - เทคโนโลยี (Technology)	- ศึกษาวิธีการ (Gateway reviews) - ฝึกฝนอย่างดีเยี่ยม (Champions of practice) - แรงจูงใจในสัญญา (Contractual incentives)

รูปที่ 2.4 กรอบแนวคิดเชิงระบบแสดงการเกิดความผิดพลาดและแนวทางแก้ไขปัญหาแบบก่อสร้างผิดพลาด (Love, Lopez, Edwards, et al., 2011)

ต่อมา Love, Edwards, et al. (2011) พยายามลดปัญหาที่เกิดจากการออกแบบผิดพลาดผ่านรูปแบบกรอบแนวคิดเชิงระบบเช่นกัน โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่พฤติกรรมและวิธีการทำงานทุกช่วงของโครงการ เพื่อลดโอกาสการเกิดความผิดพลาดโดยมนุษย์ ซึ่งขอบข่ายเชิงระบบนี้สร้างขึ้นสำหรับควบคุมและลดการเกิดข้อผิดพลาด ดังแสดงในรูปที่ 2.5

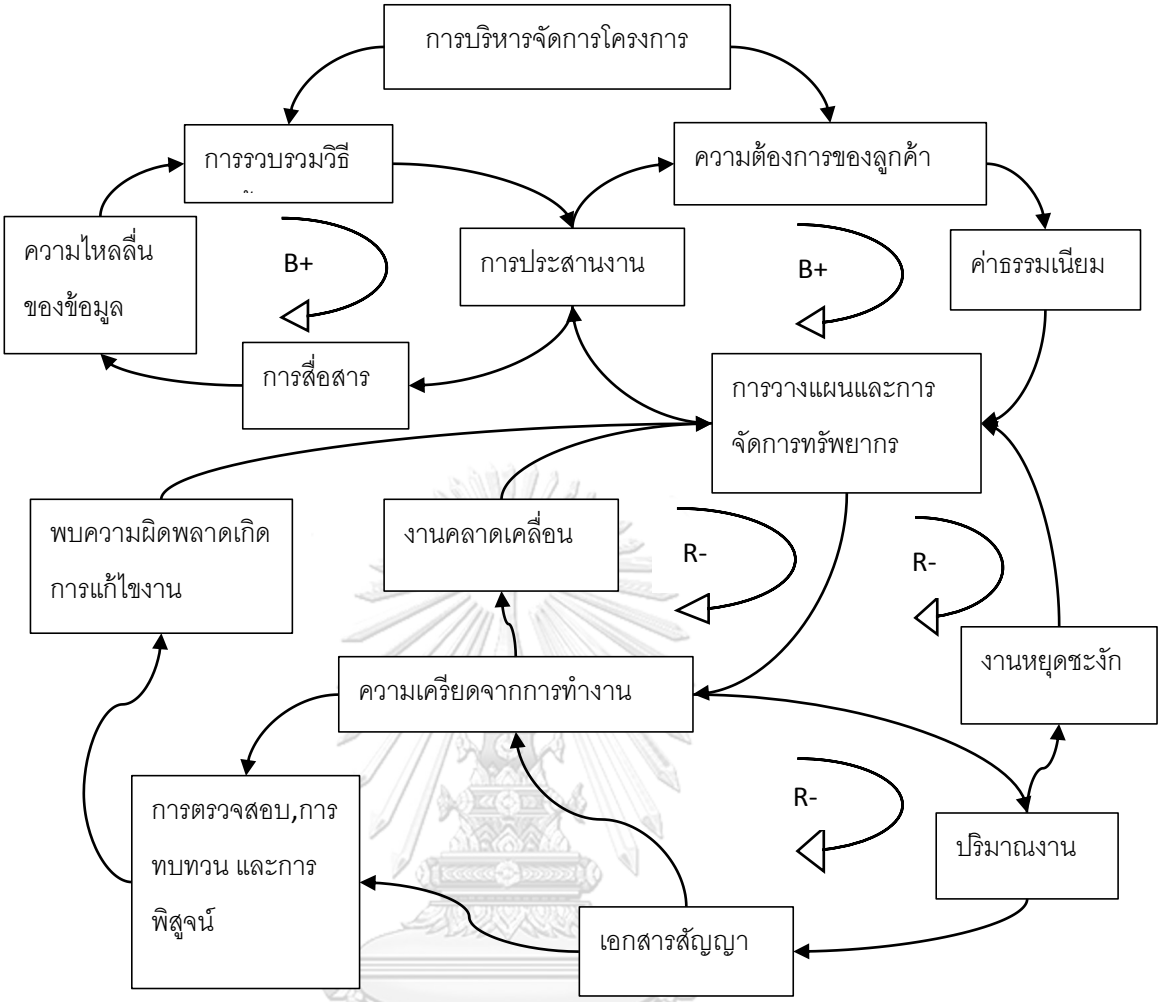
นอกจากนี้ Love, Lopez, Goh, & Davis (2011) ทำการพัฒนาแบบจำลองเชิงระบบเพื่อลดเงื่อนไขที่ทำให้เกิดการออกแบบที่ผิดพลาดระหว่างการจัดซื้อจัดจ้างในโครงการก่อสร้างพื้นฐานแสดงในรูปที่ 2.6 โดยเครื่องหมายบวก (B) ให้ความสนใจกับโครงการ และการบริหารจัดการ ในส่วนเครื่องหมายลบ (R) นั้นให้ความสำคัญกับการฝึกฝนและบุคคลในองค์กร ซึ่งความผิดพลาดในการออกแบบนั้นจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นกับประสิทธิภาพในการจัดการงาน โดยงานวิจัยนี้ให้คำแนะนำว่าการประเมินความเสี่ยงในเอกสารการออกแบบควรถูกรับรองในทุกช่วงของกระบวนการออกแบบเพื่อลดโอกาสการเปลี่ยนแปลงหรือความผิดพลาดในการก่อสร้าง นอกจากนี้ทางเลือกดังกล่าวสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายเกินงบประมาณและแผนระยะเวลาที่ล่าช้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.5 ขอบข่ายเชิงระบบสำหรับควบคุมและลดการเกิดข้อผิดพลาด

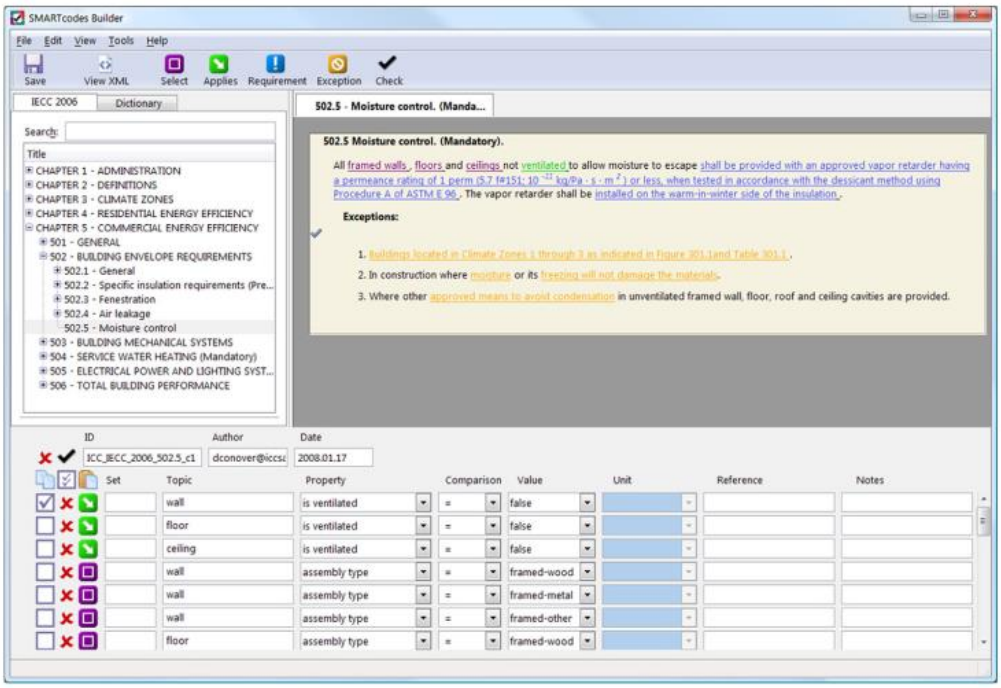
(Love, Edwards, et al., 2011)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 2.6 แบบจำลองเชิงระบบเพื่อลดเงื่อนไขที่ทำให้เกิดแบบก่อสร้างที่ผิดพลาดระหว่างการจัดซื้อจัดจ้างในโครงการก่อสร้างพื้นฐาน (Love, Lopez, Goh, et al., 2011)

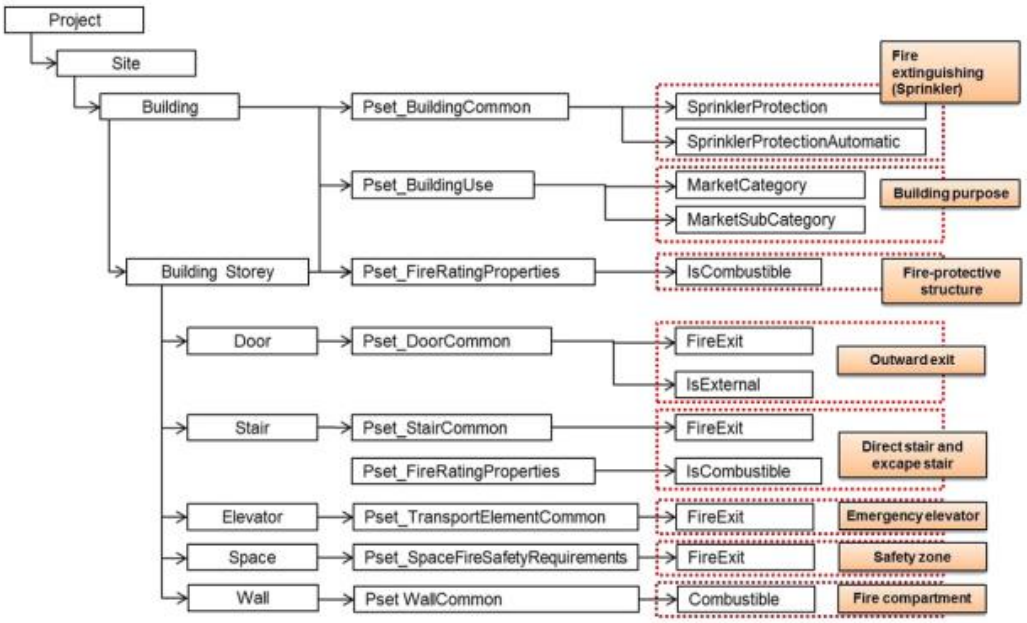
Eastman, Lee, Jeong, & Lee (2009) ศึกษาระบบตรวจสอบเชิงกฎเกณฑ์ที่ประเมินการออกแบบในหลากหลายเกณฑ์ งานวิจัยยกตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น การใช้ ICC SMARTcodes ในโครงการก่อสร้างประเทศอเมริกา เพื่อตรวจสอบข้อบังคับที่เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารซึ่งทางเลือกนี้เป็นทางเลือกหนึ่งที่ครอบคลุมในการตรวจสอบแบบจำลองข้อมูลโครงการ 3 มิติ และสามารถรายงานผลลัพธ์หลังการตรวจสอบ ดังแสดงรูปที่ 2.7



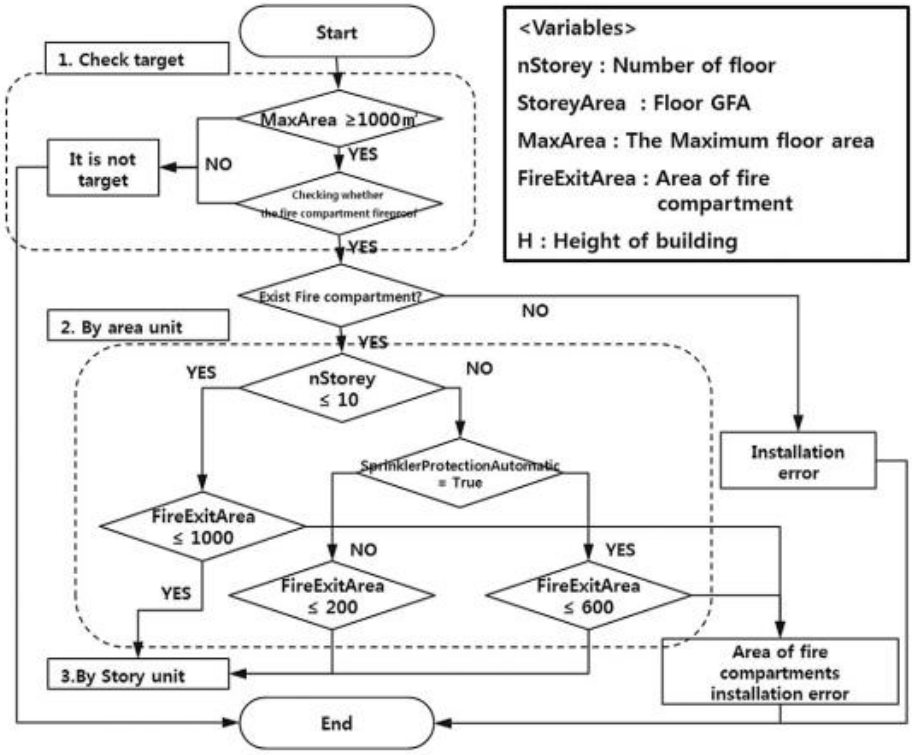
รูปที่ 2.7 ระบบตรวจสอบเชิงกฎเกณฑ์ตรวจสอบข้อบังคับที่เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคาร (Eastman et al., 2009)

Choi, Choi, & Kim (2014) พัฒนาระบบเชิงอัตโนมัติเพื่อให้ผู้ออกแบบและเจ้าของโครงการสามารถตรวจสอบแบบจำลองข้อมูลโครงการ 3 มิติให้เป็นไปตามกฎหมายและข้อบังคับเรื่องการอพยพในประเทศเกาหลีใต้ โดยพัฒนาระบบต้นแบบชื่อว่า InSightBIM-Evacuation รายละเอียดคุณสมบัติสำหรับกฎหมายและข้อบังคับเรื่องการอพยพในระบบตรวจสอบแสดงในรูปที่ 2.8 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจสอบประตู ,บันได, ลิฟต์, ที่ว่าง และกำแพงของระบบอพยพ โดยรูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างระบบการตรวจสอบเรื่องการแบ่งส่วนอาคารเพื่อป้องกันไฟด้วยแนวผนังกันไฟ จะเห็นว่าแต่ละขั้นตอนการทำงานของระบบการตรวจสอบกฎหมายและข้อบังคับนั้นซับซ้อน ซึ่งระบบการตรวจสอบกฎหมายและข้อบังคับดังกล่าวมีประโยชน์สามารถลดปัญหาเรื่องเวลาและลดปัญหาเรื่องทรัพยากรมนุษย์ อีกทั้งลดข้อผิดพลาดของกฎหมายและข้อบังคับเรื่องการอพยพ โดยผลลัพธ์จากการตรวจสอบตามขั้นตอนของระบบจะแสดงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับแบบจำลองข้อมูล 3 มิติซึ่งข้อผิดพลาดสามารถลดลง โดยนำข้อผิดพลาดดังกล่าวมาปรับปรุงคุณภาพของแบบจำลองข้อมูล 3 มิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 2.8 แสดงคำจำกัดความคุณสมบัติสำหรับการใช้ในกฎหมายและข้อบังคับเรื่องการอพยพ (Choi et al., 2014)



รูปที่ 2.9 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานระบบการตรวจสอบกฎหมายและข้อบังคับเรื่องการแบ่งส่วนอาคารเพื่อป้องกันไฟด้วยแนวผนังกันไฟ (Choi et al., 2014)

2.5 ข้อผิดพลาดในเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์

ข้อผิดพลาดในเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์มีลักษณะคือ การออกแบบที่ขาดรายละเอียดที่จำเป็นหรือรายละเอียดไม่เพียงพอในแบบรูปหรือรายการประกอบแบบ เมื่อนำไปใช้ดำเนินการก่อสร้างอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพงานก่อสร้าง โดยงานวิจัยที่ผ่านมามีการศึกษากรณีศึกษาของข้อผิดพลาดในเอกสารการออกแบบอันส่งผลต่อการดำเนินงานในโครงการที่ผ่านมา จนทำให้เกิดข้อบกพร่องต่ออาคารและนำไปสู่การเรียกร้องค่าเสียหายของผู้ว่าจ้าง โดยปัญหารายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์มักเกิดขึ้นอยู่เป็นประจำในการออกแบบงานก่อสร้าง ตามที่ Lam, Kumaraswamy, & Ng (2007) กล่าวว่า เอกสารการออกแบบนั้นพบปัญหาอยู่เป็นประจำ และยังขาดความสอดคล้องกันระหว่างแบบรูปและรายการประกอบแบบ อีกทั้งข้อกำหนดในการก่อสร้างหลายครั้งมักจะเขียนไม่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ทำให้ยากต่อการนำไปใช้ในหน่วยงาน Lam et al. (2007) จึงศึกษากรณีข้อบกพร่องของข้อกำหนดในงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นจากหลายโครงการที่ผ่านมา จากการรวบรวมกรณีศึกษาการเรียกร้องค่าเสียหายเมื่อเกิดข้อผิดพลาดของข้อกำหนดงานก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น

พื้นยางมะตอยภายในอาคารไม่แข็งแรงทนทาน โดยผู้รับผิดชอบงานก่อสร้างคือผู้รับเหมาก่อสร้างรายย่อย ปัญหาเกิดจากผู้รับเหมารายย่อยทำงานพื้นในสัดส่วนเล็กๆไม่เหมาะสม นั้นคือมีความคลาดเคลื่อนของความหนาของยางมะตอยเนื่องจากผู้รับเหมารายย่อยใช้แรงงานทำงานแทนเครื่องจักรในการทำงาน เพราะเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนโดยผู้ออกแบบไม่ระบุถึงขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนและผู้รับเหมารายย่อยทำตามโดยไม่ตรวจสอบความถูกต้อง

การออกแบบวัสดุ Cladding และการติดตั้งไม่เหมาะสม โดยข้อบกพร่องปรากฏขึ้นหลังจากเสร็จสิ้นการก่อสร้าง เนื่องมาจากรายการประกอบแบบอนุญาตให้เกิดการเคลื่อนตัวระหว่างคอนกรีตเสริมเหล็กและวัสดุ Cladding เกินกว่ามาตรฐานกำหนด ส่งผลให้งานก่อสร้างไม่ถูกต้องตรงตามมาตรฐานจึงต้องเปลี่ยนวัสดุหุ้มภายนอกใหม่ทั้งหมด

การขาดป้องกันการหลุดร่อนวัสดุ โดยผู้เชี่ยวชาญพบข้อผิดพลาดในแบบรูปและข้อกำหนดทางเทคนิคเรื่องการขาดสิ่งที่ป้องกันการหลุดร่อนกระเบื้องปูกำแพงของอาคารจนทำให้กระเบื้องตกลงมา ซึ่งหากเกิดการหลุดร่อนของกระเบื้องปูกำแพงจะเป็นอันตรายต่อผู้คนที่สัญจรผ่านบริเวณอาคาร

การขาดรายละเอียดเรื่องเวลาในการตัดคอนกรีต ผู้ออกแบบไม่กำหนดระยะเวลาในการตัดคอนกรีตในข้อกำหนดทางเทคนิคจึงยากที่จะทราบถึงจุดหดตัวที่ผู้ออกแบบต้องการ ทำให้การตบแต่งพื้นผิวไม่ดีพอเนื่องจากระยะบ่มคอนกรีตที่น้อยเกินไป อีกทั้งผู้ออกแบบรายนี้ยังไม่ออกแบบให้มีจุดเชื่อมต่อที่ตำแหน่งเสา จากปัญหาทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดคดีความ 60 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในเรื่องปัญหารอยแตกร้าวของอาคารนั้น ผู้ออกแบบเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

นอกจากนี้งานวิจัย Fonseca et al. (2014) เก็บข้อมูลกรณีศึกษาข้อผิดพลาดจากการออกแบบในรูปแบบต่างๆเพื่อนำมาแก้ไขปัญหา โดยใช้แบบจำลองขั้นตอนการแก้ปัญหาระหว่างการก่อสร้างเพื่อปรับปรุงงานก่อสร้างให้ดีขึ้นและเพื่อความปลอดภัยในการก่อสร้าง ซึ่งงานวิจัยมีการศึกษาปัญหาจากการออกแบบผิดพลาดที่เกิดขึ้นในหน่วยงาน โดยตัวอย่างกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบ เช่น

การขาดรายละเอียดในแบบสถาปัตยกรรมเกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างบัวเชิงผนังกับประตู โดยบัวเชิงผนังมีความหนา 2 เซนติเมตร แต่พื้นที่โดยรอบที่ว่างมีเพียง 1 เซนติเมตร หน้างานจึงจำเป็นต้องแก้ปัญหาโดยให้คนงานใช้เครื่องมือตัดมุมพื้นที่โดยรอบประตู ซึ่งคนงานต้องประมาณระยะการตัดมุมด้วยตัวเองอาจก่อให้เกิดอันตรายขึ้น

การขาดรายละเอียดของการเชื่อมต่อระหว่างวัสดุที่แตกต่างกัน เช่น รายละเอียดการเชื่อมต่อระหว่างวัสดุแกรนิตและวัสดุเซรามิค หากขาดรายละเอียดในส่วนนี้อาจเกิดปัญหาในการดำเนินงานก่อสร้างขึ้น เนื่องจากรายละเอียดการเชื่อมต่อระหว่างวัสดุที่แตกต่างกันนั้นยากต่อการทำงาน เอกสารการออกแบบจึงควรมีรายละเอียดของงานที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ก่อสร้าง

จากที่กล่าวมาปัญหาจากการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบนั้นจะส่งผลต่อการดำเนินงานก่อสร้าง (ความล่าช้าในการทำงาน, การแก้ไขงานใหม่ และยากต่อการทำงาน) อีกทั้งยังส่งผลต่อความปลอดภัย (ความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ และความเสี่ยงต่อสุขภาพ) ดังนั้นงานวิจัยจึงควรศึกษากรณีศึกษาของการเกิดปัญหาการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดปัญหาข้อผิดพลาดในรูปแบบเดิมกับที่เคยพบในโครงการอื่นๆ

2.6 ข้อจำกัดของงานวิจัยที่ผ่านมา

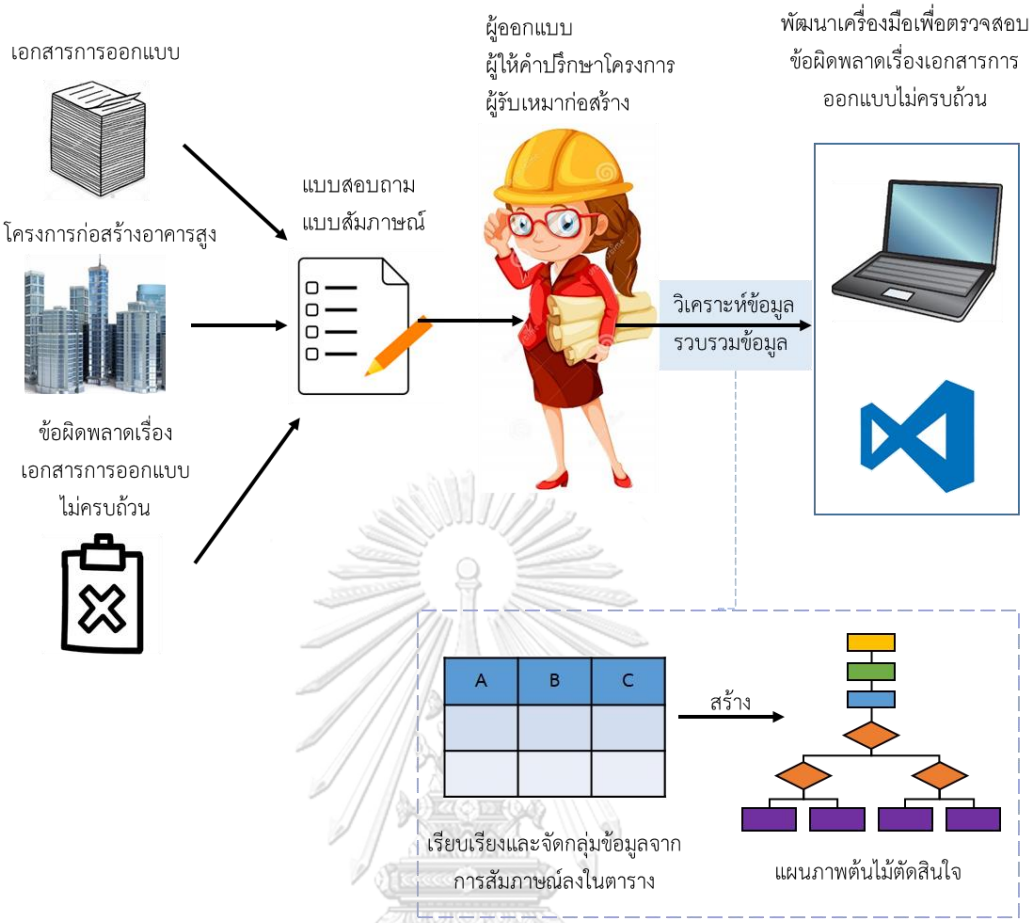
ผลการศึกษางานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับการลดปัญหาแบบก่อสร้างที่ผิดพลาดนั้นโดยส่วนใหญ่จะเน้นการลดปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาดโดยแก้ปัญหาภาพรวมขององค์กร หรือการลดปัญหาการออกแบบผิดพลาดที่เจาะจงเฉพาะเรื่อง ซึ่งการลดปัญหาการออกแบบผิดพลาดที่เจาะจงเฉพาะเรื่องจะเป็นการลดการเกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาดโดยพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ตรวจสอบข้อผิดพลาด การพัฒนาเครื่องมือนั้นแตกต่างกันไปตามเหตุผลที่เหมาะสมของผู้วิจัย โดยการพัฒนาเครื่องมือมีทั้งระบบตรวจสอบแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ อีกทั้งบางส่วนต้องใช้ควบคู่กับเทคโนโลยีแบบจำลอง 3 มิติ แต่ในประเทศไทยนั้นการใช้เทคโนโลยีแบบจำลอง 3 มิติยังไม่เป็นที่แพร่หลายและไม่นิยมเนื่องจากราคาแพง อีกทั้งบุคลากรที่สามารถใช้งานเทคโนโลยีแบบจำลอง 3 มิติมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับบุคลากรที่สามารถใช้งานโปรแกรมออกแบบ 2 มิติ ทำให้ระบบที่ใช้ควบคู่กับเทคโนโลยีแบบจำลอง 3 มิติจึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย สำหรับการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยลดปัญหาในเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบจะต้องใช้องค์ความรู้ (Knowledge) จากประสบการณ์เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด ซึ่งงานวิจัย Lam et al. (2007) ที่ผ่านมารวบรวมข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเรื่องการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบ โดยการสอบถามรูปแบบปัญหาการออกแบบผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบ ซึ่งอาศัยข้อมูลประสบการณ์ในโครงการที่ผ่านมา งานวิจัยดังกล่าวศึกษาเพียงข้อบกพร่องของเอกสารการออกแบบที่ส่งผลต่อการเรียกร้องค่าเสียหายในโครงการก่อสร้างเท่านั้น แต่ยังไม่มีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อลดปัญหาการออกแบบผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบ ทั้งนี้การศึกษารูปแบบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการออกแบบนั้นเป็นประโยชน์เช่นกัน เนื่องจากสามารถศึกษากรณีศึกษาที่เกิดขึ้นในโครงการที่ผ่านมา เพื่อระมัดระวังการเกิดปัญหาการออกแบบในโครงการก่อสร้าง แต่ไม่สามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาการออกแบบผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบและยังต้องใช้เวลามากในการศึกษารายละเอียดข้อผิดพลาดในเอกสารงานวิจัย ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมามีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยตรวจสอบเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์เช่นกัน โดยเครื่องมือสามารถแก้ปัญหาในส่วนของกฎหมายและมาตรฐานต่างๆ แต่การศึกษายังไม่ครอบคลุมปัญหาในส่วนอื่นของเรื่องเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์

งานวิจัยนี้จึงเน้นศึกษาความผิดพลาดในการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบของประเทศไทยที่เกิดจากความผิดพลาดของผู้ออกแบบที่ขาดประสบการณ์และมีผลต่อคุณภาพของอาคาร โดยนำความรู้จากสถาปนิกและวิศวกรโยธาผู้มีประสบการณ์เรื่องแบบก่อสร้างเพื่อหารูปแบบการเกิดปัญหาจากการออกแบบของโครงการก่อสร้างอาคารสูงในเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ เพื่อนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้และพัฒนาเครื่องมือระบบตรวจสอบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งระบบกึ่งอัตโนมัติจะต้องอาศัยมนุษย์ช่วยในการตรวจสอบความผิดพลาดของการออกแบบในเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ โดยผู้ใช้โปรแกรมเสมือนกับรับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญผ่านเครื่องมือระบบตรวจสอบ ซึ่งการใช้โปรแกรมจะสะดวกและประหยัดเวลาในการใช้งานมากกว่าการศึกษาข้อมูลผ่านเอกสาร เครื่องมือนี้จึงเป็นทางเลือกที่ดีและครอบคลุมกว่าสำหรับงานก่อสร้างในประเทศไทย

2.7 กรอบการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาเอกสารการออกแบบในช่วงระหว่างการดำเนินงานก่อสร้างโครงการประเภทอาคารสูง เพื่อหาแนวทางการตรวจสอบเรื่องการขาดรายละเอียดของแบบรูปและรายการประกอบแบบ สำหรับใช้ในการออกแบบงานก่อสร้างอาคารสูง โดยสำรวจและเก็บข้อมูลจากวิศวกรและสถาปนิกผู้มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างโครงการประเภทอาคารสูงผ่านการใช้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ ต่อจากนั้นรวบรวบข้อมูลจากแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบการออกแบบไม่สมบูรณ์เบื้องต้นในโครงการประเภทอาคารสูงต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.10 แสดงกรอบการศึกษาของงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินงานวิจัย ได้แก่ ลักษณะของงานวิจัย, ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย, กรอบการเก็บข้อมูล, วิธีการเก็บข้อมูล, การวิเคราะห์ข้อมูล, การพัฒนาแนวทางตรวจสอบการออกแบบที่ผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ ซึ่งแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ลักษณะของงานวิจัย

ลักษณะของงานวิจัยในงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วนตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ได้แก่

3.1.1 งานวิจัยเชิงสำรวจ (Exploratory research)

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของความผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบงานก่อสร้าง งานวิจัยนี้จึงใช้การสำรวจประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ (Experience survey) และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Expert interview) โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การสำรวจสาเหตุการออกแบบรายการประกอบแบบและแบบรูปผิดพลาด และการสัมภาษณ์ข้อมูลสาเหตุและปัญหาการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบในงานก่อสร้างอาคารสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2 งานวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied research)

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบเรื่องการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบงานก่อสร้างอาคารสูง งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นนำผลวิจัยไปแก้ปัญหาหรือสร้างประโยชน์เชิงปฏิบัติ โดยรวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลสาเหตุและปัญหาของการออกแบบผิดพลาดในเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบจากการสัมภาษณ์ โดยนำองค์ความรู้ (Knowledge-based) ที่ได้จากการสัมภาษณ์และวิเคราะห์ข้อมูลมาพัฒนาให้เป็นระบบฐานความรู้ (Knowledge-based system) หลังจากนั้นจึงนำระบบฐานความรู้มาพัฒนาระบบเพื่อช่วยสำหรับตรวจสอบปัญหาการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบเบื้องต้น

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษาและค้นคว้าเอกสารงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการออกแบบผิดพลาดในโครงการก่อสร้าง อันได้แก่ การออกแบบสำหรับงานก่อสร้าง, สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาด, ผลกระทบจากการออกแบบผิดพลาด และการลดปัญหาการออกแบบผิดพลาด อีกทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อผิดพลาดในเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่เพียงพอ เพื่อศึกษารูปแบบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างเบื้องต้น จากนั้นจึงแบ่งการเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.2.1 การเก็บข้อมูลเบื้องต้นจากแบบสอบถามเพื่อหาสาเหตุเรื่องแบบรูปและรายการประกอบแบบผิดพลาด

การเก็บข้อมูลส่วนนี้เริ่มจากการพัฒนาแบบสอบถามสาเหตุการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทย เพื่อทราบถึงปัญหาที่เกี่ยวกับการออกแบบในโครงการก่อสร้างเบื้องต้นของประเทศไทย โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ วิศวกร และสถาปนิกที่ทำงานในโครงการก่อสร้าง จำนวน 45 คนขึ้นไป จากนั้นจึงรวบรวมแบบสอบถาม และนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อนำข้อมูลทางสถิติมาสนับสนุนขอบเขตของงานวิจัยที่ใช้ศึกษาในการเก็บข้อมูลหัวข้อถัดไป

3.2.2 การเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วน สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

3.2.2.1 การสัมภาษณ์สาเหตุและผลกระทบของปัญหาเอกสารการออกแบบรายละเอียดไม่ครบถ้วน

การเก็บข้อมูลส่วนนี้เริ่มจากการพัฒนาแบบสัมภาษณ์รอบที่ 1 โดยรายละเอียดของแบบสัมภาษณ์รอบที่ 1 ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เกี่ยวข้องกับข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ และส่วนที่ 2 เกี่ยวกับรายการสาเหตุและปัญหาของการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบ โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย ผู้ออกแบบ 10 คน, ผู้ให้คำปรึกษา 10 คน และผู้รับเหมา 10 คน และเมื่อสัมภาษณ์ในรอบที่ 1 เรียบร้อยแล้ว จึงรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3.2.2.2 การสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบด้านคุณภาพของงานก่อสร้างเมื่อรายละเอียดในเอกสารการออกแบบไม่เพียงพอ โดยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ในรอบแรกมาเรียบเรียงเพื่อสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

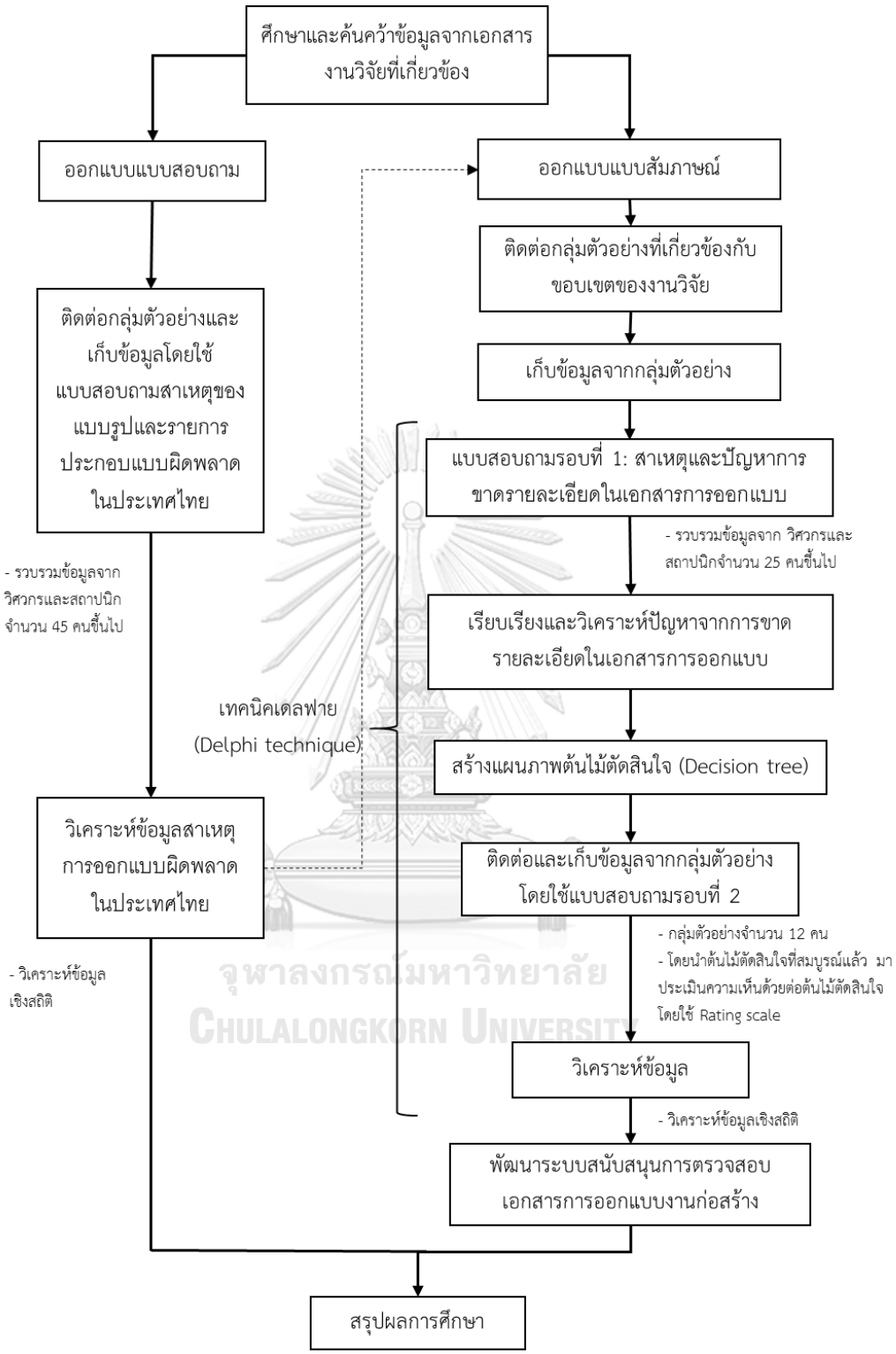
หลังจากสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจเรียบร้อยจึงนำไปใช้สัมภาษณ์รอบที่ 2 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลสาเหตุและผลกระทบด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นเมื่อขาดรายละเอียดของแต่ละรายการปัญหา โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างรอบที่ 2 มีจำนวน 12 คน และใช้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมกับการสัมภาษณ์รอบแรกมาประเมินแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ สำหรับการประเมินแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจนั้นใช้วิธี Rating scale ซึ่งแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ หลังจากรวบรวมแบบสอบถามรอบที่ 2 และวิเคราะห์ผลของข้อมูลแผนภูมิต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ หากพบว่ามีความน่าเชื่อถือตามเกณฑ์ของเทคนิคเดลฟายจึงนำข้อมูลแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจมาพัฒนาระบบตรวจสอบ

3.2.2.3 การพัฒนาระบบตรวจสอบ

หลังจากขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูลจึงนำแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจที่ผ่านเกณฑ์ประเมินมาพัฒนาระบบสำหรับตรวจสอบรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนในโครงการก่อสร้างอาคารสูง

เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนครบถ้วน สุดท้ายจึงนำข้อมูลทั้งหมดมาสรุปผลการศึกษาของงานวิจัย ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น แสดงรายละเอียดในรูปที่ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.3 สาเหตุเรื่องแบบรูปและรายการประกอบแบบผิดพลาดในประเทศไทย

การเก็บข้อมูลในส่วนนี้เพื่อทราบถึงสาเหตุการออกแบบที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างประเทศไทยเบื้องต้น เพื่อนำข้อมูลไปพัฒนาเนื้อหางานวิจัยให้สอดคล้องกับปัญหาเรื่องการออกแบบผิดพลาดในปัจจุบันของประเทศไทย ซึ่งพัฒนาแบบสอบถามโดยอ้างอิงจาก NBS specification report 2017 และปรับปรุงข้อมูลคำถามเพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัยโดยสอบถามทั้งปัญหาของแบบรูปและรายการประกอบแบบ

3.3.1 กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล

ขนาดตัวอย่างในการเก็บข้อมูลแบบสอบถามเรื่องสาเหตุการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทยใช้วิธี Taro Yamane (1967) โดยสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างตามระดับความเชื่อมั่นแสดงดังต่อไปนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

โดย n = ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้

N = จำนวนประชากรที่ทราบค่า

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Allowable error)

โดยกลุ่มตัวอย่างสำหรับการตอบแบบสอบถามเรื่องสาเหตุของแบบรูปและรายการประกอบแบบผิดพลาดในประเทศไทย ได้แก่ วิศวกรโยธา และสถาปนิกที่เคยทำงานในโครงการก่อสร้าง ซึ่งจำนวนวิศวกรและสถาปนิกที่มีใบอนุญาตสำหรับประกอบวิชาชีพ แสดงดังตารางที่ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่าจำนวนวิศวกรและสถาปนิกที่มีใบอนุญาตโดยประมาณ

อาชีพ	สถาปนิก	วิศวกรโยธา	รวม
จำนวนผู้มีใบอนุญาต (คน)	17,000	58,893	75,893

หมายเหตุ จำนวนผู้มีใบอนุญาตขึ้นทะเบียนกับสภาวิศวกร ข้อมูล ณ 15 พ.ย. 2559
จำนวนผู้มีใบอนุญาตขึ้นทะเบียนกับสภาสถาปนิก ข้อมูล ณ เม.ย. 2556

จากประชากรโดยประมาณ 75,893 คนข้างต้น ซึ่งมีจำนวนประชากรอยู่ในช่วงระหว่าง 75,000-100,000 คน โดยใช้ความเชื่อมั่นระดับ 85% (e=0.15) จากการคำนวณจึงใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 45 คนขึ้นไป

3.3.2 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลในส่วนนี้ใช้การสำรวจด้วยแบบสอบถาม (Survey Questionnaire) โดยรูปแบบคำถามที่ใช้ในแบบสอบถามเป็นคำถามปลายปิด ที่ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่เตรียมไว้แล้ว ซึ่งรูปแบบตัวเลือกมี 2 รูปแบบ คือ ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกได้เพียงตัวเลือกเดียว และในบางคำถามผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกคำตอบได้หลายตัวเลือก นอกจากนี้แบบสอบถามยังประกอบด้วยคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามแนะนำการเขียนเอกสารการออกแบบให้สมบูรณ์กับผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ทำงานน้อย ทำให้ทราบความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ทำงาน โดยงานวิจัยนี้นำความคิดเห็นมาใช้สำหรับการพัฒนาและปรับปรุงระบบการตรวจสอบเอกสารการออกแบบให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และเมื่อรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงสถิติ โดยเรียงลำดับตามค่าความถี่จากการเลือกคำตอบของผู้ตอบแบบสอบถาม ผลวิเคราะห์เชิงสถิติที่ได้จึงนำไปสนับสนุนการเก็บข้อมูลโดยแบบสัมภาษณ์ในหัวข้อถัดไป

3.4 การเก็บข้อมูลสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์รอบที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเก็บข้อมูลส่วนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากข้อมูลในส่วนนี้ต้องนำไปใช้พัฒนาเครื่องมือต่อไป ข้อมูลจึงควรมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือจึงทำการเก็บข้อมูลเพื่อรวบรวมประสบการณ์และความรู้จากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาอันได้แก่ วิศวกรโยธา และสถาปนิก โดยรายละเอียดของการเก็บข้อมูลมีดังนี้

3.4.1 กลุ่มตัวอย่างและขอบเขตในการเก็บข้อมูล

การเลือกกลุ่มตัวอย่างสำหรับการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างตามความเชี่ยวชาญของผู้ให้สัมภาษณ์ เนื่องจากการตอบแบบสัมภาษณ์เป็นการเล่าประสบการณ์ถึงสาเหตุและปัญหาเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารสูง จึงจำเป็นต้องสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับโครงการอาคารสูง เพื่อทราบสาเหตุและปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจริง โดยขอบเขตในการเก็บข้อมูลมีดังนี้

1. สอบถามปัญหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายผู้ออกแบบ, ฝ่ายผู้รับเหมาก่อสร้าง และฝ่ายที่ปรึกษาโครงการ โดยผู้เชี่ยวชาญต้องมีประสบการณ์การทำงาน 5 ปีขึ้นไปและเคยทำงานในโครงการก่อสร้างประเภทอาคารสูง

2. ศึกษาเอกสารการออกแบบในช่วงระหว่างดำเนินงานก่อสร้างโดยเน้นศึกษาความผิดพลาดด้านขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ และศึกษาสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบ 2 หมวดงาน ได้แก่ งานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรม

3.4.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างการสัมภาษณ์รอบที่ 1

ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการสัมภาษณ์รอบที่ 1 ใช้การคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยวิธี Taro Yamane (1967) โดยจากประชากรวิศวกรและสถาปนิกที่มีใบอนุญาตโดยประมาณ 75,893 คน (ตารางที่ 3.1) มีจำนวนประชากรอยู่ในช่วงระหว่าง 75,000-100,000 คน เนื่องจากเป็นการสัมภาษณ์รอบนี้มีการกำหนดรายละเอียดของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ประสบการณ์มาก จึงใช้การคำนวณความเชื่อมั่นที่ระดับ 80% (e=0.20)

จากผลการคำนวณที่กล่าวมาข้างต้น การสัมภาษณ์รอบที่ 1 นี้จึงใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 25 คนขึ้นไป อันประกอบด้วย ฝ่ายผู้ออกแบบ 10 คน, ฝ่ายผู้ให้คำปรึกษา 10 คน และฝ่ายผู้รับเหมา 10 คน โดยการสัมภาษณ์แบ่งจำนวนตามอาชีพในแต่ละฝ่ายประกอบด้วย วิศวกรโยธา 8 คน และสถาปนิก 2 คน

3.4.3 เครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูลรอบที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ ซึ่งแบบสัมภาษณ์ในส่วนนี้ใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured interview) โดยการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง คือ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างผนวกกับการใช้คำถามปลายเปิด (Opened-end questionnaire) เมื่อเริ่มการสัมภาษณ์ต้องแจ้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยให้แก่ผู้ให้สัมภาษณ์ก่อน เพื่อให้ผู้ให้สัมภาษณ์เข้าใจถึงรูปแบบงานวิจัยเบื้องต้น โดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือสำหรับสอบถามถึงกรณีศึกษาของปัญหารายละเอียดไม่เพียงพอในเอกสารการออกแบบที่พบในงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการสัมภาษณ์ข้อมูลประมาณ 1-2 ชั่วโมง/คน โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งการตอบคำถามเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

3.4.3.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ในส่วนนี้จะเป็นการเก็บข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ชื่อ, ช่วงอายุ, อาชีพ, ตำแหน่ง และประสบการณ์ในการทำงานด้านวิศวกรรม/สถาปัตยกรรม เพื่อทราบข้อมูลเบื้องต้นของผู้ให้สัมภาษณ์ (รูปที่ 3.2)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ_____ เบอร์โทรศัพท์ _____

   อีเมล์ _____

2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 25-35 ปี ☐ 35 ปีขึ้นไป
3. อาชีพ ☐ สถาปนิก ☐ วิศวกรโยธา
4. ตำแหน่ง_____
5. ประสบการณ์ในการทำงานด้านวิศวกรรม/สถาปัตยกรรม _____ ปี

รูปที่ 3.2 แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

3.4.3.2 ส่วนที่ 2 สาเหตุและปัญหาเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนที่เกิดขึ้นในโครงการอาคารสูง

ในส่วนนี้จะแบ่งการตอบแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสาเหตุและปัญหาของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนในโครงการอาคารสูง โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน (รูปที่ 3.3) ได้แก่

ก) การพบหรือไม่พบสาเหตุและปัญหาเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนในโครงการก่อสร้างอาคารสูง

ในส่วนนี้เป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยผู้ให้สัมภาษณ์ตอบคำถามตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งแบ่งการตอบคำถามเป็น 2 ตัวเลือก (Simple category scale) เพื่อสอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ถึงประสบการณ์ที่ผ่านมา ผู้ให้สัมภาษณ์เคยพบปัญหาจากการออกแบบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนของโครงการก่อสร้างอาคารสูงในหัวข้อต่างๆหรือไม่ ซึ่งการขาดรายละเอียดนั้นต้องส่งผลกระทบต่อคุณภาพของงานก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยการตอบคำถามแบ่งออกเป็น 2 ตัวเลือก คือ พบและไม่พบข้อผิดพลาดในหัวข้อดังกล่าว ซึ่งแยกคำถามออกเป็น 2 หมวดใหญ่ คือ หมวดวิศวกรรม และหมวดสถาปัตยกรรม ประกอบด้วย 17 หัวข้อในการสัมภาษณ์ ได้แก่ งานดิน, งานเสาเข็ม, งานฐานราก, งานคอนกรีตเสริมเหล็ก, งานคอนกรีตสำเร็จรูป, งานเหล็กรูปพรรณ, งานผนัง, งานผิวพื้น/ผิวผนัง, งานฝ้าเพดาน, งานดาดฟ้า, งานไม้, งานกระจก, งานโลหะและเบ็ดเตล็ด, งานกันซึม, งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง, งานสี และงานสุขภัณฑ์

ข) รายการสาเหตุและปัญหาเกี่ยวกับรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนในโครงการก่อสร้างอาคารสูง

ในส่วนนี้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างในเรื่องรูปแบบสาเหตุและปัญหาเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนในโครงการก่อสร้างอาคารสูง แบบสอบถามในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามบอกเล่าถึงรูปแบบความผิดพลาดของการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบโครงการอาคารสูง และผลกระทบด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นเมื่อขาดรายละเอียดดังกล่าวจากประสบการณ์ทำงานที่ผ่านมา

งาน		คะแนน	
		พบ	ไม่พบ
งานดินและงานปรับพื้นที่	ก	☐	☐
รายการปัญหา: ข _____ _____ _____ _____ _____ _____			

รูปที่ 3.3 แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 2 สาเหตุและปัญหาเรื่องรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนที่เกิดขึ้นในโครงการอาคารสูง

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เรียบร้อย จึงนำข้อมูลดังกล่าวไปเรียบเรียงและวิเคราะห์ข้อมูลสาเหตุการเกิดข้อผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ และผลกระทบด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นต่อไป

3.5 การวิเคราะห์สาเหตุและปัญหาจากการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ

การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ ในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเรียบเรียงสาเหตุและปัญหาจากการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบมาจัดให้อยู่กลุ่มเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกัน โดยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ในรอบที่ 1 มาเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน โดยตัวอย่างแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการจัดกลุ่มข้อมูลจากการสัมภาษณ์

งาน ①	**สาเหตุ ②**	**ปัญหา ③**
งานที่ 1	สาเหตุที่ 1 สาเหตุที่ 1.1 สาเหตุที่ 1.2	1) ด้านวิศวกรรมโครงสร้าง 2) ด้านสถาปัตยกรรม
	สาเหตุที่ 2.1 สาเหตุที่ 2.2	
	....	
	สาเหตุที่ n	

จากตาราง คอลัมน์ที่ ① จะเกี่ยวกับงานต่างๆที่อยู่ในหมวดงานโครงสร้างและหมวดงานสถาปัตยกรรม โดยนำหัวข้องานอ้างอิงและดัดแปลงจากมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2553 กรมแบบแผน ซึ่งประกอบด้วย 17 งาน ได้แก่ งานดิน, งานเสาเข็ม, งานฐานราก, งานคอนกรีตเสริม

เหล็ก, งานคอนกรีตสำเร็จรูป, งานเหล็กรูปพรรณ, งานผนัง, งานผิวพื้น/ผิวผนัง, งานฝ้าเพดาน, งานดาดฟ้า, งานไม้, งานกระจก, งานโลหะและเบ็ดเตล็ด, งานกันซึม, งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง, งานสี , งานสุขภัณฑ์

ส่วนคอลัมน์ที่ ② จะเกี่ยวกับข้อมูลสาเหตุเรื่องการออกแบบไม่สมบูรณ์จากการเก็บข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญ โดยเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อนำข้อมูลส่วนที่ได้เรียบเรียงและจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้วไปสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดเพิ่มเติมในบทที่ 5 ต่อไป

สุดท้ายคอลัมน์ที่ ③ จะเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดจากสาเหตุการขาดรายละเอียดหรือรายละเอียดไม่สมบูรณ์ โดยแต่ละสาเหตุจะมีปัญหาผลกระทบต่อคุณภาพที่แตกต่างกันไป ซึ่งขอบเขตงานวิจัยสนใจ 2 ด้าน ได้แก่ ผลกระทบด้านวิศวกรรมโครงสร้างและด้านสถาปัตยกรรม

เมื่อเรียบเรียงข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลจากการสังเกต โดยสังเกตข้อมูลที่มีสาเหตุเดียวกัน แต่มีผลกระทบต่อด้านคุณภาพของงานก่อสร้างที่ต่างกัน เนื่องจากเหตุผลหรือเงื่อนไขใด เพื่อนำส่วนข้อมูลที่มีความแตกต่างดังกล่าวมาสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

3.6 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

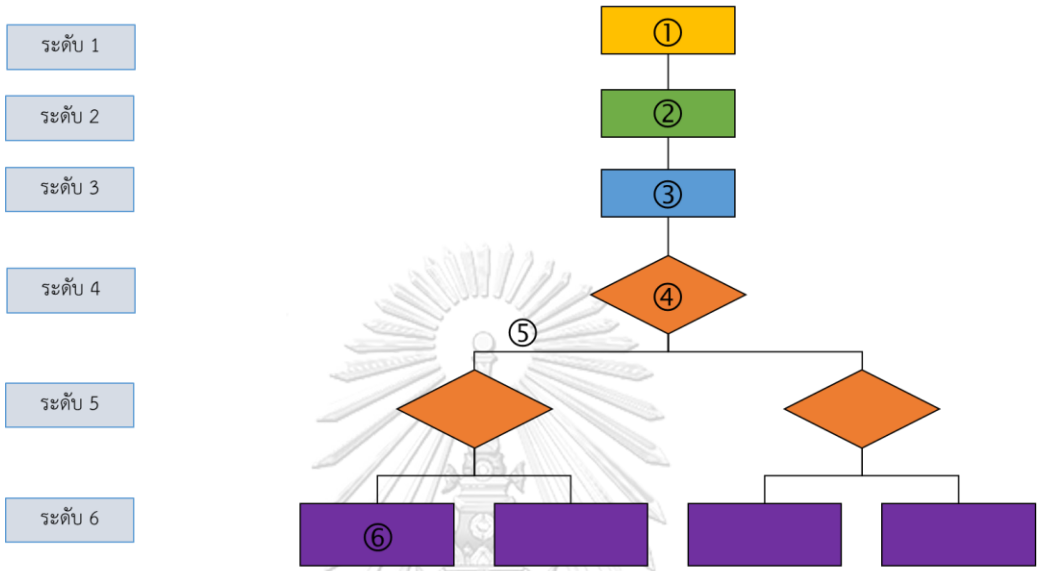
แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ (Decision trees) เป็นวิธีจำแนกข้อมูล (Data classification) ออกเป็นกลุ่มต่างๆ โดยใช้คุณสมบัติ (Attribute) สำหรับจำแนกข้อมูล (ชัดชัย แก้วตา & อัจฉรา มหาวีรวัฒน์, 2010) รูปแบบการทำงานของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจเป็นการตอบคำถามว่าใช่/ไม่ใช่ในแต่ละข้อ หรือแบ่งการตอบตามตัวเลือกที่กำหนด เมื่อตอบคำถามเกี่ยวกับประเด็นคำถามส่วนแรกจึงนำไปสู่การตอบคำถามข้อต่อไป และเมื่อตอบคำถามสิ้นสุดจะแสดงผลลัพธ์ของผลกระทบด้านคุณภาพของงานก่อสร้าง

โดยแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจใช้รูปแบบประโยคการใช้เหตุผล คือ if...then... ในส่วนของประโยคที่ตามหลัง If คือ การแสดงสาเหตุและเงื่อนไข และประโยคที่ตามหลัง Then คือ การแสดงผลลัพธ์

IF (ถ้า) <สาเหตุและเงื่อนไข> THEN (แล้ว) <ผลลัพธ์>

3.6.1 องค์ประกอบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

หลังจากเรียบเรียงและวิเคราะห์ข้อมูล จึงนำข้อมูลมาจำแนกใส่แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ โดยองค์ประกอบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ เป็นดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างองค์ประกอบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

หมายเลข ① สัญลักษณ์ คือ หัวข้อประเภทของงาน

หมายเลข ② สัญลักษณ์ คือ หัวข้อประเภทของเอกสารการออกแบบ

หมายเลข ③ สัญลักษณ์ คือ หัวข้อย่อยเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ที่ต้องตรวจสอบ

หมายเลข ④ สัญลักษณ์ คือ คำถามในหัวข้อย่อย ซึ่งในงานวิจัยนี้คำถามจะเกี่ยวกับสาเหตุการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบ และเกี่ยวกับเงื่อนไขของสาเหตุการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบ

หมายเลข ⑤ สัญลักษณ์ คือ ตัวเลือกคำตอบจากคำถาม ซึ่งคำตอบสามารถมีมากกว่า 2 ตัวเลือก โดยประกอบด้วยคำตอบ ใช่/ไม่ใช่ และคำตอบที่เป็นเงื่อนไขเพิ่มเติม

หมายเลข ⑥ สัญลักษณ์ คือ ผลลัพธ์ของแผนภาพ ในงานวิจัยนี้ผลลัพธ์จะกล่าวถึงผลกระทบด้านคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตของงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากแผนภาพ รูปที่ 3.4 ในระดับที่ 1-3 จะเกี่ยวกับหัวข้อของปัญหาการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบของแต่ละงาน โดยเรียงลำดับจากหัวข้อใหญ่ไปหัวข้อย่อย เช่น งานเสาเข็ม → รายการประกอบแบบเสาเข็มตอก → การเก็บวางเสาเข็ม เป็นต้น ซึ่งระดับที่ 1-3 จะเป็นลำดับที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงในแต่ละแผนภาพ ในส่วนระดับที่ 4 เป็นต้นไปจะเกี่ยวกับคำถามและคำตอบในหัวข้อดังกล่าว ซึ่งหนึ่งแผนภาพสามารถมีคำถามได้หลายคำถามและไม่จำกัดจำนวนระดับ อีกทั้งตัวเลือกสำหรับการตอบคำถามนั้นสามารถมีมากกว่า 2 ตัวเลือก และจำนวนคำตอบขึ้นอยู่กับคำถามนั้นๆ โดยทุกแผนภาพจะต้องปิดท้ายด้วยผลลัพธ์ของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

3.7 การเก็บข้อมูลสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์รอบที่ 2

3.7.1 กลุ่มตัวอย่างการสัมภาษณ์รอบที่ 2 เป็นต้นไป

ขั้นตอนนี้ใช้เทคนิคเดลฟาย โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างของผู้เชี่ยวชาญให้มีจำนวนอย่างน้อย 12 คน ซึ่งเลือกจากผู้เชี่ยวชาญท่านเดิมกับการสัมภาษณ์รอบแรก ผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์รอบที่ 2 ต้องประสบการณ์การทำงานด้านสถาปัตยกรรมหรือด้านวิศวกรรมมากกว่า 10 ปีขึ้นไป ที่สะดวกสำหรับการให้สัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถาม

3.7.2 เครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูลรอบที่ 2 เป็นต้นไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย คือ แบบสอบถาม โดยในรอบที่ 2 แบบสอบถามเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญถึงความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งประกอบด้วยสาเหตุและผลกระทบด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นเนื่องจากรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วน โดยประเมินความน่าเชื่อถือและความถูกต้องด้วยวิธี Rating scale เพื่อวิเคราะห์ความเห็นด้วยต่อข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญ

3.7.3 การวิเคราะห์ความเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญด้วย Rating scale

หลังจากการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์รอบที่ 3 เป็นต้นไปซึ่งเป็นการตรวจสอบความเห็นด้วยของผลกระทบทางด้านคุณภาพในแผนภูมิต้นไม้ตัดสินใจที่สมบูรณ์เรียบร้อยด้วยวิธี Rating scale โดยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์รอบที่ 2 มาวิเคราะห์ข้อมูล Rating scale หากข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและความถูกต้องตามเกณฑ์ในทุกหมวดจะจบขั้นตอนการเก็บข้อมูล แต่หากข้อมูลไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของเทคนิคเดลฟายจะต้องสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำตอบที่แตกต่างจากกลุ่มให้ประเมิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเห็นด้วยของข้อมูลใหม่ ถ้าผู้เชี่ยวชาญยังยืนยันคำตอบเดิมจะต้องแนบเหตุผลที่เลือกคำตอบนั้น เมื่อขั้นตอนนี้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อข้อมูลจากการสัมภาษณ์ดังกล่าวไปพัฒนาระบบต่อไป

3.7.3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating scale)

แบบสอบถามแบบมาตราสวนประเมินค่า (Rating scale) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็นถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังสามารถเขียนคำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาข้อมูลให้ดีขึ้น สำหรับการวิเคราะหขอมูลของแบบสอบถามนี้จะหาค่ามัธยฐานและฐานนิยม อีกทั้งค่าพิสัยระหวางควอไทล์ (Interquartile Range; IR)

ตารางที่ 3.3 ความหมายของคะแนน Rating scale

คะแนน	ความหมายของคะแนน
1	เห็นด้วยน้อยที่สุด
2	เห็นด้วยน้อย
3	เห็นด้วยปานกลาง
4	เห็นด้วยมาก
5	เห็นด้วยมากที่สุด

โดยกำหนดช่วงของการวัดดังนี้

$$\text{ความกว้างอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5-1}{5} = 0.8$$

แบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 คะแนนตั้งแต่ 1.00-1.80 หมายถึง ระดับเห็นด้วยน้อยที่สุด

ระดับที่ 2 คะแนนตั้งแต่ 1.81-2.60 หมายถึง ระดับเห็นด้วยน้อย

ระดับที่ 3 คะแนนตั้งแต่ 2.61-3.40 หมายถึง ระดับเห็นด้วยปานกลาง

ระดับที่ 4 คะแนนตั้งแต่ 3.41-4.20 หมายถึง ระดับเห็นด้วยมาก

ระดับที่ 5 คะแนนตั้งแต่ 4.21-5.00 หมายถึง ระดับเห็นด้วยมากที่สุด

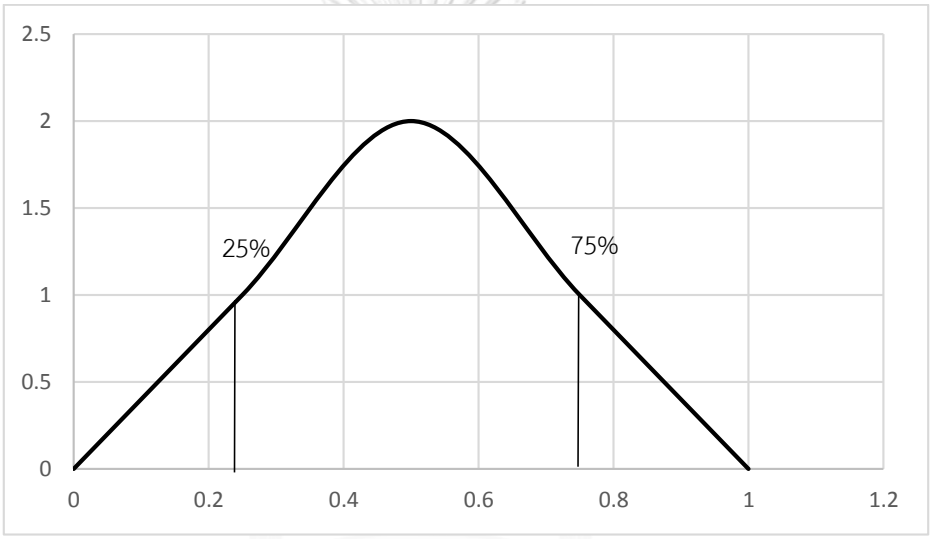
ดังนั้นเมื่อต้องการทราบปัญหามีความถูกต้องและความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับใด ให้พิจารณาตามค่าเฉลี่ยของคะแนน

พิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range; IR)

$$IR = Q_3 - Q_1$$

Q_3 = คะแนนที่แบ่งกลุ่มตัวอย่าง 75%

Q_1 = คะแนนที่แบ่งกลุ่มตัวอย่าง 25%



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงพิสัยระหว่างควอไทล์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.7.3.2 เกณฑ์การตรวจสอบด้วยค่าฐานนิยมและค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์

สำหรับแบบประมาณค่า 5 ระดับจะใช้เกณฑ์การประเมิน คือ ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างค่ามัธยฐานและฐานนิยมมีค่าไม่เกิน 1.00 และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ไม่เกิน 1.50 ถือว่าความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกัน โดยข้อมูลที่นำมาใช้พัฒนาระบบตรวจสอบต้องมีระดับค่ามัธยฐานมากกว่าหรือเท่ากับ 3.41 คือ เห็นด้วยมากและเห็นด้วยมากที่สุด

3.8 การพัฒนาระบบตรวจสอบการออกแบบที่ผิดพลาดเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ

หลังจากผู้วิจัยวิเคราะห์คุณสมบัติของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ จึงนำข้อมูลจากขั้นตอนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลมาพัฒนาเครื่องมือสำหรับเป็นแนวทางการตรวจสอบเอกสารการออกแบบเพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการออกแบบให้มีความถูกต้อง โดยการพัฒนาเครื่องมือใช้แนวคิดของระบบผู้เชี่ยวชาญเชิงฐานความรู้ (Knowledge-based system) สำหรับลดปัญหาความผิดพลาดของการออกแบบเกี่ยวกับการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบ เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบเอกสารการออกแบบเบื้องต้น ซึ่งระบบนี้เป็นการนำความรูของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาสร้างเป็นระบบ แล้วให้เครื่องมือทำหน้าที่แนะนำแทนผู้เชี่ยวชาญ

3.8.1 แนวคิดการพัฒนาระบบ

สำหรับการพัฒนาระบบ ในงานวิจัยนี้ใช้ระบบการสร้างเว็บเพจ โดยเขียนด้วยภาษา HTML5, CSS3 และ Javascript ซึ่งเป็นภาษาใหม่ที่มีความทันสมัย (กังวาน อัศวไชยวศิน & อรพิน ประวัติบริสุทธ์, 2013) อีกทั้งเว็บเพจสามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์, อุปกรณ์สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต และรองรับทั้งระบบ iOS และระบบ android นอกจากนี้ยังสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหว, ไฟล์เสียง และไฟล์วีดีโอ โดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรม Flash Player หรือติดตั้ง Plug in อื่นๆเพิ่มเติม โดยภาษาที่ใช้มีหน้าที่ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

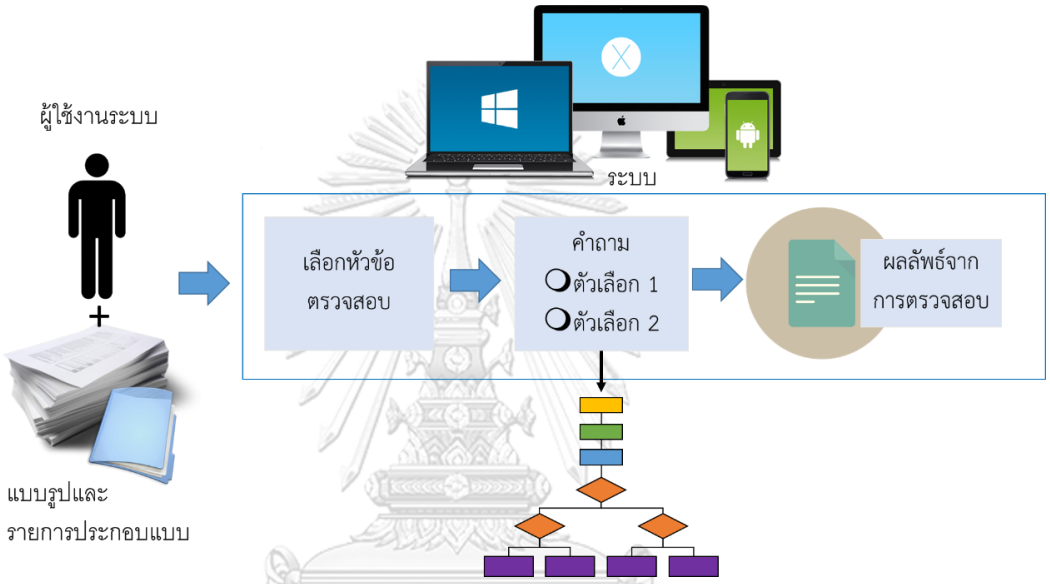
HTML5 (HyperText Markup Language) เป็นภาษาที่ใช้สำหรับสร้างเว็บเพจ โดยเว็บเพจที่สร้างจะแสดงขึ้นจะถูกแสดงผ่านเว็บเบราเซอร์ เช่น Internet Explorer, Google chrome, Safari เป็นต้น

CSS3 (Cascading Style Sheets) เป็นภาษาที่ใช้สำหรับตบแต่งรูปแบบการแสดงผลของเว็บเพจให้สวยงามด้วยการกำหนดสไตล์การตบแต่ง เช่น กำหนดการแสดงผลของภาพพื้นหลัง, เส้นขอบ และลักษณะของข้อความ เป็นต้น เพื่อนำไปใช้งานกับเว็บเพจทุกหน้าที่เขียนขึ้นด้วยภาษา HTML ทำให้สามารถกำหนดรูปแบบการตบแต่งเว็บเพจทั้งหมดให้แสดงผลในสไตล์เดียวกัน

Javascript เป็นภาษาที่ใช้สำหรับจัดการกับพฤติกรรมต่างๆของเว็บเพจโดยเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เว็บเพจสามารถสื่อสารและโต้ตอบกับผู้ใช้งาน

3.8.2 แนวคิดการทำงานของระบบ

ผู้ใช้งานระบบจะต้องทำการตรวจสอบด้วยตนเองโดยนำแบบรูปและรายการประกอบแบบมาตรวจสอบแต่ละหัวข้อ การทำงานเริ่มจากผู้ใช้งานระบบเลือกหัวข้อตรวจสอบที่สนใจ ระบบจะแสดงผลเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อนั้นโดยดึงข้อมูลความรู้ของผู้เชี่ยวชาญจากแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ และเมื่อตรวจสอบสิ้นสุด ระบบจะแสดงผลลัพธ์ของการตรวจสอบแก่ผู้ใช้งาน โดยแนวคิดการทำงานของระบบตรวจสอบแสดงในรูป 3.6



รูปที่ 3.6 แนวคิดการทำงานของระบบตรวจสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.8.3 การทดสอบการทำงานของระบบ

การทดสอบการทำงานของระบบจะทดสอบระบบด้วยวิธี Black box testing (Functional testing) เป็นวิธีที่ดูเฉพาะหน้าต่างของโปรแกรมและผลลัพธ์ที่ได้ (แสดงรูปที่ 3.7) ซึ่งสามารถทดสอบระบบด้วยตัวเอง โดยการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ใส่เข้าไปในระบบนั้นแสดงผลลัพธ์ตรงตามแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจหรือไม่

รูปที่ 3.7 แสดงการทดสอบระบบด้วยวิธี Black box testing

บทที่ 4

การวิเคราะห์สาเหตุเรื่องการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทย

บทที่ 4 จะเกี่ยวข้องกับสาเหตุการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทย โดยบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสาเหตุการออกแบบผิดพลาดจากผู้มีประสบการณ์ในโครงการก่อสร้าง เพื่อนำข้อมูลมาสนับสนุนแนวคิดของระบบตรวจสอบการออกแบบผิดพลาดให้สอดคล้องกับสาเหตุการออกแบบผิดพลาดที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ในบทที่ 4 กล่าวถึง วิธีการออกแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่, ขั้นตอนของงานก่อสร้างที่ยังคงเขียนและปรับปรุงเอกสารการออกแบบ, สาเหตุที่ทำให้แบบรูปและรายการประกอบแบบยากต่อการใช้งาน และคำแนะนำสำหรับการเขียนเอกสารการออกแบบให้สมบูรณ์ โดยเนื้อหาในบทที่ 4 เป็นการวิเคราะห์เชิงสถิติถึงข้อมูลที่มีโอกาสการเกิดมากที่สุดในแต่ละหัวข้อ

4.1 สาเหตุของการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทย

จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยจากบทที่ 2 พบว่าสาเหตุในการเกิดการออกแบบผิดพลาดเป็นไปได้หลากหลายประการ ผู้วิจัยจึงเรียบเรียงสาเหตุการออกแบบผิดพลาดเพื่อสอบถามความคิดเห็นเรื่องการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทยกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง โดยเนื้อหาของแบบสอบถามอ้างอิงจาก NBS specification report ปี 2017 และเนื้อหาจากการค้นคว้าข้อมูลงานวิจัยในบทที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

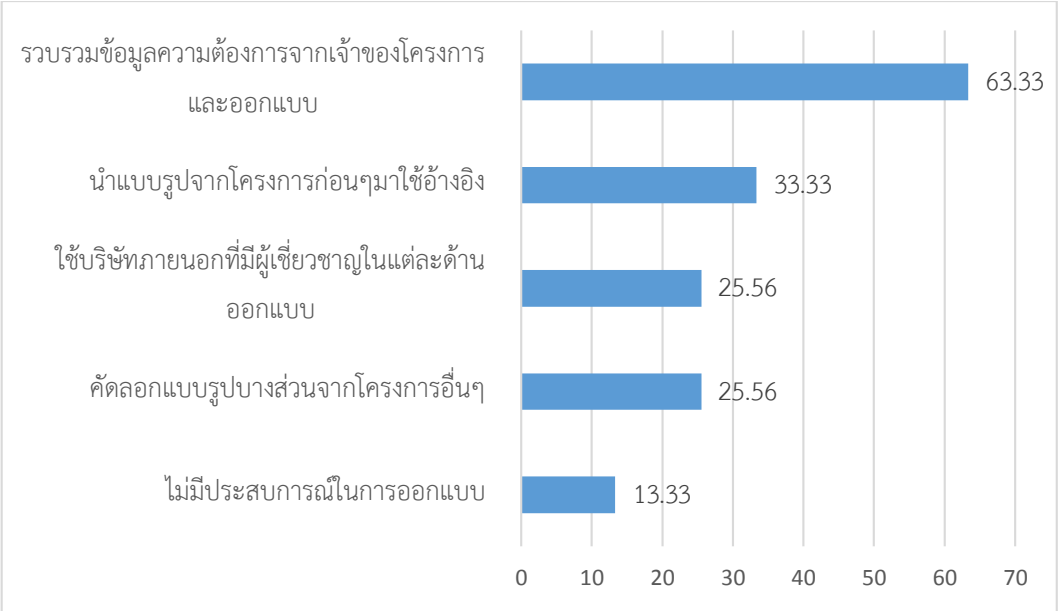
วิธีการเก็บข้อมูลใช้วิธีการสอบถามโดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ ซึ่งบุคคลที่สามารถเข้าตอบแบบสอบถามต้องมีบาร์โค้ดเพื่อแสกนเข้าสู่แบบสอบถามออนไลน์ ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลที่งานสัมมนาวิศวกรรมโยธาเพื่อเก็บข้อมูลเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องงานก่อสร้าง โดยเก็บข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น 90 คน อันประกอบด้วย ฝ่ายผู้ออกแบบ 26 คน, ฝ่ายผู้รับเหมาก่อสร้าง 25 คน, ฝ่ายผู้ควบคุมงานก่อสร้าง 20 คน, ฝ่ายเจ้าของโครงการ 16 คน และอื่นๆ 3 คน ซึ่งประสบการณ์การทำงานเฉลี่ยของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์ประมาณ 14 ปี โดยข้อมูลจากการรวบรวมการตอบแบบสอบถามเป็นดังนี้

4.1.1 วิธีการออกแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่

ผู้ออกแบบมีหน้าที่สำคัญในการออกแบบกำหนดรายละเอียดเอกสารการออกแบบให้ตรงตามความต้องการของเจ้าของโครงการเมื่อเริ่มต้นโครงการใหม่ หากผู้ออกแบบมีการวางแผนการออกแบบที่ดีและตรวจสอบรายละเอียดให้ถูกต้องตามความต้องการของเจ้าของโครงการ โอกาสในการเกิดความผิดพลาดในการออกแบบจะเป็นไปได้น้อย หัวข้อนี้จึงสำรวจข้อมูลเรื่องวิธีการออกแบบเอกสารการออกแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่ทั้ง 2 ส่วน คือ แบบรูป และรายการประกอบแบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1.1 แบบรูป

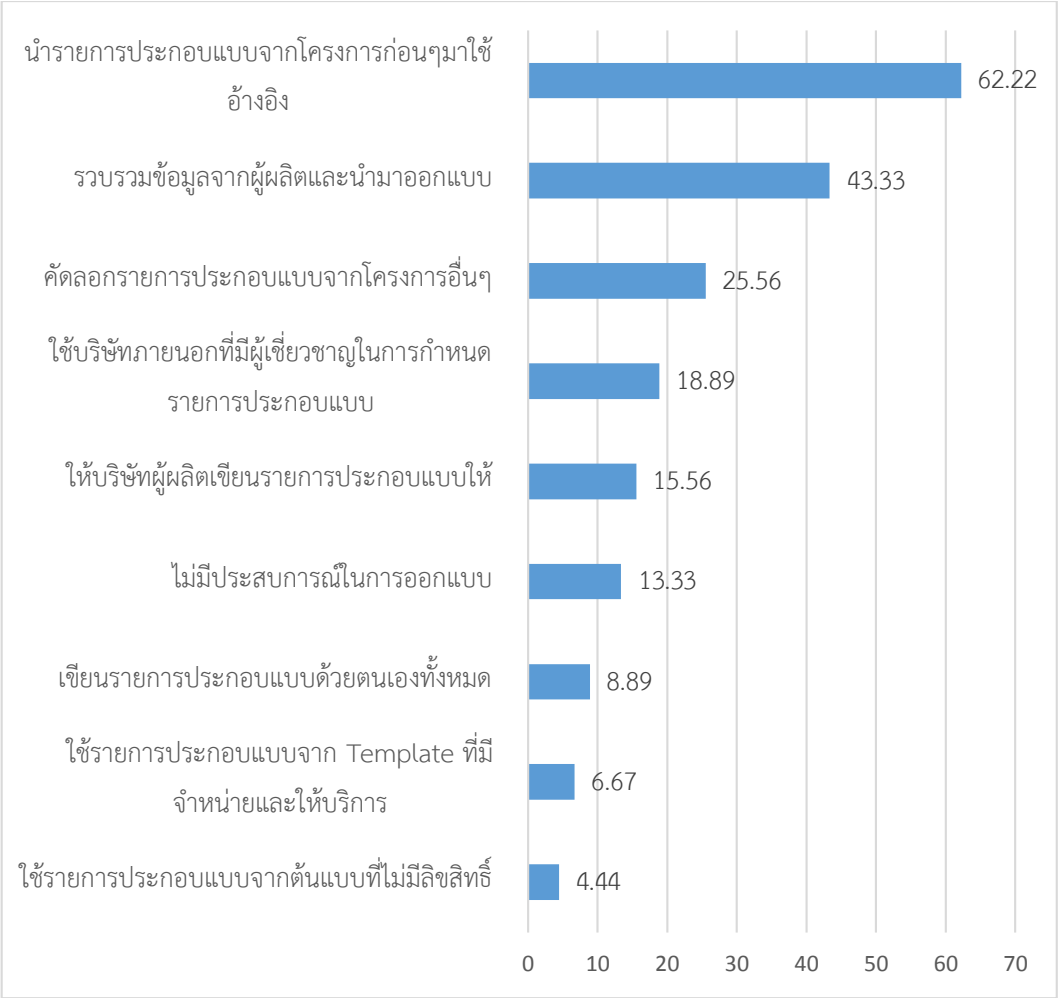
สำหรับวิธีการออกแบบสำหรับแบบรูปเมื่อเริ่มโครงการใหม่ จากการเก็บข้อมูลพบว่าโดยส่วนใหญ่ 63.33% ของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าใช้วิธีรวบรวมข้อมูลความต้องการจากเจ้าของโครงการและนำข้อมูลไปออกแบบเอกสารการออกแบบ สำหรับอันดับต่อมา คือ การนำแบบรูปจากโครงการก่อนๆมาใช้อ้างอิง ซึ่งคิดเป็นจำนวน 33.33% ของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยวิธีนี้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดในการออกแบบเกิดขึ้น เนื่องจากอาจไม่ได้ปรับเปลี่ยนข้อมูลบางส่วนให้เหมาะสมกับโครงการหรือตรงกับความต้องการของเจ้าของโครงการ นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นๆสำหรับการออกแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่ เช่น ใช้บริษัทภายนอกที่มีผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านออกแบบ และคัดลอกแบบรูปบางส่วนจากโครงการอื่นๆ พบจำนวน 25.56% ของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นต้น ซึ่งการคัดลอกแบบรูปบางส่วนจากโครงการอื่นๆส่งผลให้แบบรูปอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้น เพราะข้อมูลที่คัดลอกอาจไม่เหมาะสมกับโครงการที่นำมาใช้ โดยรายละเอียดข้อมูลทางสถิติเรื่องวิธีการออกแบบสำหรับแบบรูปเมื่อเริ่มโครงการใหม่แสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วิธีการออกแบบสำหรับแบบรูปเมื่อเริ่มโครงการใหม่

4.1.1.2 รายการประกอบแบบ

สำหรับวิธีการออกแบบสำหรับรายการประกอบแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่ จากการเก็บข้อมูลพบว่าโดยส่วนใหญ่คิดเป็น 62.22% ของผู้ตอบแบบสอบถาม นำรายการประกอบแบบจากโครงการก่อนๆมาใช้อ้างอิง ซึ่งสามารถก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการเขียนรายการประกอบขึ้น ในบางโครงการเกิดการใส่รายละเอียดที่ไม่จำเป็นขึ้นในรายการประกอบแบบ เช่น การให้รายละเอียดการทำงานของเสาเข็มตอกและเสาเข็มเจาะ แต่โครงการกำหนดใช้เฉพาะเสาเข็มเจาะ อันส่งผลให้หน้างานเกิดความสับสนในการเตรียมงาน เป็นต้น อันดับต่อมา คือ รวบรวมข้อมูลจากผู้ผลิตและนำมาออกแบบซึ่งคิดเป็น 43.33% ของผู้ตอบแบบสอบถาม และ 25.56% ของผู้ตอบแบบสอบถามสำหรับวิธีคัดลอกรายการประกอบแบบจากโครงการอื่นๆ ซึ่งสำหรับการคัดลอกจากโครงการอื่นนั้นสามารถเกิดการออกแบบผิดพลาดเช่นเดียวกับการนำรายการประกอบแบบจากโครงการก่อนๆมาใช้อ้างอิง โดยรายละเอียดข้อมูลเชิงสถิติของวิธีการออกแบบสำหรับรายการประกอบแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วิธีการออกแบบสำหรับรายการประกอบแบบเมื่อเริ่มโครงการใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

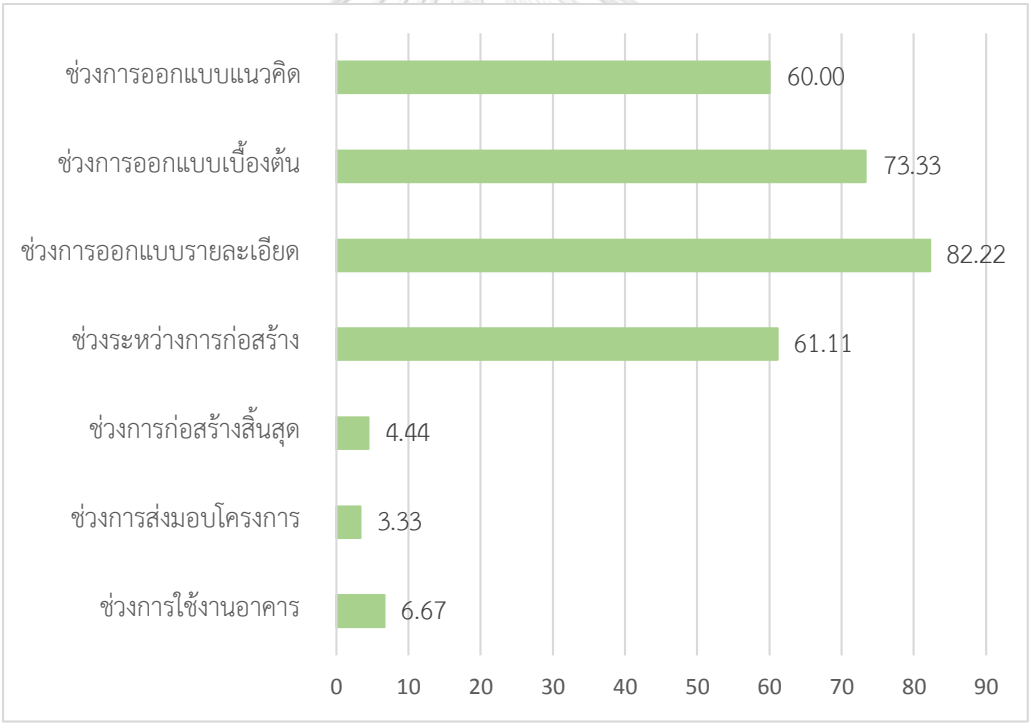
การตอบแบบสอบถามนี้มีจำนวนผู้ไม่มีประสบการณ์ในการออกแบบทั้งสิ้น 10 คน โดยประกอบด้วย ฝ่ายผู้รับเหมาโครงการ 7 คน, ฝ่ายผู้ควบคุมงานก่อสร้าง 2 คน และ ฝ่ายเจ้าของโครงการ 1 คน ซึ่งทั้ง 10 ท่านเป็นผู้ที่ความเกี่ยวข้องกับการใช้งานแบบรูปและรายการประกอบแบบ จึงนำข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มนี้มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลในหัวข้ออื่นๆเช่นเดียวกับกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในการออกแบบ

4.1.2 ขั้นตอนของงานก่อสร้างที่ยังคงเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบ

จากการเก็บข้อมูลขั้นตอนของงานก่อสร้างที่ยังคงเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบ (แสดงในรูปที่ 4.3) พบว่าช่วงที่มีการเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบมากที่สุด คือ ช่วงการออกแบบเบื้องต้นคิดเป็น 73.33% ของผู้ตอบแบบสอบถาม และช่วงการออกแบบ

รายละเอียดคิดเป็น 82.22% ของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งทั้ง 2 ช่วงเป็นช่วงการออกแบบก่อนทำการก่อสร้าง แต่หลังจากขั้นตอนการออกแบบ จากการเก็บข้อมูลพบว่าในช่วงระหว่างการก่อสร้างยังคงพบการเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบเป็นจำนวนมากซึ่งคิดเป็น 61.11% ของผู้ตอบแบบสอบถาม เมื่อสิ้นสุดการก่อสร้างในบางโครงการยังคงมีการเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบเช่นกันแต่พบเพียงจำนวนน้อยเท่านั้น

ช่วงการออกแบบรายละเอียดควรเป็นช่วงที่เอกสารการออกแบบพร้อมใช้งาน เพื่อนำไปใช้วางแผนสำหรับวางแผนการก่อสร้างและประเมินการใช้งานวัสดุและอุปกรณ์อย่างแม่นยำ แต่จากการเก็บข้อมูลยังคงมีการเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบหลังจากช่วงการออกแบบรายละเอียดอยู่จำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงระหว่างการก่อสร้าง งานวิจัยนี้จึงสนใจการเก็บข้อมูลการออกแบบความผิดพลาดในช่วงระหว่างการก่อสร้างโครงการ



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนของงานก่อสร้างที่ยังคงเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบ

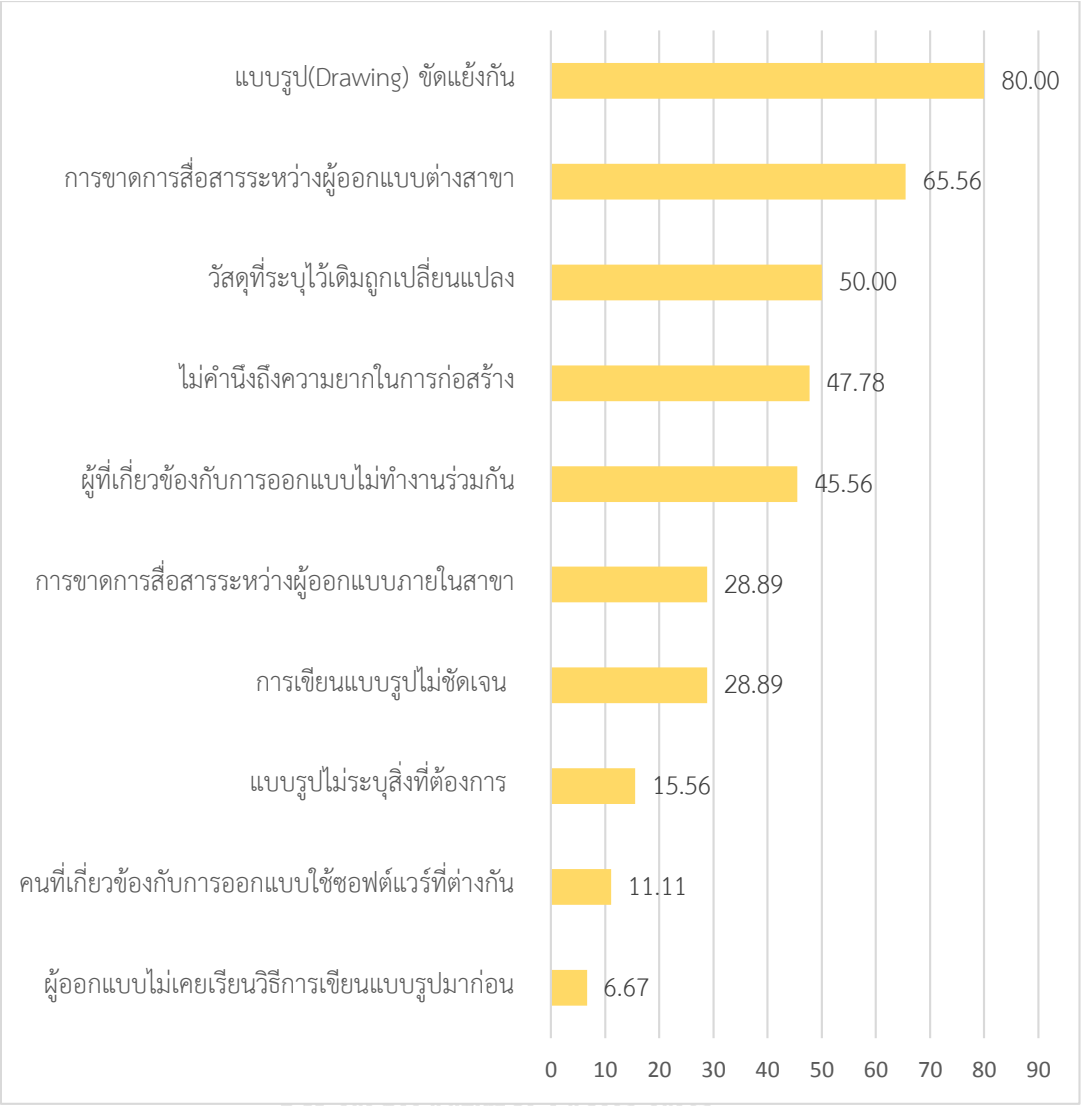
4.1.3 สาเหตุที่ทำให้แบบรูปและรายการประกอบแบบยากต่อการใช้งาน

จากการเก็บข้อมูลสาเหตุที่ทำให้แบบรูปและรายการประกอบแบบยากต่อการใช้งานในโครงการก่อสร้าง สามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ แบบรูป และรายการประกอบแบบดังต่อไปนี้

4.1.3.1 แบบรูป

ผลการศึกษาพบว่าสาเหตุที่ทำให้แบบรูปยากต่อการใช้งานเกิดจากแบบรูปขัดแย้งกันพบเป็น 80% ของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งหากกำหนดรายละเอียดแบบรูปขัดแย้งกันจะส่งผลให้ผู้รับเหมาเกิดความสับสนในการจัดเตรียมวัสดุที่นำมาใช้สำหรับการก่อสร้าง ลำดับต่อมาเกี่ยวกับการขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบต่างสาขาซึ่งคิดเป็น 65.56% ของผู้ตอบแบบสอบถาม การขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบเป็นหนึ่งสาเหตุที่ทำให้แบบรูปยากต่อการใช้งาน เนื่องจากแบบรูปในงานก่อสร้างมีหลากหลายประเภท เช่น แบบงานสถาปัตยกรรม, แบบวิศวกรรมงานโครงสร้าง และแบบวิศวกรรมงานระบบ เป็นต้น ซึ่งแบบรูปทุกส่วนงานควรมีข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ซึ่งหากขาดการสื่อสารที่ดีจะส่งผลต่อความผิดพลาดของแบบรูป นอกจากนี้ปัญหาการสื่อสารนั้นร่วมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบไม่ทำงานร่วมกันซึ่งคิดเป็น 45.56% ของผู้ตอบแบบสอบถาม และการขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบภายในสาขา 28.89% ของผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้แบบรูปยากต่อการใช้งานทั้งหมดจากการสอบถามแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

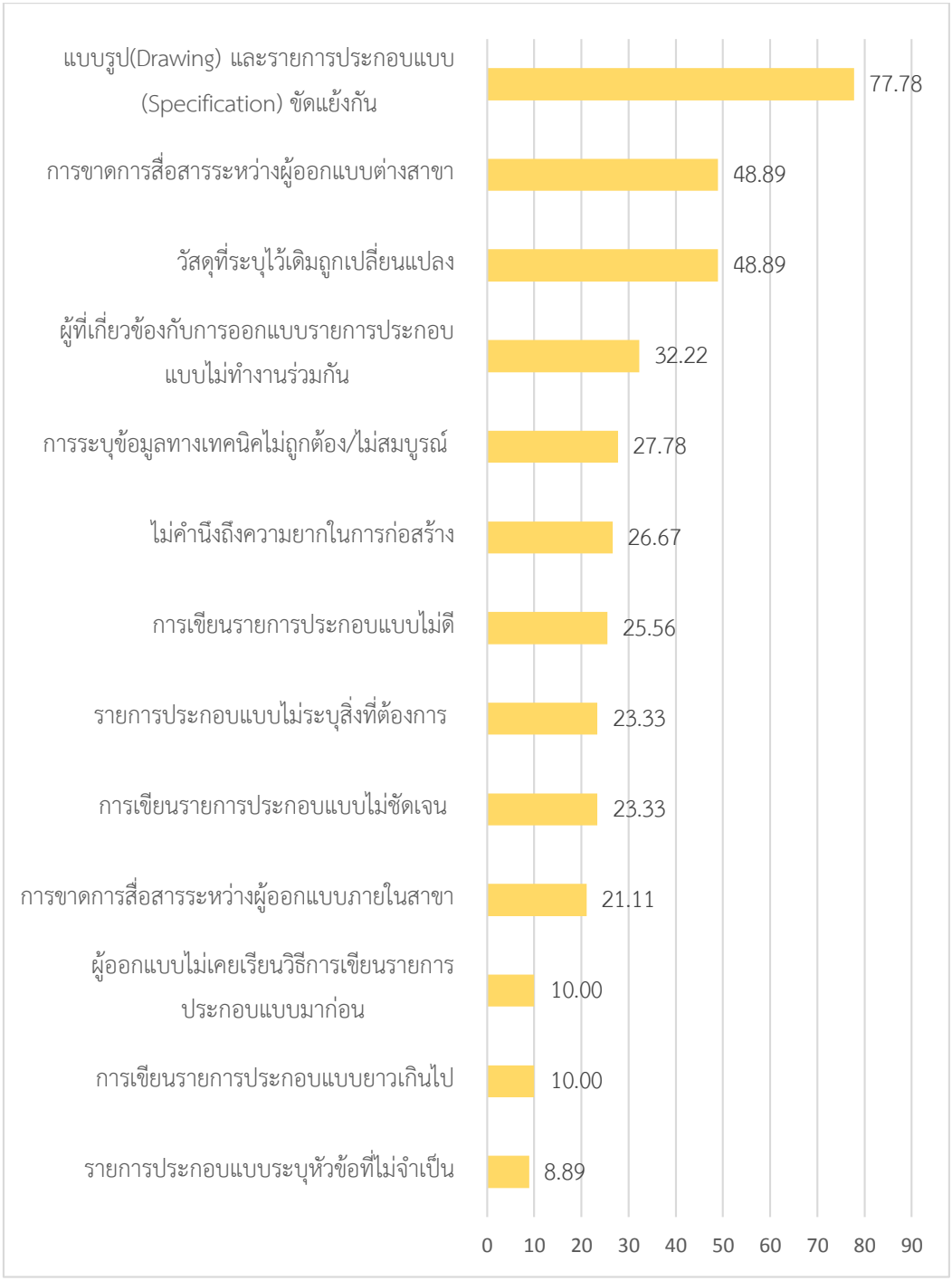


รูปที่ 4.4 สาเหตุที่ทำให้แบบรูปยากต่อการใช้งาน

4.1.3.2 รายการประกอบแบบ

ผลการศึกษาพบว่าสาเหตุที่ทำให้รายการประกอบแบบยากต่อการใช้งานเกิดจากแบบรูปและรายการประกอบแบบขัดแย้งกันพบเป็น 77.78% ของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งหากกำหนดรายละเอียดแบบรูปขัดแย้งกับรายการประกอบจะส่งผลให้ผู้รับเหมาเกิดความสับสนในการจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้สำหรับการก่อสร้าง อีกทั้งการจัดเตรียมเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างอาจเกิดความผิดพลาดขึ้น อันดับต่อมา คือ การขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบต่างสาขาคิดเป็น 48.89% ของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นเช่นเดียวกับแบบรูป นั่นคือข้อมูลในแต่ละฝ่ายรายการประกอบแบบอาจไม่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้มีสาเหตุหลักอีกหลายสาเหตุ ได้แก่ วัสดุที่ระบุไว้เดิมถูก

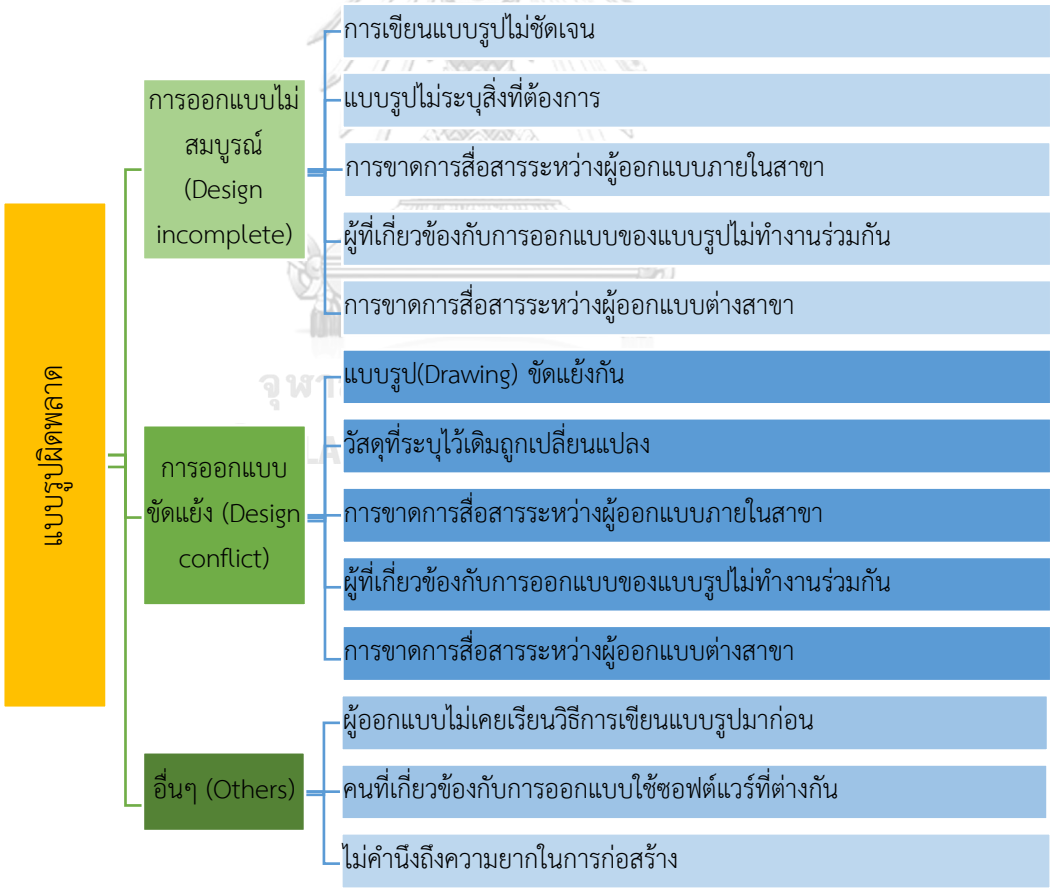
เปลี่ยนคิดเป็น 48.89% ของผู้ตอบแบบสอบถาม, ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบไม่ทำงานร่วมกันคิดเป็น 32.22% ของผู้ตอบแบบสอบถาม, การระบุข้อมูลทางเทคนิคไม่ถูกต้อง/ไม่สมบูรณ์คิดเป็น 27.78% ของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นต้น โดยสาเหตุที่ทำให้รายการประกอบแบบยากต่อการใช้งานทั้งหมดจากการสอบถามแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.5



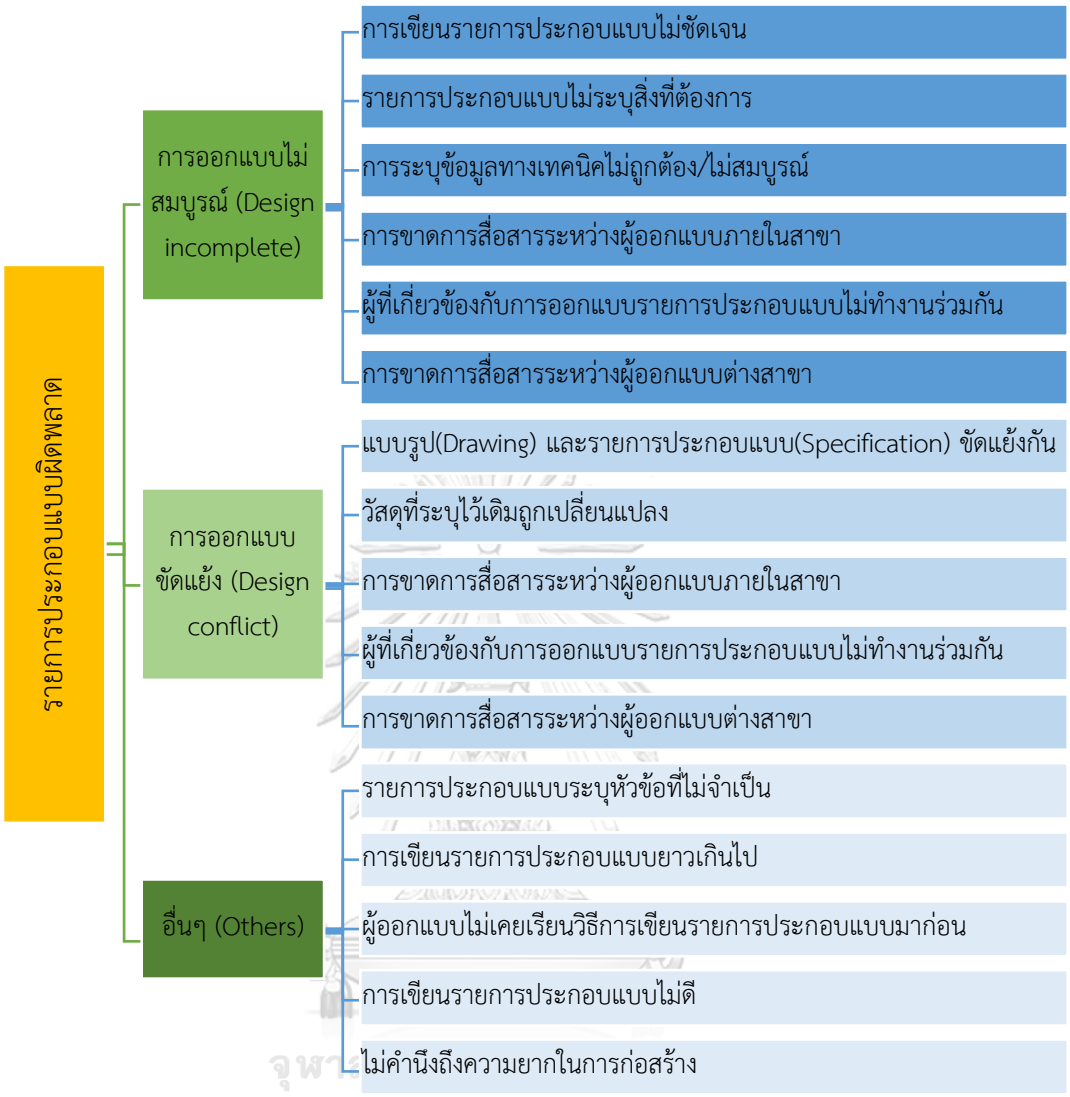
รูปที่ 4.5 สาเหตุที่ทำให้รายการประกอบแบบยากต่อการใช้งาน

4.1.3.3 กลุ่มสาเหตุการออกแบบผิดพลาด

เมื่อทราบสาเหตุของแบบรูปผิดพลาดและรายการประกอบแบบผิดพลาดจึงนำข้อมูลจากรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 มาจัดกลุ่มสาเหตุของแบบรูปผิดพลาด ซึ่งสามารถจัดได้ 3 ประเภท คือ การออกแบบไม่สมบูรณ์, การออกแบบขัดแย้ง และอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 โดย Yan & Zeng (2011) กล่าวถึงการออกแบบขัดแย้งเกิดจากการออกแบบทางวิศวกรรมที่ค่อนข้างซับซ้อนและต้องเกี่ยวข้องกับหลายฝ่าย อีกทั้งต้องอาศัยการทำงานร่วมกันในแต่ละฝ่ายเพื่อขจัดความขัดแย้งในเอกสารการออกแบบ ส่วน Ellis (2009) กล่าวถึงการออกแบบไม่สมบูรณ์ว่าเกิดจากการวางแผนการออกแบบของทีมผู้ออกแบบไม่ดีจึงให้รายละเอียดบางส่วนไม่ครบถ้วนในเอกสารการออกแบบ ในช่วงระหว่างการก่อสร้างจึงเกิดการส่งหนังสือขอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อสอบถามเกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆของงานออกแบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเรียบเรียงและจัดกลุ่มสาเหตุการออกแบบผิดพลาดดังนี้



รูปที่ 4.6 การจัดกลุ่มสาเหตุของแบบรูปผิดพลาด



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.7 การจัดกลุ่มสาเหตุของรายการประกอบแบบผิดพลาด

เมื่อนำข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม มาจัดกลุ่มในแผนภาพในรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของสาเหตุการออกแบบผิดพลาดทั้งแบบรูปและรายการประกอบแบบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ การออกแบบขัดแย้ง และการออกแบบไม่สมบูรณ์พบเป็นกลุ่มสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในเอกสารการออกแบบ

ซึ่งในปัจจุบันการออกแบบขัดแย้งสามารถใช้เทคโนโลยีในการช่วยตรวจสอบปัญหาได้ในบางส่วน เช่น การใช้เทคโนโลยีแบบจำลอง 3 มิติช่วยสำหรับตรวจสอบความขัดแย้งและความทับซ้อนของแบบ อีกทั้งมีงานวิจัยจำนวนมากที่นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาการออกแบบขัดแย้ง แต่ในส่วนของ

การออกแบบไม่สมบูรณ์จากการค้นคว้างานวิจัยในบทที่ 2 โดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับกรณีศึกษาของการออกแบบไม่สมบูรณ์ และมีบางส่วนศึกษาการใช้เทคโนโลยีสำหรับช่วยแก้ไขปัญหาในเรื่องกฎหมายและข้อบังคับ ทั้งนี้จากการค้นคว้างานวิจัยพบว่าการศึกษาเรื่องการออกแบบไม่สมบูรณ์มีจำนวนไม่มากที่เสนอการแก้ปัญหาการออกแบบไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะ

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นนำเรื่องการออกแบบไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาด มาศึกษาเพื่อหาแนวทางป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดขึ้นทั้งแบบรูปและรายการประกอบแบบ สำหรับตัวอย่างของเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

4.1.4 ตัวอย่างการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์

จากการเก็บข้อมูลตัวอย่างการเขียนเอกสารออกแบบไม่สมบูรณ์ สามารถยกตัวอย่างรูปแบบของเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์คร่าวๆ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แบบรูปไม่สมบูรณ์ และรายการประกอบแบบไม่สมบูรณ์ ดังแสดงรายละเอียดของตัวอย่างในหัวข้อต่อไปนี้

4.1.4.1 แบบรูป

ผลการรวบรวมข้อมูลของแบบรูปไม่สมบูรณ์ เช่น การระบุระดับไม่ชัดเจน, การไม่ระบุขนาดความกว้าง การไม่ระบุความยาว หรือ/และความลึก, การขาดรูปด้าน, การขาดรูปตัด, การขาดแบบขยาย, การไม่ระบุวัสดุ, การไม่กำหนดน้ำหนักที่รับได้, การไม่ระบุรายละเอียดจุดเชื่อมต่อระหว่างวัสดุที่ต่างกัน เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.4.2 รายการประกอบแบบ

ผลการรวบรวมข้อมูลของรายการประกอบแบบไม่สมบูรณ์ เช่น การไม่ระบุคุณสมบัติของวัสดุ, การไม่ระบุชนิดของสี, การเขียนเนื้อหารายการประกอบแบบกว้างเกินไป, การระบุกำหนดคุณสมบัติของวัสดุในภายหลัง, การไม่กำหนดยี่ห้อของวัสดุ, การไม่กำหนดเครื่องจักรที่ใช้งาน, การไม่ระบุตัวเลือกของวัสดุหรือเครื่องจักรหรือสิ่งที่สามารถใช้เทียบเท่ากับวัสดุหรือเครื่องจักรที่กำหนด, การไม่กำหนดรุ่นของวัสดุ, การกำหนดให้ทำตามมาตรฐานของผู้ผลิตแต่บางวัสดุไม่มีมาตรฐานของผู้ผลิต เป็นต้น

4.1.5 คำแนะนำสำหรับการเขียนเอกสารการออกแบบให้สมบูรณ์จากผู้มีประสบการณ์การทำงานด้านวิศวกรรมหรือสถาปัตยกรรมในโครงการก่อสร้าง

จากการรวบรวมคำแนะนำของผู้มีประสบการณ์การทำงานด้านวิศวกรรมหรือสถาปัตยกรรม เพื่อช่วยแนะแนวทางผู้ออกแบบที่ขาดประสบการณ์การทำงานให้เขียนเอกสารการออกแบบให้สมบูรณ์ สามารถสรุปคำแนะนำดังนี้

1) การสอบถามความต้องการของเจ้าของโครงการให้ชัดเจน
2) การเรียนรู้ความผิดพลาดจากโครงการก่อนหน้า โดยศึกษาตัวอย่างของโครงการที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน
3) การศึกษารายละเอียดของเอกสารการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ โดยศึกษาข้อผิดพลาดในการสร้างเอกสารการออกแบบจากแหล่งต่างๆ และหลีกเลี่ยงการเกิดความผิดพลาดเหล่านั้น
4) การหาประสบการณ์จากงานก่อสร้างจริงเพื่อเป็นประสบการณ์สำหรับออกแบบให้สามารถก่อสร้างได้จริง
5) การเขียนเอกสารการออกแบบให้มีรายละเอียดเพียงพอที่ทำให้ผู้รับเหมาเสนอราคาใกล้เคียงกัน
6) ติดต่อสื่อสารกันระหว่างกลุ่มผู้ออกแบบทั้งสามฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายโครงสร้าง, ฝ่ายสถาปัตยกรรม และฝ่ายงานระบบเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง
7) ใช้เครื่องมือช่วยตรวจสอบความผิดพลาดในการออกแบบ เช่น BIM

เพื่อช่วยเหลือผู้ออกแบบที่ขาดประสบการณ์การทำงานในโครงการก่อสร้าง จากคำแนะนำของผู้มีประสบการณ์การทำงานก่อสร้างที่รวบรวมมาข้างต้นนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาความรู้ข้อผิดพลาดในการสร้างเอกสารการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญที่เคยผ่านงานก่อสร้างจริง เพื่อรวบรวมตัวอย่างกรณีศึกษาของโครงการก่อสร้างที่ผ่านมาจากผู้มีประสบการณ์ในการทำงานก่อสร้าง เพื่อนำมาหาวิธีหลีกเลี่ยงการเกิดความผิดพลาดซ้ำกับรูปแบบเดิม

4.2 บทสรุป

ผลการเก็บข้อมูลพบว่าวิธีการออกแบบสำหรับแบบรูปเมื่อเริ่มโครงการใหม่ 63.33% ของผู้ตอบแบบสอบถามนั้นใช้วิธีรวบรวมข้อมูลความต้องการจากเจ้าของโครงการและนำข้อมูลไป

ออกแบบเอกสารการออกแบบ, 33.33% ของผู้ตอบแบบสอบถามนำแบบรูปจากโครงการก่อนๆมาใช้อ้างอิง นอกจากนี้ยังใช้บริษัทภายนอกที่มีผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านออกแบบ และคัดลอกแบบรูปบางส่วนจากโครงการอื่นๆ พบจำนวน 25.56%

ในส่วนขั้นตอนของงานก่อสร้างที่ยังคงเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบ ช่วงการออกแบบเบื้องต้นคิดเป็น 73.33% ของผู้ตอบแบบสอบถาม และช่วงการออกแบบรายละเอียดคิดเป็น 82.22% ของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งทั้ง 2 ช่วงเป็นช่วงการออกแบบก่อนทำการก่อสร้าง แต่ในช่วงระหว่างการก่อสร้างยังคงพบการเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบเป็นจำนวนมากเช่นกัน ซึ่งคิดเป็น 61.11% ของผู้ตอบแบบสอบถาม และเมื่อสิ้นสุดการก่อสร้างในบางโครงการยังคงมีการเขียนและปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบเช่นกันแต่พบเพียงจำนวนน้อยเท่านั้น

สาเหตุที่ทำให้แบบรูปและรายการประกอบแบบยากต่อการใช้งานพบว่า การออกแบบขัดแย้งกันเป็นสาเหตุหลัก ลำดับต่อมาเกี่ยวกับการขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบต่างสาขา, วัสดุที่ระบุไว้ถูกเปลี่ยนแปลง, ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบไม่ทำงานร่วมกัน และเอกสารการออกแบบไม่ชัดเจน เป็นต้น ทั้งนี้จากการจัดกลุ่มสาเหตุของการออกแบบผิดพลาด พบว่าการออกแบบขัดแย้งและการออกแบบไม่สมบูรณ์ เป็นกลุ่มสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาด

ซึ่งวัตถุประสงค์สำหรับแบบสอบถามนี้เพื่อศึกษาสาเหตุการออกแบบผิดพลาด เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาสนับสนุนแนวคิดการพัฒนาระบบตรวจสอบการออกแบบผิดพลาด และเพื่อให้ระบบตรวจสอบสอดคล้องกับสาเหตุการออกแบบผิดพลาดที่เกิดขึ้นในประเทศไทย โดยผ่านการตอบแบบสอบถามจากผู้มีประสบการณ์การทำงานก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามจึงสามารถสรุปขอบเขตงานวิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับผลจากการเก็บข้อมูลว่า งานวิจัยนี้ศึกษาเรื่องการออกแบบไม่สมบูรณ์ซึ่งเป็นหนึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาดในโครงการก่อสร้าง โดยเก็บข้อมูลความผิดพลาดของแบบรูปและรายการประกอบแบบในช่วงระหว่างการก่อสร้างโครงการ เนื่องจากผลจากการเก็บข้อมูลยังมีการปรับปรุงแก้ไขเอกสารการออกแบบในช่วงระหว่างการก่อสร้างเป็นจำนวนมาก ซึ่งหากแบบรูปและรายการประกอบแบบไม่สมบูรณ์ในช่วงนี้จะส่งผลต่อการเตรียมงานก่อสร้างของผู้รับเหมาต่อไป

วิธีการศึกษาข้อผิดพลาดจะศึกษากรณีศึกษาในโครงการก่อสร้างที่ผ่านมา โดยสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในการทำงานก่อสร้าง เพื่อหาวิธีหลีกเลี่ยงการเกิดความผิดพลาดรูปแบบเดิมและหาแนวทางป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในแบบรูปและรายการประกอบแบบ

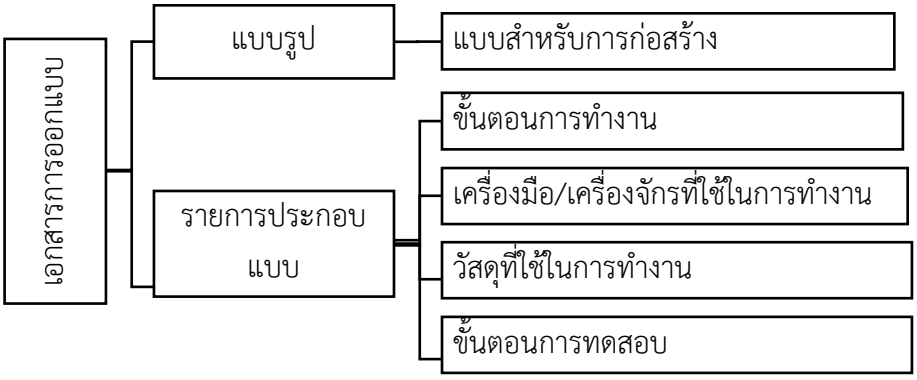
ทั้งนี้จึงนำขอบเขตงานวิจัยที่ได้จากบทที่ 4 มาเป็นแนวทางสำหรับรวบรวมองค์ความรู้เรื่องการออกแบบไม่สมบูรณ์ และนำองค์ความรู้ดังกล่าวมาพัฒนาระบบสำหรับตรวจสอบการออกแบบไม่สมบูรณ์ในแบบรูปและรายการประกอบแบบ เพื่อช่วยเหลือผู้ออกแบบที่ขาดประสบการณ์การออกแบบ โดยจะแสดงในบทที่ 5 ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
การพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบรายละเอียดใน เอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์

บทที่ 5 อธิบายการพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาระบบการตรวจสอบเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ โดยเนื้อหาประกอบด้วย การวิเคราะห์สาเหตุและปัญหาเรื่องรายละเอียดในเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์, การพัฒนาแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ (Decision trees), การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ และการพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์

โดยขั้นตอนการทำงานวิจัยส่วนนี้เริ่มจากการเก็บข้อมูลกรณีศึกษาจากผู้มีประสบการณ์ในโครงการก่อสร้างอาคารสูงเกี่ยวกับรูปแบบสาเหตุและปัญหาในเรื่องการออกแบบที่ไม่ครบถ้วนจากประสบการณ์ที่ผ่านมา โดยงานวิจัยนี้เน้นตรวจสอบเอกสารการออกแบบ 2 ส่วน ประกอบด้วย แบบรูปและรายการประกอบแบบ ซึ่งรายละเอียดองค์ประกอบของแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ต้องการศึกษาแสดงดังรูปที่ 5.1 ต่อมาจึงเรียบเรียงและจัดกลุ่มเนื้อหาจากการเก็บข้อมูล และนำข้อมูลมาพัฒนาเป็นแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ หลังจากนั้นจึงนำแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจมาจัดทำเป็นแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูล เมื่อแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจผ่านเกณฑ์การประเมินจึงนำแผนภาพดังกล่าวมาพัฒนาระบบสำหรับตรวจสอบรายละเอียดของเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ต่อไป



รูปที่ 5.1 รายละเอียดองค์ประกอบของแบบรูปและรายการประกอบแบบ

5.1 รายการสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์

การเก็บข้อมูลรายการสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัว ซึ่งแบบสัมภาษณ์แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ เช่น ชื่อ, เบอร์โทรศัพท์, ตำแหน่ง, ประสบการณ์ทำงาน เป็นต้น
- ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับสาเหตุรายละเอียดที่ไม่ครบถ้วนของเอกสารการออกแบบที่เกิดขึ้นในโครงการอาคารสูง โดยสาเหตุดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพของงานในโครงการก่อสร้างทางด้านวิศวกรรมโครงสร้าง เช่น ความแข็งแรงและการรับน้ำหนัก, ด้านสถาปัตยกรรม เช่น ฟังก์ชันการใช้งาน, ความสวยงาม และอายุการใช้งาน เป็นต้น โดยหมวดงานตามขอบเขตของงานวิจัยแบ่งเป็น 2 หมวด คือ หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง และหมวดงานสถาปัตยกรรม ซึ่งส่วนของงานระบบจะสนใจเฉพาะงานระบบที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมโครงสร้างหรืองานสถาปัตยกรรมเท่านั้น โดยรายละเอียดจากการเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์แสดงดังต่อไปนี้

5.1.1 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นส่วนสำคัญของการเก็บข้อมูล จึงควรเจาะจงขอบเขตของผู้เชี่ยวชาญให้ชัดเจนก่อนการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลตรงตามวัตถุประสงค์ของแบบสัมภาษณ์ ซึ่งจำนวนผู้เชี่ยวชาญสำหรับการสัมภาษณ์ส่วนนี้มีทั้งสิ้น 30 คน โดยผู้เชี่ยวชาญต้องเคยทำงานทางด้านวิศวกรรมหรือสถาปัตยกรรมในโครงการก่อสร้างอาคารสูง การสัมภาษณ์นี้จะสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้าง ได้แก่ ฝ่ายผู้ออกแบบ 10 คน, ฝ่ายผู้รับเหมา 10 คน, ฝ่ายผู้ให้คำปรึกษาโครงการ 10 คน ซึ่งแต่ละฝ่ายงานจะประกอบด้วย วิศวกรโยธา 8 คน และสถาปนิก 2 คน เนื่องจากวิศวกรโยธามีความรู้ในขั้นตอนการทำงานก่อสร้างและทราบปัญหาที่เกิดขึ้นกับหน้างานมากกว่าสถาปนิก การสัมภาษณ์จึงกำหนดให้จำนวนของกลุ่มตัวอย่างวิศวกรโยธามากกว่าจำนวนสถาปนิก แต่สถาปนิกจะทราบเรื่องฟังก์ชันการใช้งานของวัสดุมากกว่าวิศวกรโยธาดังนั้นจึงต้องสัมภาษณ์สถาปนิกด้วย ทั้งนี้ตำแหน่งของผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์ในแต่ละฝ่าย แสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตำแหน่งของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละฝ่าย

ฝ่าย	ตำแหน่ง	จำนวน (คน)
ฝ่ายผู้ออกแบบ	ผู้จัดการฝ่ายออกแบบงานโครงสร้าง	1
	วิศวกรโครงสร้าง	7
	ผู้จัดการฝ่ายออกแบบงานสถาปัตยกรรม	1
	สถาปนิกโครงการ	1
ฝ่ายผู้รับเหมา	ผู้จัดการโครงการ	5
	วิศวกรโครงการ	2
	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	2
	สถาปนิกอาวุโส	1
ฝ่ายผู้ให้คำปรึกษาโครงการ	ผู้อำนวยการโครงการ	2
	ผู้จัดการโครงการ	4
	ผู้ช่วยผู้จัดการโครงการ	1
	วิศวกรประเมินราคา	1
	วิศวกรโครงการ	2

อายุเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในช่วงอายุ 35 ปีขึ้นไป และมีประสบการณ์ทำงานด้านวิศวกรรมหรือสถาปัตยกรรมเฉลี่ยอยู่ที่ 16.17 ปี โดยจากการเก็บข้อมูลผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์มีประสบการณ์ทำงานน้อยสุดอยู่ที่ 6 ปี และมากสุดอยู่ที่ 32 ปี ซึ่งสามารถแจกแจงช่วงอายุประสบการณ์ทำงานดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ช่วงอายุประสบการณ์ทำงานของผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์

ช่วงอายุประสบการณ์ทำงาน	จำนวน (คน)
5-10 ปี	9
10 ปีขึ้นไป	21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1.2 การเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

จากการสอบถามข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญเรื่องการออกแบบไม่สมบูรณ์โดยวิธีการสอบถามแบบปลายเปิด (Opened-end questionnaire) พบว่าข้อมูลรายการสาเหตุและปัญหาผลกระทบด้านคุณภาพจากการตอบแบบสัมภาษณ์ค่อนข้างหลากหลายในแต่ละงาน โดยตัวอย่างของตารางการเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ตัวอย่างแรก แสดงในตารางที่ 5.3 โดยในหัวข้อนี้จะเกี่ยวกับรายละเอียดของเสาเข็มตอก ผู้วิจัยจึงรวบรวมเนื้อหาที่ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อมูลกรณีศึกษารายละเอียดแบบรูปงานเสาเข็มตอกไม่ครบถ้วนที่เคยเกิดขึ้นจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งรายละเอียดในตารางประกอบด้วยสาเหตุของการออกแบบไม่สมบูรณ์และผลลัพธ์ที่เกิดจากสาเหตุดังกล่าว ทั้งนี้การจัดกลุ่มและเรียบเรียงข้อมูลเพื่อให้สะดวกต่อการนำข้อมูลไปใช้ต่อในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 5.3 การเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลรายละเอียดของเสาเข็มตอก

หัวข้อย่อย	สาเหตุ	ผลลัพธ์
รายละเอียดของเสาเข็มตอก	ระบุเผื่อความยาวเสาเข็มจากพื้นดินเลยระดับเหล็ก Dowel bar	เมื่อเสาเข็มถูกตัดจนเลยระดับเหล็ก Dowel bar มีโอกาสเกิดการยกตัวของฐานรากถอนออกจากเสาเข็ม (Uplift force)
	ไม่ระบุสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างเก่าใต้ดิน	เมื่องานเสาเข็มเจอระบบสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างใต้ดินเก่าอาจทำให้เสาเข็มเอียงจากตำแหน่ง
	ไม่กำหนดน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม	การรับน้ำหนักงานเสาเข็มมีโอกาสที่น้อยกว่าที่คำนวณ
	ไม่กำหนดระยะตัดหัวเสาเข็ม หรือไม่ระบุระดับหลังฐานราก	เมื่อเสาเข็มตัดผิดระดับ เสาเข็มจึงไม่เป็นส่วนหนึ่งของฐานราก ส่งผลต่อการถ่ายแรงของโครงสร้าง
	ไม่ระบุรายละเอียดตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ของเสาเข็ม	ฐานรากอาจเกิดกรณียกตัวออกจากเสาเข็ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับหัวข้อเรื่องรายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension กับเสา จะแตกต่างกับตัวอย่างแรก เนื่องจากตำแหน่งของเสาที่ต่างกันนั้นมีสาเหตุและผลกระทบของการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบที่แตกต่างกัน ในตารางนี้จึงสามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ตำแหน่งเสาขอบและริมอาคาร และตำแหน่งเสาภายในอาคาร จากนั้นจึงใส่รายละเอียดสาเหตุของแต่ละกลุ่มตามเนื้อหาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งแสดงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเมื่อขาดรายละเอียดดังกล่าว โดยตัวอย่างการเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลรายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา แสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 การเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลรายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension กับเสา

หัวข้อย่อย	สาเหตุ	ผลลัพธ์
รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา	ตำแหน่งเสาขอบและริมอาคาร	
	- ไม่ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น	เนื่องจากบริเวณเสาและพื้นอาจมีกำลังของคอนกรีตที่แตกต่างกัน หากไม่ระบุรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้นอาจรับน้ำหนักได้ไม่ตรงตามที่ออกแบบ
	- ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น แต่	
	- ไม่ระบุรายละเอียดงานเสาอยู่ในพื้นทุกด้าน	การระบุการทับซ้อนของเสากับพื้นน้อยเกินไป อาจทำให้พื้นหลุดแยกจากเสาได้
	- ไม่ระบุการเสริมแป้นหัวเสาและหมวกเสา	เมื่อไม่ระบุการเสริมแป้นหัวเสาและหมวกเสา มีโอกาสเกิดแรงเฉือนทะลุระหว่างเสากับพื้นขึ้น ทำให้เกิดการวิบัติของเสาและพื้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา (ต่อ)	ตำแหน่งเสาภายในอาคาร	
	- ไม่ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น	เนื่องจากบริเวณเสาและพื้นอาจมีกำลังของคอนกรีตที่แตกต่างกัน หากไม่ระบุรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้นให้ชัดเจน อาจรับน้ำหนักได้ไม่ตรงตามที่ออกแบบ
	- ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น แต่	
	- ไม่ระบุรายละเอียดงานเสาอยู่ในพื้นทุกด้าน	การระบุการทับซ้อนของเสากับพื้นน้อยเกินไป อาจทำให้พื้นหลุดแยกจากเสาได้

จากการเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลการสัมภาษณ์พบว่า รูปแบบเนื้อหาของข้อมูลจากการสัมภาษณ์เป็นดังต่อไปนี้

สำหรับหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง รูปแบบเนื้อหาของแบบรูปจะเกี่ยวข้องกับการขาดรายละเอียดต่างๆของวัสดุหรืองานโครงสร้าง เช่น ขนาดของวัสดุ, ตำแหน่งของวัสดุ, ระดับของงานโครงสร้าง, การเสริมเหล็กงานโครงสร้าง เป็นต้น ส่วนรูปแบบเนื้อหาของรายการประกอบแบบนั้นเกี่ยวข้องกับการขาดรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน, คุณสมบัติของวัสดุหรือสารที่ใช้, ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ และ วิธีการทดสอบ เป็นต้น โดยรูปแบบผลกระทบของงานวิศวกรรมโครงสร้างส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของโครงสร้าง, การรับน้ำหนักของโครงสร้าง, ปัญหาการแตกร้าวของโครงสร้าง เป็นต้น

ในหมวดงานสถาปัตยกรรม รูปแบบเนื้อหาของแบบรูปจะเกี่ยวข้องกับการขาดรายละเอียดของวัสดุ เช่น ยี่ห้อของวัสดุ, สัญลักษณ์ของวัสดุ, ขนาดของวัสดุ, ตำแหน่งของวัสดุ, จุดเชื่อมต่อของวัสดุ เป็นต้น รวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสมกับสถานที่ ส่วนรูปแบบเนื้อหาของรายการประกอบแบบนั้นเกี่ยวข้องกับการขาดรายละเอียดขั้นตอนการทำงานหรือการติดตั้ง, รูปแบบผลกระทบจะของงานสถาปัตยกรรมโดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงทนทานของวัสดุ, อายุการใช้งานน้อยลง, การรั่วซึม, ความสวยงามในแง่สถาปัตยกรรม เป็นต้น

5.1.3 การตัดข้อมูลที่นอกเหนือจากขอบเขตงานวิจัย

ถึงแม้ว่าก่อนการสัมภาษณ์จะมีการกล่าวถึงรายละเอียดของงานวิจัยคร่าวๆ และขอบเขตข้อมูลที่สนใจสำหรับงานวิจัย แต่จากการเก็บข้อมูลพบว่ายังมีข้อมูลเพียงบางส่วนที่นอกเหนือขอบเขตงานวิจัย หลังจากเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูล ผู้วิจัยจึงคัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับขอบเขตงานวิจัยออกจากตารางรายการสาเหตุและปัญหาของการออกแบบไม่สมบูรณ์ โดยตัวอย่างข้อมูลที่ถูกคัดออก เช่น การระบุรายละเอียดระดับครบถ้วนแต่ระบุระดับแตกต่างกัน/ขัดแย้งกัน, การระบุสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบไม่สมบูรณ์ แต่สาเหตุดังกล่าวส่งผลกระทบต่อโครงการในด้านการถอดปริมาณของวัสดุ ซึ่งส่วนนี้ไม่อยู่ในขอบเขตงานวิจัยที่ต้องการศึกษา เป็นต้น

จากการเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลการออกแบบไม่สมบูรณ์ ตารางเนื้อหาที่ตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับขอบเขตงานวิจัย ทั้ง 2 หมวดงานนั้นแสดงรายละเอียดทั้งหมดในภาคผนวก ข ในขั้นตอนต่อมาจึงนำตารางเนื้อหาดังกล่าวมาสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ โดยรายละเอียดของการพัฒนาแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจจะแสดงในหัวข้อถัดไป

5.2 การพัฒนาแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

5.2.1 การสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

ขั้นตอนการสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจจัดทำเพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญมาพัฒนาให้เป็นระบบยิ่งขึ้น สำหรับการสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจนั้นใช้โปรแกรม Visio Professional ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างแผนภาพ มาช่วยสำหรับสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ โดยการสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจเริ่มต้นจากการนำข้อมูลหัวข้อการเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลที่แสดงข้อมูลในภาคผนวก ข มาใช้ เมื่อเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลในแต่ละกลุ่มมาจัดลำดับคุณลักษณะ(Attribute)/สาเหตุของเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วน โดยการเรียงลำดับสาเหตุสามารถสรุปได้ดังนี้

ก) ข้อมูลของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบต่อเนื่อง

- การเรียงลำดับของสาเหตุหลักและสาเหตุประกอบ สาเหตุหลักจะอยู่ก่อนระดับของสาเหตุประกอบ เมื่อตรวจสอบพบว่าไม่ระบุสาเหตุหลักจึงไม่จำเป็นต้องตรวจสอบในส่วนของสาเหตุประกอบ เช่น รายละเอียดการเสริมเหล็กชั้นดาดฟ้าในแบบรูป หากมีการใช้งานพื้น Flat slab บนชั้นดาดฟ้า จะต้องระบุ

รายละเอียดเหล็กเสริมบนให้วางผ่านแนวเสาต่อเนื่องตลอดช่วง แต่หากไม่มีการใช้งานพื้น Flat slab บนชั้นดาดฟ้าจะไม่เกิดปัญหาขึ้น จึงให้สาเหตุแรกเป็นสาเหตุหลักเพื่อที่จะไม่ต้องตรวจตรวจสอบสาเหตุประกอบในข้อต่อไป เป็นต้น

- การเรียงลำดับเมื่อสาเหตุมีเงื่อนไขที่ทำให้ผลลัพธ์แตกต่างกัน เมื่อมีเงื่อนไขเพิ่มเติมจะเรียงลำดับของเงื่อนไขก่อนแล้วจึงต่อด้วยสาเหตุ เนื่องจากเงื่อนไขที่ต่างกันอาจมีสาเหตุที่ต้องตรวจสอบแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องนำเงื่อนไขขึ้นก่อนสาเหตุ เช่น รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสาในแบบรูป ตำแหน่งเสาที่ต้องการตรวจสอบสามารถเลือกเงื่อนไขของตำแหน่งจำนวน 2 ตัวเลือก คือ ตำแหน่งเสาบริเวณขอบและริมอาคาร ตำแหน่งเสาบริเวณภายในอาคาร เนื่องจากคำถามและผลลัพธ์นั้นแตกต่างกันในแต่ละเงื่อนไข เป็นต้น

ข) ข้อมูลของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง

- การเรียงลำดับของสาเหตุย่อยหลายๆสาเหตุหรือขั้นตอนการทำงาน สาเหตุย่อยหลายๆสาเหตุหรือขั้นตอนการทำงานจะเรียงอยู่ในระดับเดียวกัน โดยขั้นตอนการทำงานจะเรียงในระดับเดียวกันแต่จะเรียงลำดับตามขั้นตอนการทำงานของงานนั้นๆ ซึ่งวัตถุประสงค์ของการเรียงในระดับเดียวกันเพื่อให้สามารถแสดงผลลัพธ์จากการตรวจสอบในทุกสาเหตุ เช่น รายละเอียดจุดต่อของงานกระจกอลูมิเนียมต้องระบุสิ่งต่อไปนี้ในแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานกระจก คือ ระบุรายละเอียดจุดยึดกระจกกับคอนกรีต, ระบุขนาดอุปกรณ์ประกอบกระจกอลูมิเนียม, ระบุเกรดซิลิโคน เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

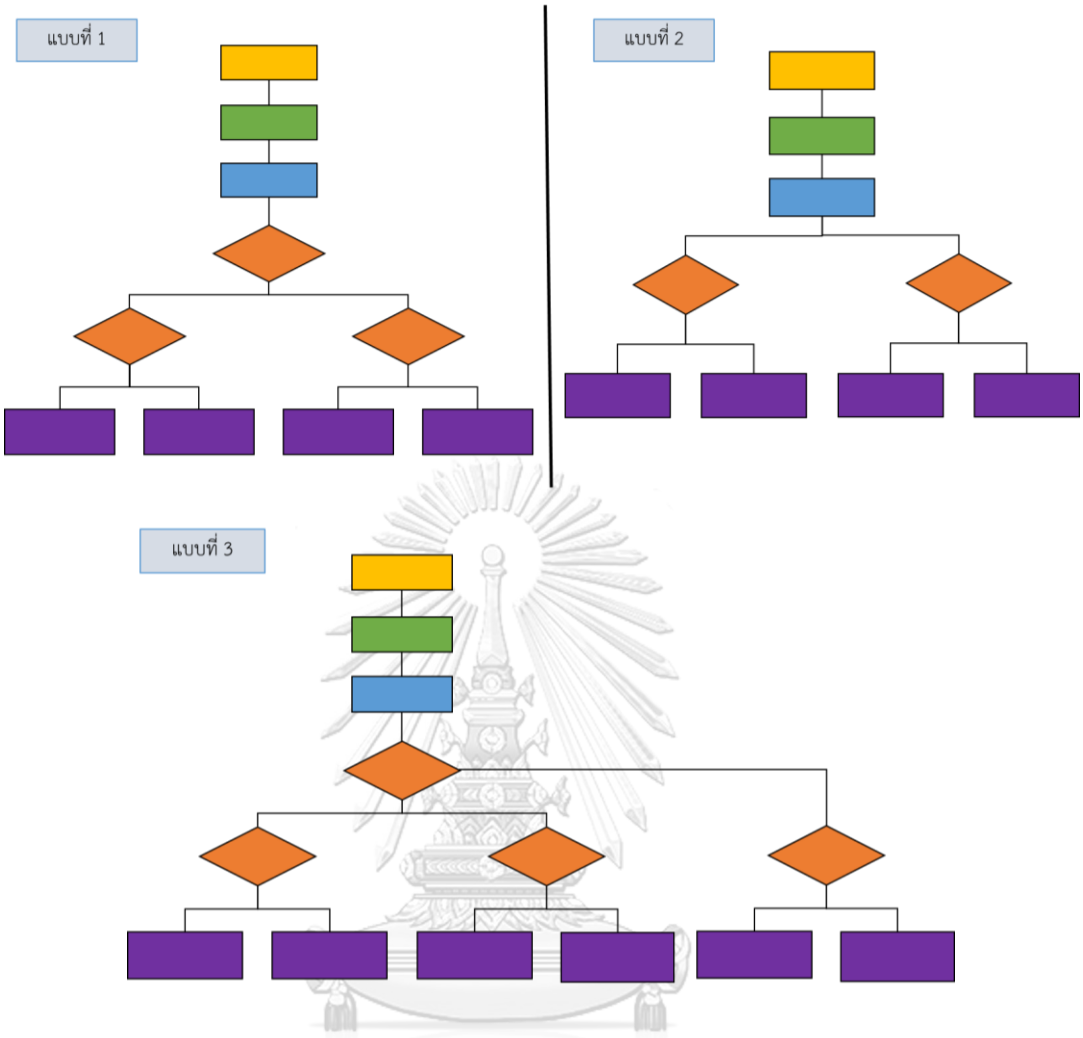
เมื่อเรียบเรียงสาเหตุและเงื่อนไขเรียบร้อยแล้วจะแสดงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในทุกๆกิ่งของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ โดยผลลัพธ์ของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจมาจากข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในรอบแรก และการสอบถามข้อมูลผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมในส่วนที่ทราบรายละเอียดไม่สมบูรณ์ รวมถึงการค้นหาข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานและกฎหมายต่างๆ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามมาตรฐานและกฎหมายกำหนด

5.2.2 ผลลัพธ์แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

เมื่อสร้างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจจากข้อมูลการสัมภาษณ์ทั้ง 17 งานครบถ้วน พบว่าแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจมีรูปแบบที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ (รูปที่ 5.2) ได้แก่

1) แบบที่ 1 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจที่มีข้อมูลต่อเนื่อง แผนภาพรูปแบบนี้เนื้อหาข้อมูลมีความเกี่ยวข้องต่อกัน โดยเนื้อหาคุณลักษณะก่อนหน้ามีผลต่อคุณลักษณะต่อมา ซึ่งผลลัพธ์ของคำตอบขึ้นกับคุณลักษณะทั้งหมด
2) แบบที่ 2 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจที่มีข้อมูลไม่ต่อเนื่อง เนื้อหาข้อมูลของแผนภาพรูปแบบนี้เนื้อหาของข้อมูลไม่เกี่ยวข้องกัน เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะแรกจบจะทราบผลลัพธ์ของคุณลักษณะนั้น และสามารถตรวจสอบคุณลักษณะถัดไป โดยผลลัพธ์ของคุณลักษณะต่อมาไม่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะแรก
3) แบบที่ 3 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจที่ผสมระหว่างข้อมูลต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง เนื้อหาข้อมูลของแผนภาพรูปแบบนี้เนื้อหาของข้อมูลจะมีทั้งเกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกัน โดยผสมรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.2 รูปแบบแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจทั้ง 17 งาน มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 76 แผนภาพ อันประกอบไปด้วย งานดิน 3 แผนภาพ, งานเสาเข็ม 7 แผนภาพ, งานฐานราก 3 แผนภาพ, งานคอนกรีตเสริมเหล็ก 13 แผนภาพ, งานคอนกรีตสำเร็จรูป 4 แผนภาพ, งานเหล็กรูปพรรณ 4 แผนภาพ, งานผนัง 5 แผนภาพ, งานผิวพื้น/ผิวผนัง 5 แผนภาพ, งานฝ้าเพดาน 3 แผนภาพ, งานดาดฟ้า 4 แผนภาพ, งานไม้ 4 แผนภาพ, งานกระจก 4 แผนภาพ, งานโลหะและเบ็ดเตล็ด 2 แผนภาพ, งานกันซึม 5 แผนภาพ, งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง 5 แผนภาพ, งานสี 3 แผนภาพ และงานสุขภัณฑ์ 2 แผนภาพ ซึ่งรายละเอียดของแผนภาพแสดงในภาคผนวก ค ทั้งนี้รูปแบบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจในแต่ละงานแจกแจงในตารางที่ 5.5 และ ตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.5 รูปแบบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจของหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

งาน	แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ		
	แบบต่อเนื่อง	แบบไม่ต่อเนื่อง	แบบผสม
งานดิน	2		1
งานเสาเข็ม	3	1	3
งานฐานราก			3
งานคอนกรีตเสริมเหล็ก	7	3	3
งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	1	1	2
งานเหล็กรูปพรรณ		1	3
รวม	13	6	15

ตารางที่ 5.6 รูปแบบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจของหมวดงานสถาปัตยกรรม

งาน	แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ		
	แบบต่อเนื่อง	แบบไม่ต่อเนื่อง	แบบผสม
งานผนัง	3	2	
งานผิวพื้นและผิวผนัง		3	2
งานฝ้าเพดาน		2	1
งานดาดฟ้า		2	2
งานไม้		2	2
งานกระจก	1	1	2
งานโลหะและเบ็ดเตล็ด		2	
งานกันซึมและป้องกันความชื้น	3	2	
งานประตู หน้าต่าง และช่องแสง	1	2	2
งานสี		2	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานสุขภัณฑ์		1	1
รวม	8	21	13

ในหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง พบว่ารูปแบบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจโดยส่วนใหญ่เป็นแบบต่อเนื่องและแบบผสม เนื่องจากข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างมีความซับซ้อนของข้อมูล และมีเงื่อนไขของสาเหตุที่หลากหลายอันส่งผลต่อผลลัพธ์ของข้อมูลที่แตกต่างกัน อีกทั้งแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจมีข้อมูลที่เกี่ยวเนื่องกันจำนวนมากจึงใช้แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบต่อเนื่องและแบบผสม

หมวดงานสถาปัตยกรรม พบว่ารูปแบบของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจโดยส่วนใหญ่เป็นแบบไม่ต่อเนื่องและแบบผสม ข้อมูลหมวดงานสถาปัตยกรรมมีความซับซ้อนน้อยกว่าหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง โดยข้อมูลสาเหตุของการออกแบบไม่สมบูรณ์ในหมวดนี้มีความเกี่ยวเนื่องกันน้อยจึงใช้แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง

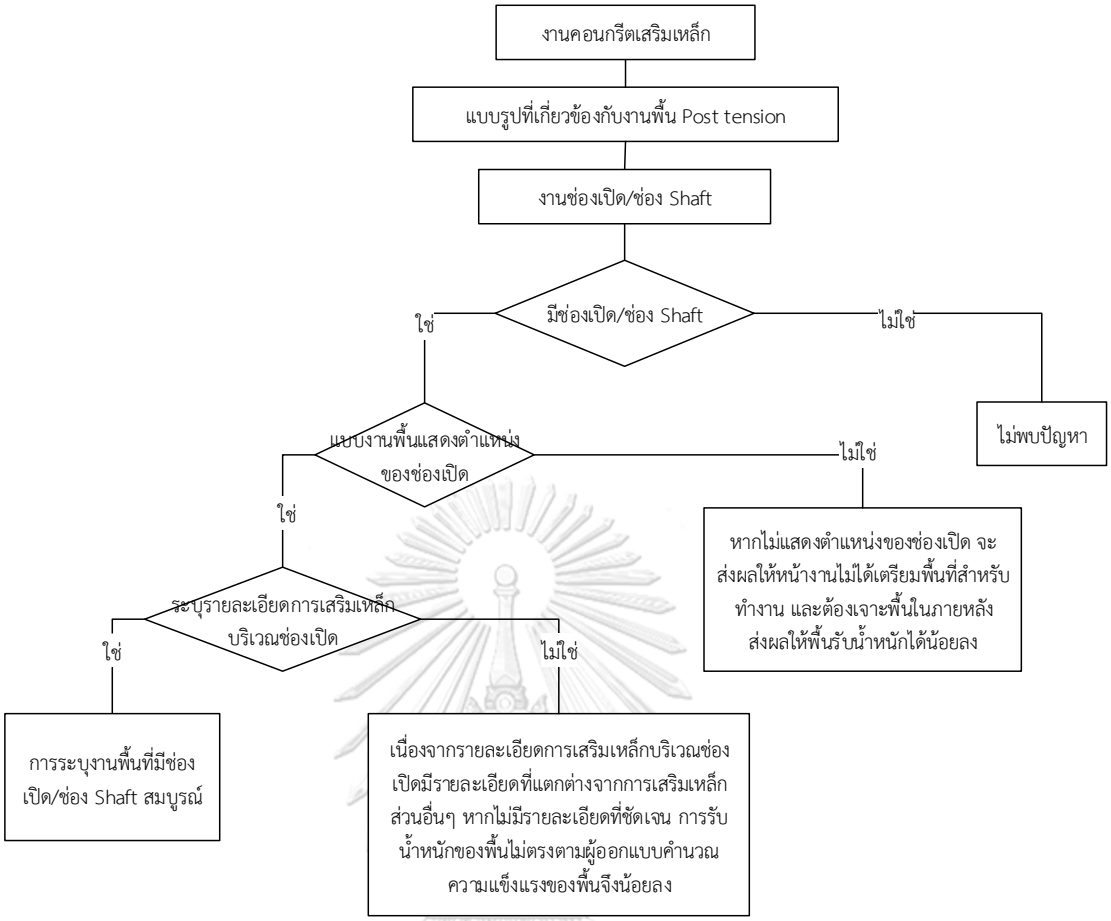
5.2.3 การใช้งานแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

5.2.3.1 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบต่อเนื่อง

แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจที่นำมายกตัวอย่าง (รูปที่ 5.3) อยู่ในหัวข้องานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยตรวจสอบแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานพื้น Post tension ในหัวข้อย่อยเรื่องงานช่องเปิด/ช่อง Shaft ซึ่งการใช้งานแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจรูปแบบต่อเนื่องสรุปได้ดังนี้

1) คำถาม “มีช่องเปิด/ช่อง Shaft ใช่หรือไม่” หากตอบไม่ใช่ จะแสดงผลลัพธ์ หากจากแบบรูปพบสาเหตุดังกล่าวให้ตอบว่าใช่จึงไปยังคำถามต่อไป
2) คำถาม “แบบงานพื้นแสดงตำแหน่งของช่องเปิดใช่หรือไม่” หากตอบไม่ใช่ จะแสดงผลลัพธ์ หากจากแบบรูปพบสาเหตุดังกล่าวให้ตอบว่าใช่จึงไปยังคำถามต่อไป
3) คำถามสุดท้าย “ระบุรายละเอียดการเสริมเหล็กบริเวณช่องเปิดใช่หรือไม่” หากตอบคำตอบใดจะแสดงผลลัพธ์จากการตรวจสอบทันที โดยผลลัพธ์จะแสดงตามคำตอบที่เลือก

   ซึ่งแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจนี้ เมื่อตรวจสอบครบถ้วนจะแสดงผลลัพธ์เพียง 1 ผลลัพธ์เท่านั้น



รูปที่ 5.3 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบต่อเนื่อง

5.2.3.2 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง

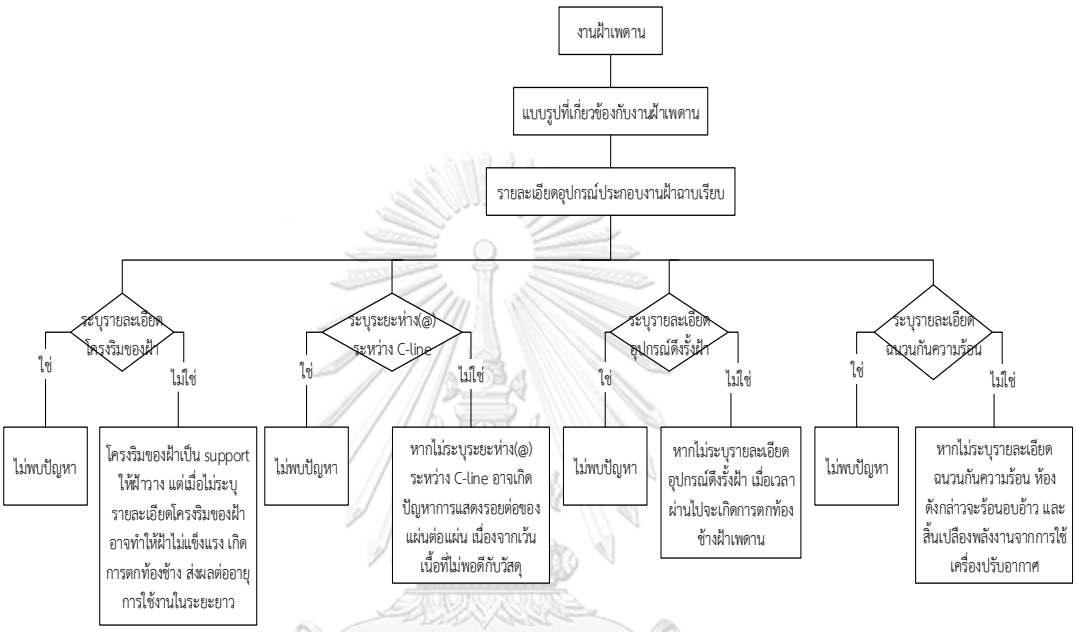
แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจที่นำมายกตัวอย่าง (รูปที่ 5.4) อยู่ในหัวข้องานฝ้าเพดานโดยตรวจสอบแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานฝ้าเพดานหัวข้อย่อยเรื่องรายละเอียดอุปกรณ์ประกอบงานฝ้าฉาบเรียบ ซึ่งลำดับการใช้งานแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่องสรุปได้ดังนี้

1) คำถาม “ระบุรายละเอียดโครงริมของฝ้าใช่หรือไม่” หากตอบตัวเลือกใช่หรือไม่ใช่ จะแสดงผลลัพธ์ และไปยังคำถามต่อไป
2) คำถาม “ระบุระยะห่าง(@) ระหว่าง C-line ใช่หรือไม่” หากตอบตัวเลือกใช่หรือไม่ใช่ จะแสดงผลลัพธ์ และไปยังคำถามต่อไป
3) คำถาม “ระบุรายละเอียดอุปกรณ์ดึงรั้งฝ้าใช่หรือไม่” หากตอบตัวเลือกใช่หรือไม่ใช่ จะแสดงผลลัพธ์ และไปยังคำถามต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) คำถามสุดท้าย “ระบุรายละเอียดฉนวนกันความร้อนใช่หรือไม่” หากตอบคำถามจะแสดงผลลัพธ์จากการตรวจสอบทันที โดยผลลัพธ์จะแสดงตามคำตอบที่เลือก

ซึ่งแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจนี้ เมื่อตรวจสอบครบถ้วนจะแสดงผลลัพธ์ทั้งสิ้น 4 ผลลัพธ์ เนื่องจากข้อมูลไม่มีความต่อเนื่องกัน นั่นคือแสดงผลลัพธ์ของการตรวจสอบในทุกๆการตอบคำถาม



รูปที่ 5.4 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง

สำหรับแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบผสมนั้น การใช้งานแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจจะผสมระหว่างแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบต่อเนื่อง และแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง โดยผลลัพธ์จากการตรวจสอบจะแสดงมากกว่า 1 ผลลัพธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแผนภูมิต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธี Rating scale

ผลลัพธ์จากการตอบแบบสอบถามปลายปิดในรอบที่สองพบว่า ผู้เชี่ยวชาญให้คำตอบสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ โดยข้อมูลที่สามารถนำมาใช้พัฒนาระบบตรวจสอบต้องมีระดับค่ามัธยฐานมากกว่า 3.41 คือ เห็นด้วยมากและเห็นด้วยมากที่สุดว่าข้อมูลมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ และค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างค่ามัธยฐานกับฐานนิยมของข้อมูลแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจมีค่าไม่เกิน 1.00 รวมถึงค่าพิสัยควอไทล์ไม่เกิน 1.50 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Rating scale เป็นดังนี้

5.3.1 หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลหมวดวิศวกรรมโครงสร้าง พบว่าข้อมูลโดยส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์การประเมิน แต่มีเพียงหัวข้อการเทคอนกรีตงานเสาเข็มที่ค่าพิสัยควอไทล์เกินเกณฑ์ที่กำหนด และค่ามัธยฐานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จึงไม่นำข้อมูลหัวข้อดังกล่าวไปใช้สร้างระบบตรวจสอบ โดยผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างแสดงในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 ผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

หัวข้องาน	หัวข้อย่อย	Med >= 3.41	Mod	I Med -Mod I <=1	Q3-Q1 <=1.5
1.งานดินและงานปรับพื้นที่	1.1 การบดอัด	4	4	0	1
	1.2 การกองดิน	4	4	0	1
	1.3 งานระบบป้องกันดิน	4	5	1	1
2.งานเสาเข็ม	2.1 รายละเอียดของเสาเข็มตอก	4	4	0	1
	2.2 รายละเอียดของเสาเข็มเจาะ	4	5	1	1
	2.3 การเทคอนกรีตงานเสาเข็ม	3	3	0	2
	2.4 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ของเสาเข็ม	4	4	0	1
	2.5 การทดสอบน้ำหนักเสาเข็มตอก	4	4	0	1
	2.6 การเก็บวางเสาเข็ม	4	4	0	1
	2.7 การใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ในเสาเข็มเจาะเปียก	4	4	0	0
3.งานฐานราก	3.1 รายละเอียดของเหล็ก	4	3	1	1
	3.2 รายละเอียดงานระบบบริเวณฐานราก	5	5	0	1

CHULALONGKORN UNIVERSITY

	3.3 ขั้นตอนการทำงานฐานรากขนาดใหญ่ (Mat foundation)	5	5	0	1
4.งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก	4.1 การเสริมเหล็กปริมาณถี่	4	4	0	1
	4.2 รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา	4	5	1	1
	4.3 การกำหนดกำลังของคอนกรีตของเสาและพื้นไม่สอดคล้อง	4	4	0	0
	4.4 งานคานหน้าตัดขนาดใหญ่	4	4	0	1
	4.5 การรับน้ำหนักของคานที่ตำแหน่งเสาไม่ตรงกัน	4	5	1	1
	4.6 การรับน้ำหนักงานพื้น Post tension	5	5	0	1
	4.7 งานช่องเปิด/ช่อง Shaft	5	5	0	1
	4.8 การเสริมเหล็กชั้นดาดฟ้า	5	5	0	1
	4.9 รายละเอียดงานบันไดทั่วไปและบันไดหนีไฟ	5	5	0	1
	4.10 รายละเอียดของท่อระบายน้ำ	5	5	0	1
	4.11 การระบุประเภทของซีเมนต์	5	5	0	1
	4.12 รายละเอียดเหล็กเสริม	4	4	0	1
	4.13 รายละเอียดระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็ก (Concrete covering)	5	5	0	1
5.งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	5.1 การรับน้ำหนักบรรทุก	5	5	0	0
	5.2 การกำหนดรายละเอียดการติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	5	5	0	1
	5.3 การกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมคำนึงบริเวณที่ใช้	5	5	0	1
	5.4 ขั้นตอนการทำงานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	5	5	0	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.งานเหล็กรูปพรรณ	6.1 การกำหนดรายละเอียดเหล็กรูปพรรณ	4	5	1	1
	6.2 การติดตั้งโครงสร้างถัก	4	5	1	1
	6.3 การเชื่อมเหล็กรูปพรรณบริเวณที่ไม่แสดงให้คนทั่วไปมองเห็น	5	5	0	1
	6.4 การทาสีงานเหล็ก	4	5	1	1

5.3.2 หมวดงานสถาปัตยกรรม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลหมวดงานสถาปัตยกรรม พบว่าข้อมูลโดยส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์การประเมินทั้งหมด โดยผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจหมวดงานสถาปัตยกรรมแสดงในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลหมวดงานสถาปัตยกรรม

หัวข้องาน	หัวข้อย่อย	Med >= 3.41	Mod	I Med –Mod I <=1	Q3-Q1 <=1.5
7.งานผนัง	7.1 รายละเอียดทั่วไปของวัสดุก่อ	4	4	0	1
	7.2 รายละเอียดทั่วไปของงานผนัง	4	4	0	1
	7.3 รายละเอียดบริเวณงานผนังกับงานระบบ	4	4	0	1
	7.4 งานผนังกับพื้น Post tension	5	5	0	1
	7.5 รายละเอียดการทำงานผนังก่อที่มีงานระบบ	4	4	0	1
8.งานผิวพื้นและผิวผนัง	8.1 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณห้องน้ำ)	4	4	0	1
	8.2 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (ดาดฟ้าหรืองานภายนอก)	4	4	0	1
	8.3 รายละเอียดงานผิวผนังปูนฉาบ	4	5	1	1
	8.4 รายละเอียดการเตรียมพื้นผิว	4	4	0	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	8.5 รายละเอียดงานปูกระเบื้อง	4	4	0	1
9.งานฝ้าเพดาน	9.1 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบงานฝ้าฉาบเรียบ	4	5	1	1
	9.2 รายละเอียดระดับงานฝ้า	4	5	1	1
	9.3 วัสดุงานฝ้าเพดาน บริเวณภายนอกอาคาร/ห้องสปา/ห้องน้ำ	5	5	0	1
10.งานดาดฟ้า	10.1 รายละเอียดเหล็กเสริมพื้นดาดฟ้า	4	4	0	1
	10.2 รายละเอียดระบบระบายน้ำบนชั้นดาดฟ้า	4	4	0	1
	10.3 รายละเอียดงานกันซึมชั้นดาดฟ้า	5	5	0	1
	10.4 รายละเอียดบริเวณรอยต่อ	4	4	0	0
11.งานไม้	11.1 รายละเอียดการติดตั้งไม้	5	5	0	1
	11.2 การใช้งานไม้ในบริเวณที่มีความชื้น	5	5	0	1
	11.3 รายละเอียดทั่วไปของงานไม้	5	5	0	1
	11.4 การทาสีงานไม้	4	4	0	1
12.งานกระจก	12.1 รายละเอียดงานกระจกภายในอาคาร	4	5	1	1
	12.2 รายละเอียดงานผนังกระจกภายนอกอาคาร	4	4	0	1
	12.3 รายละเอียดจุดต่อของงานกระจกอลูมิเนียม	4	4	0	1
	12.4 งานลิฟต์กระจกภายนอกอาคาร	4	4	0	1
13.งานโลหะและเบ็ดเตล็ด	13.1 รายละเอียดทั่วไป	4	4	0	1
	13.2 การใช้งานโลหะไม่เหมาะสม	4	4	0	1
	14.1 รายละเอียดงานกันซึมทั่วไป	4	4	0	1
	14.2 การใช้งานกันซึม บริเวณกระถาง/พื้นปลูกต้นไม้	4	4	0	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

14.งานกันซึมและป้องกันความชื้น	14.3 การใช้งานกันซึม บริเวณถังน้ำดี, ถังน้ำเสีย	4	4	0	1
	14.4 การใช้งานกันซึม บริเวณงานชั้นใต้ดิน	4	4	0	0
	14.5 การใช้งานกันซึม บริเวณพื้นเคลือบ Epoxy	4	4	0	1
15.งานประตูหน้าต่างและช่องแสง	15.1 การใช้วัสดุประตูผิดบริเวณ	4	5	1	1
	15.2 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตูหนีไฟ	5	5	0	1
	15.3 ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟ	4	4	0	0
	15.4 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตู/หน้าต่าง	4	4	0	1
	15.5 งานช่องแสง	4	4	0	1
16.งานสี	16.1 รายละเอียดทั่วไป	5	5	0	1
	16.2 การตรวจสอบคุณภาพงานสี	4	4	0	1
	16.3 การใช้งานสีไม่เหมาะสม	5	5	0	1
17.งานสุขภัณฑ์	17.1 รายละเอียดอุปกรณ์งานสุขภัณฑ์	4	4	0	1
	17.2 ฟังก์ชันการใช้งานสุขภัณฑ์ไม่ดี	5	5	0	1

Chulalongkorn University

จากการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามพบว่า หัวข้อย่อยที่ผ่านเกณฑ์ประเมินทั้งสิ้น 75 หัวข้อ จาก 76 หัวข้อ จึงนำหัวข้อที่ผ่านเกณฑ์ประเมินดังกล่าวมาพัฒนาระบบสำหรับการตรวจสอบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์ต่อไป

5.4 การพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์

5.4.1 จุดประสงค์ของการพัฒนาระบบ

การออกแบบงานก่อสร้างเป็นงานที่ต้องอาศัยการสะสมความรู้ประสบการณ์ในการทำงานเพื่อทราบปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในอดีตและจึงนำมาแก้ไขการออกแบบในปัจจุบัน แต่สำหรับผู้ออกแบบที่ขาดประสบการณ์การทำงานจึงเป็นเรื่องยากที่จะทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างเมื่อขาด

รายละเอียดในเอกสารการออกแบบ เพื่อลดการเกิดปัญหาจึงมีแนวคิดที่พัฒนาระบบเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบที่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านคุณภาพของงานก่อสร้าง ทำให้โครงการก่อสร้างมีคุณภาพงานที่ดีเมื่อดำเนินการก่อสร้างเป็นไปตามที่เอกสารการออกแบบกำหนด

5.4.2 แนวคิดสำหรับการออกแบบและการใช้งาน

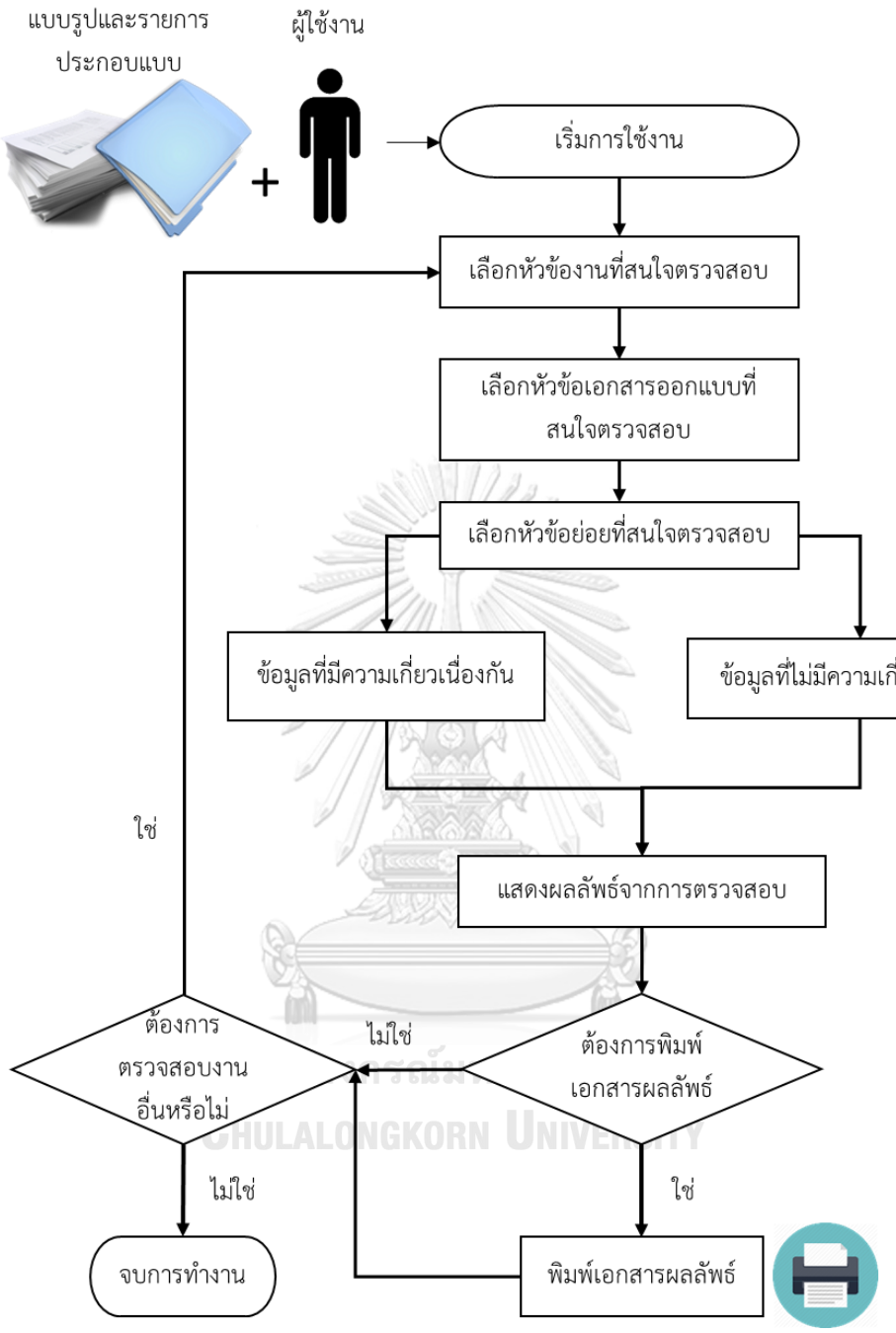
การออกแบบหน้าแสดงผลของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบรายละเอียดในเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหน้าหลัก, ส่วนประเมินผล และส่วนแสดงผลลัพธ์ (รูปที่ 5.5)

1. ส่วนหน้าหลัก จะประกอบด้วยหัวข้องานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมที่ต้องการตรวจสอบ รวมถึงจุดประสงค์ของโปรแกรม และคำอธิบายการใช้งานของโปรแกรม เมื่อต้องการตรวจสอบสามารถเลือกหัวข้องานในหน้าหลัก เพื่อแสดงผลหน้าต่อไป

2. ส่วนประเมินผล หน้านี้จะประกอบไปด้วยหัวข้อย่อยของงานที่เลือกในส่วนของหน้าหลัก เมื่อเลือกหัวข้อย่อยระบบจะแสดงหน้าคำถาม ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่เก็บจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนำข้อมูลจากแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจมากำหนดรหัส เพื่อแสดงความเกี่ยวข้องของข้อมูล เมื่อเลือกคำตอบโปรแกรมจะเลือกคำถามที่เกี่ยวข้องโดยกำหนดจากตัวเลือกที่ตอบคำถามก่อนหน้า จนกระทั่งตอบคำถามครบทุกคำถาม โปรแกรมจึงแสดงผลเป็นผลลัพธ์จากการตรวจสอบ

3. ส่วนแสดงผลลัพธ์ ประกอบด้วยคำถาม, คำตอบ และผลลัพธ์ของคำตอบที่เราเลือกไว้ ซึ่งผลลัพธ์คือผลกระทบด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นกับโครงการก่อสร้างเมื่อขาดการระบุในสิ่งนั้นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 5.5 แผนผังรูปภาพแสดงการทำงาน

5.4.3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมใช้โปรแกรม Visual studio code สำหรับการเขียนรหัส เพื่อนำรหัสไปประมวลผลใน web server โดยไฟล์และโฟลเดอร์เอกสารที่ใช้สำหรับการแสดงผลของโปรแกรม

ประกอบไปด้วย 5 ส่วนหลัก (รูปที่ 5.6) ได้แก่ index.html, question.html, index.js, question.js และ asset โดยแต่ละไฟล์และโฟลเดอร์จะทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.6 ไฟล์และโฟลเดอร์หลักสำหรับระบบตรวจสอบ

1) index.html เป็นการออกแบบหน้าแสดงผลหน้าหลัก โดยกำหนดข้อความ, ขนาดตัวอักษร, รูปภาพ, การแบ่งคอลัมน์ของหน้าหลัก เป็นต้น ซึ่งไฟล์ index.html จะสามารถแสดงผลสำหรับอ่านได้เพียงอย่างเดียวและไม่สามารถโต้ตอบหรือสื่อสารกับผู้ใช้งาน จึงต้องทำงานควบคู่กับไฟล์ index.js (รูปที่ 5.7)

```
<body>
    <CENTER><img src="assets/images/header2.jpg "width="1200" height="400"></CENTER><br><br>
  <div style="padding: 20px">
      <div class="col-sm-3">
          <div id="checkers-panel"></div>
      </div>
      <div class="col-sm-9">
        <h3>คำอธิบายโปรแกรม</h3><br>
        <div class="manual-box">     โปรแกรมนี้ใช้สำหรับตรวจสอบเอกสารการออกแบบ (แบบรูป และรายการประกอ
        <div class="manual-box">
          <p>วิธีใช้</p>
          <ol>
            <li>เลือกหมวดงานที่ต้องการตรวจสอบ</li>
            <li>ตรวจสอบตามหัวข้อย่อยในหมวดงานที่เลือก</li>
            <li>ตอบคำถามแต่ละข้อจนกระทั่งได้ผลลัพท์</li>
          </ol>
        </div>
      </div>
  </div>
  <br><br>                  &nt
  <left><img src="assets/images/buildingcollapse.gif "width="200" height="250"></left><br><br>
</body>

<script type="text/javascript" src="./evaluator.js"></script>
<script type="text/javascript" src="./index.js"></script>
</html>
```

รูปที่ 5.7 การกำหนดรหัสหน้า index.html

2) index.js เป็นส่วนที่เชื่อมหน้าหลักสู่หน้าประเมินผล โดยดึงค่าจากไฟล์ที่เก็บข้อมูลหัวข้อของการตรวจสอบนั่นคือ ไฟล์ checker.json เพื่อทราบหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยของการตรวจสอบที่ผู้ใช้งานเลือก (รูปที่ 5.8)

```
come    JS index.js
function _createCheckerButtons(checkers){
    var panel = document.createElement("div");
    panel.className = "list-group";

    checkers.forEach(function(c) {
        var a = document.createElement("a");
        a.className = "list-group-item list-group-item-action";
        a.href = `./questions.html?type=${c}`;
        a.style = "text-align: left;";
        a.target = "_blank";
        a.innerText = `${c.charAt(0).toUpperCase() + c.slice(1)}`;
        panel.appendChild(a);
    }, this);

    return panel;
}

function fetchCheckers() {
    var confPath = '../../assets/json';
    var checkerUrl = `${confPath}/checkers.json`;

    return fetch(checkerUrl)
    .then(function(res) {
        if (res && res.status === 200) return res.json();
    })
    .then(function(res) {
        return this.init(res);
    })
    .catch(function(err) {
        console.error(err);
    });
}
```

รูปที่ 5.8 การกำหนดรหัสหน้า index.js

3) question.html เป็นส่วนแสดงผลของหน้าประเมินผลและหน้าแสดงผลลัพธ์ โดยลักษณะการทำงานต่างๆมีรูปแบบเดียวกับไฟล์ index.html (รูปที่ 5.9)

```
come    <> questions.html
<body>
    <CENTER><img src="assets/images/header2.jpg "width="1200" height="400"></CENTER><br>
    <div style="padding: 20px">
        <div class="col-sm-3">
            <left>
                   <button id="print-btn">พิมพ์เอกสารสรุปผลการตรวจสอบ</button><br><br>
            </left>
            <left>
                <div id="menu-panel"></div>
            </left>
        </div>
        <div class="col-sm-9">
            <div id="checkers-panel">
                <span class="tab-content">
                    <div id="home" class="tab-pane fade in active">
                        <div>
                            <h3>กรุณาเลือกรายการตรวจสอบด้านซ้าย</h3>
                        </div>
                    </div>
                </span>
            </div>
        </div>
    </div>
</body>
<script type="text/javascript" src="./questions.js"></script>
</html>
```

รูปที่ 5.9 การกำหนดรหัสหน้า question.html

4) question.js เป็นส่วนแสดงผลคำถามและตัวเลือกสำหรับหน้าประเมินผล และผลลัพธ์จากการตอบคำถามในหน้าแสดงผลลัพธ์ โดยส่วนนี้จะดึงฐานความรู้ (Knowledge-based) มาจากไฟล์ย่อยชื่อว่าไฟล์ json อีกทั้งเชื่อมปุ่มพิมพ์เอกสารไปยังหน้าเชื่อมต่อเครื่องพิมพ์เอกสาร สำหรับพิมพ์เอกสารสรุปผลการตรวจสอบ (รูปที่ 5.10)

ome JS questions.js ✖

```
function _loadInitData(data) {
    var cType = _getParameterByName("type") || "soil",
        obj = data[cType],
        files = obj.files,
        fileNum = files.length
        n = 0;

    for (var i = 0; i < fileNum; i++) {
     fetch(`${confPath}${obj.path}/${files[i]}`)
        .then(function(res) {
            if (res && res.status === 200) return res.json();
        })
        .then(function(res) {
            // storing all questions + ans + current state
            questions[res.name] = res;
            answers[res.name] = { qSeq: [], aSeq: [], finalAns: '' };
            currentStates[res.name] = { q: 0, a: 0 };

            // counting the read files
            n++;

            // use type's title name as key and id
            var title = res.type;
            if (!bliMapper[title]) { // there is no existing menu, let's create new one
                var bli = document.createElement('li');
                bli.className = "nav-item";

                var ba = document.createElement('a');
                ba.className = "nav-link collapsed";
                ba.setAttribute("data-toggle", 'collapse');
                ba.setAttribute("data-target", `#${title}`);
                var tt = title.replace(/_/g, ' ');
```

รูปที่ 5.10 การกำหนดรหัสหน้า question.js

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5) asset เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลที่นำไปใช้กับส่วนหน้าหลัก, หน้าประเมินผล และ หน้าผลลัพธ์ โดยแบ่งโฟลเดอร์ย่อยเป็น 2 โฟลเดอร์ ได้แก่

   a. image เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บรูปภาพที่ใช้สำหรับตบแต่งโปรแกรม

   b. json เป็นโฟลเดอร์สำหรับเก็บชุดข้อมูล โดยในระบบตรวจสอบนี้โฟลเดอร์ json ประกอบด้วย 2 โฟลเดอร์หลัก ได้แก่

      - โฟลเดอร์เก็บฐานความรู้ที่สร้างโดยอ้างอิงจากแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจที่ผ่านการประเมินผล โดยประกอบด้วยโฟลเดอร์ย่อย 17 โฟลเดอร์ ซึ่งแต่ละโฟลเดอร์ประกอบด้วยไฟล์ย่อยๆภายใน ทั้งนี้การกำหนดรหัสของไฟล์งานทั้ง 17 งานเป็นดังนี้ งานดิน (SoilWork : รหัส SWF), งานเสาเข็ม (PileWork :รหัส PWF), งานฐานราก

(FootingWork :รหัส FWF), งานคอนกรีตเสริมเหล็ก (RCWork : รหัส RCWF),งานคอนกรีตสำเร็จรูป (PCWork :รหัส PCWF), งานเหล็กรูปพรรณ (STeelWork :รหัส STWF), งานผนัง (WallWork : รหัส WWF), งานผิวพื้น/ผิวผนัง (FiNishingWork :รหัส FNWF), งานฝ้าเพดาน (CeilingWork :รหัส CWF), งานดาดฟ้า (RooftopWork :รหัส RWF), งานไม้ (WooDWork :รหัส WDWF), งานกระจก (GlassWork :รหัส GWF), งานโลหะและเบ็ดเตล็ด (MetalWork :รหัส MWF), งานกันซึม (WaterResistanceWork : รหัส WRWF), งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง (DoorWindowWork : รหัส DWWF), งานสี (PainTingWork :รหัส PTWF) และงานสุขภัณฑ์ (SanitaryWareWork :รหัส SWWF) โดยตัวอย่างรหัสที่สร้างจากแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ แสดงในรูปที่ 5.11

```
lcome    {} CWF1.json ×
{
    "type": "แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานฝ้าเพดาน",
    "level": "-1",
    "name": "รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบงานฝ้าฉาบเรียบ",

    "cwf00000": {
        "name": "มีการใช้งานฝ้าฉาบเรียบ",
        "pointers": ["cwf00001", "cwf00002"]
    },
    "cwf00001": {
        "name": "มี",
        "display": true,
        "pointers": ["cwf00003", "cwf00004", "cwf00005", "cwf00006"]
    },
    "cwf00002": {
        "name": "ไม่มี",
        "pointers": ["cwf00012"]
    },
    "cwf00003": {
        "name": "ระบุรายละเอียดโครงริมของฝ้า",
        "pointers": ["cwf00007", "cwf00008"]
    },
    "cwf00004": {
        "name": "ระบุระยะห่าง(@) ระหว่าง C-line",
        "pointers": ["cwf00007", "cwf00009"]
    },
    "cwf00005": {
        "name": "ระบุรายละเอียดอุปกรณ์ตึงรั้งฝ้า",
        "pointers": ["cwf00007", "cwf00010"]
    },
    "cwf00006": {
        "name": "ระบุรายละเอียดฉนวนกันความร้อน",
        "pointers": ["cwf00007", "cwf00011"]
```

รูปที่ 5.11 ตัวอย่างรหัสที่สร้างจากแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

- checker.json เป็นไฟล์เก็บข้อมูลชื่อไฟล์หัวข้อหลักและไฟล์หัวข้อย่อย อีกทั้งกำหนดชื่อหัวข้อที่แสดงในหน้าหลัก โดยตัวอย่างการเก็บชื่อไฟล์หัวข้อแสดงในรูปที่ 5.12

รูปที่ 5.12 ตัวอย่างการเก็บชื่อไฟล์หัวข้อใน checker.json

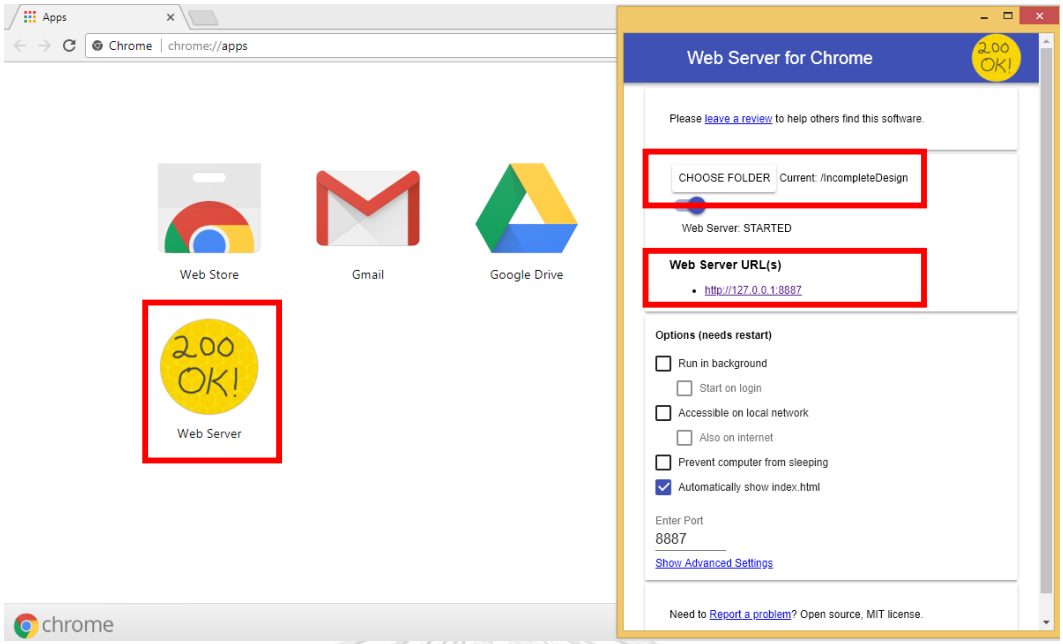
เมื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับการตรวจสอบเรียบร้อย จึงนำโปรแกรมมาทดสอบการใช้งานของระบบด้วยวิธี Black box testing ด้วยการตรวจสอบทุกกรณีเพื่อให้แน่ใจว่าโปรแกรมตรวจสอบสามารถใช้งานอย่างสมบูรณ์ จากการตรวจสอบด้วยวิธี Black box testing พบว่ามีความผิดพลาดเล็กน้อยโดยเกิดจากการใส่รหัสผิดพลาด เช่น การใส่รหัสเลข 0 ขาด ทำให้โปรแกรมไม่สามารถแสดงผลในหัวข้อย่อยนั้น, การใส่สัญลักษณ์ / ทำให้โปรแกรมไม่อ่านรหัสต่อจากนั้น และไม่แสดงผลข้อมูล เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4.4 การใช้งานโปรแกรม

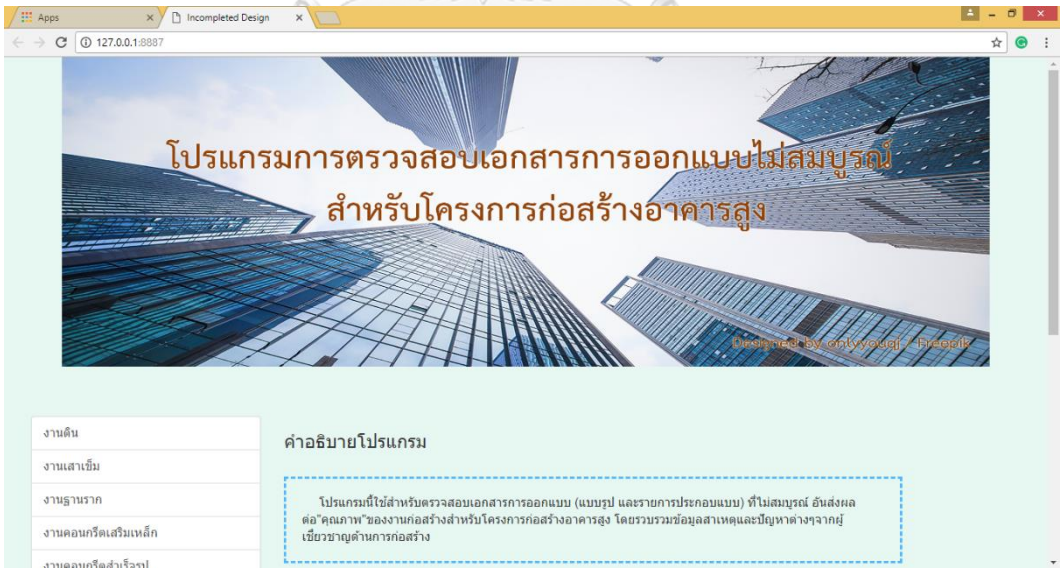
1) เปิดหน้าเว็บเบราเซอร์ Google Chrome เข้าไปที่ Apps และเลือก Web server จะปรากฏหน้า Web server for Chrome

2) เลือกไฟล์ Code ที่สร้างใน Visual basic code จะปรากฏ Web server URL กดเพื่อไปยังหน้าตรวจสอบ (รูปที่ 5.13)



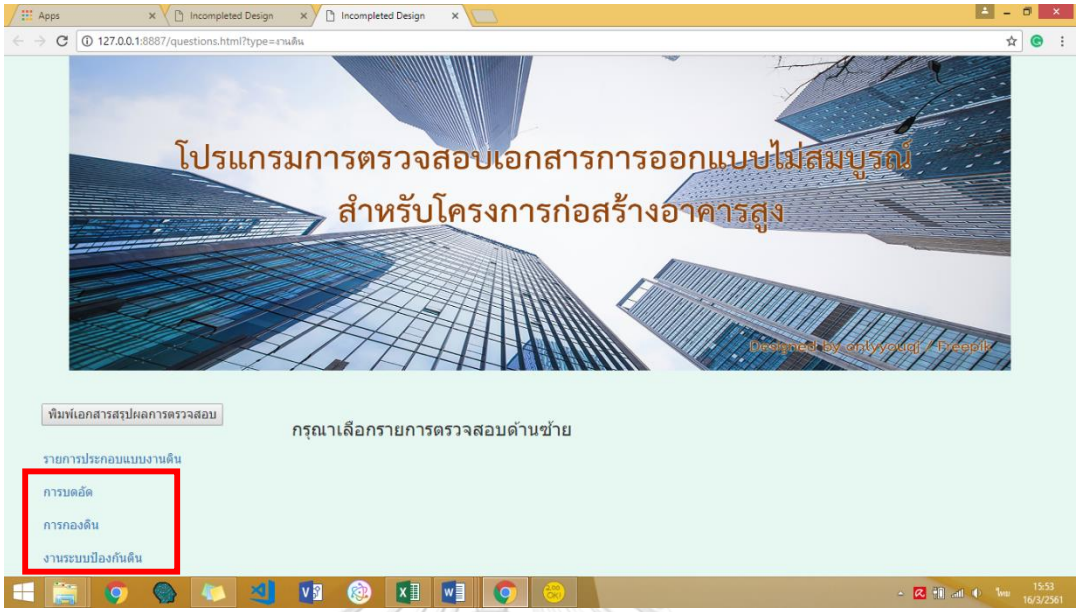
รูปที่ 5.13 วิธีการเปิดโปรแกรม

3) หน้าหลักโปรแกรมตรวจสอบ ด้านซ้ายคือหัวข้องานสำหรับการตรวจสอบ ด้านขวาคือคำอธิบายโปรแกรม เมื่อต้องการตรวจสอบหัวข้อใดให้เลือกหัวข้องานที่ต้องการตรวจสอบนั้นเพื่อเข้าหน้าประเมินผล (รูปที่ 5.14)



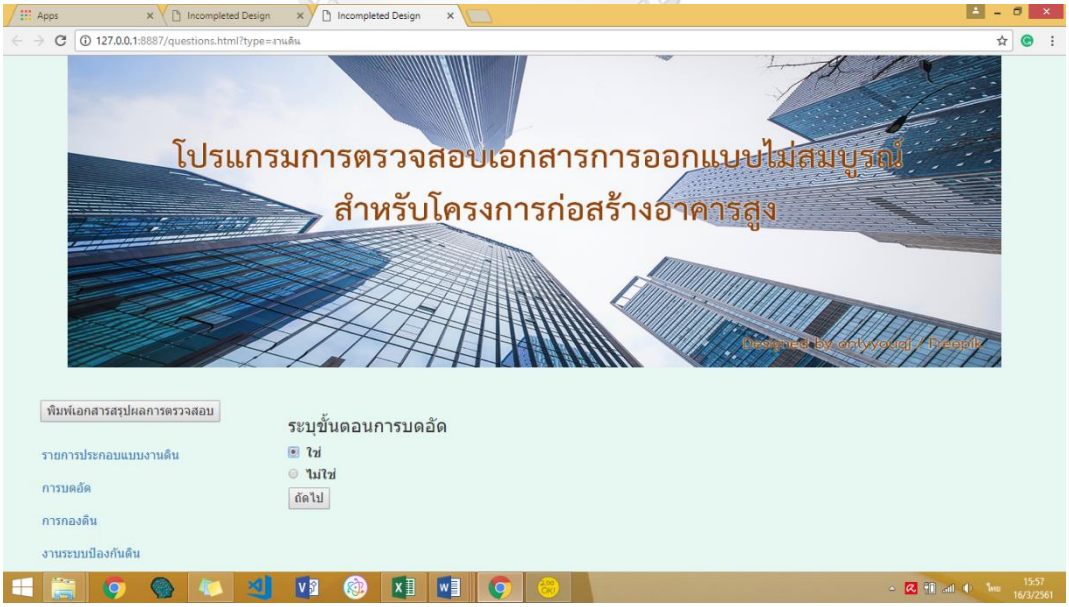
รูปที่ 5.14 หน้าหลักของโปรแกรมตรวจสอบ

4) เมื่อเข้าหน้าประเมินผล ให้เลือกหัวข้อย่อยที่ต้องการตรวจสอบ (รูปที่ 5.15)



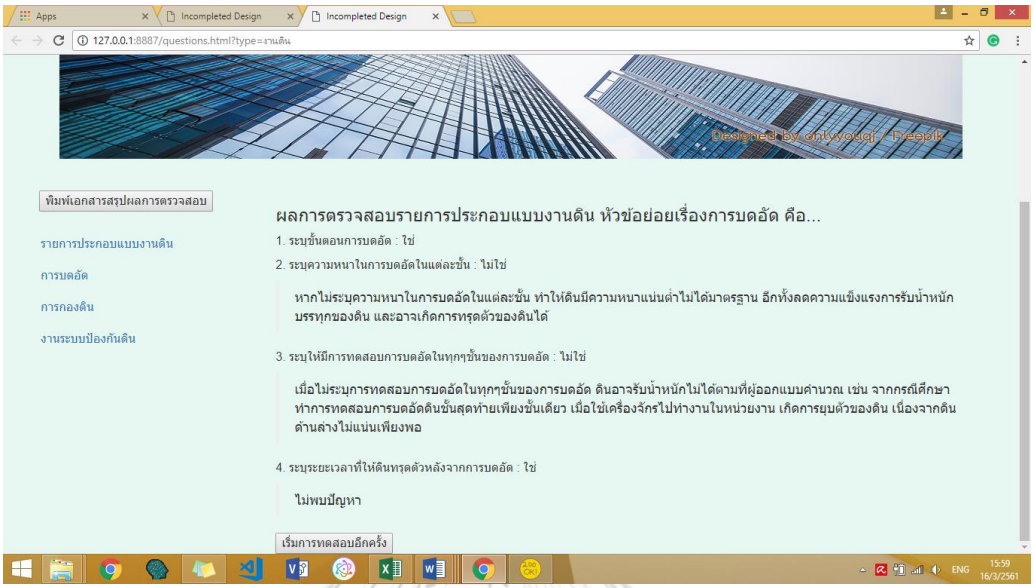
รูปที่ 5.15 หน้าประเมินผลของโปรแกรมตรวจสอบ

5) หน้าประเมินผลจะปรากฏคำถามและตัวเลือกตอบคำถามตามตัวเลือกสำหรับการตรวจสอบที่กำหนดให้เพื่อตรวจสอบรายละเอียดของแบบรูปหรือรายการประกอบแบบ จนกระทั่งครบทุกคำถาม (รูปที่ 5.16)



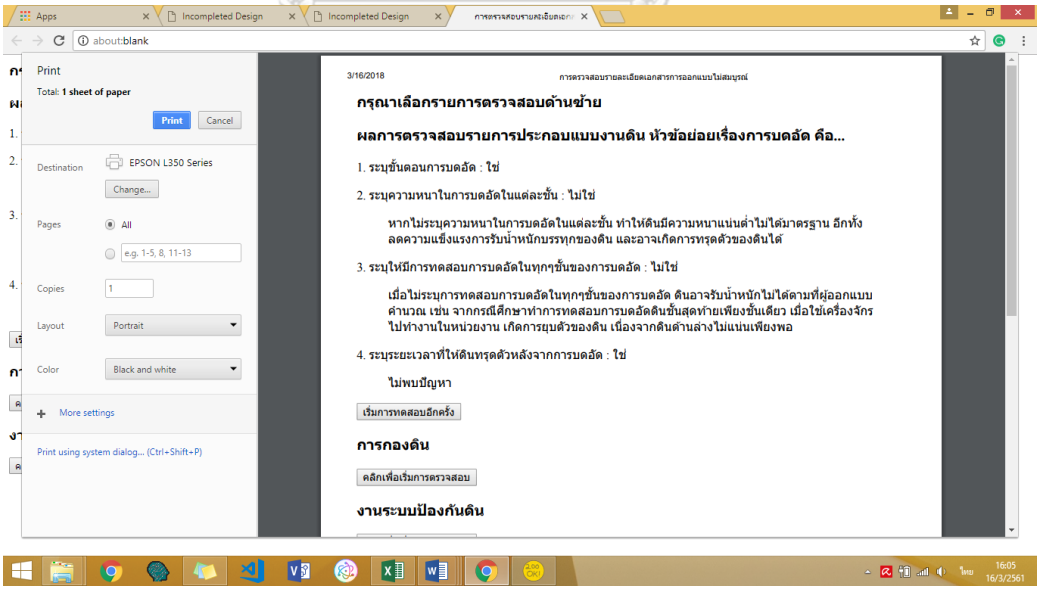
รูปที่ 5.16 การแสดงคำถามของหน้าประเมินผลของโปรแกรมตรวจสอบ

6) โปรแกรมตรวจสอบจะแสดงหน้าผลลัพธ์ โดยแสดงคำถามและคำตอบที่ผู้ใช้งานเลือก อีกทั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบ (รูปที่ 5.17)



รูปที่ 5.17 หน้าผลลัพธ์ของโปรแกรมตรวจสอบ

7) กดปุ่มพิมพ์เอกสารสรุปผลการตรวจสอบเพื่อพิมพ์ผลลัพธ์สรุปผลการตรวจสอบเอกสารการออกแบบไม่ครบถ้วนในแต่ละหัวข้อของงานที่เลือก



รูปที่ 5.18 หน้าพิมพ์เอกสารสรุปผลการตรวจสอบ

5.5 บทสรุป

การดำเนินงานวิจัยในบทนี้มีจุดประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดรายละเอียดในเอกสารออกแบบทั้งแบบรูป และรายการประกอบที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง โดยนำข้อมูลจากการเก็บข้อมูลสาเหตุการออกแบบผิดพลาดในบทที่ 4 เป็นขอบเขตสำหรับการศึกษางานวิจัยในบทที่ 5

การเก็บข้อมูลใช้การสอบถามปัญหาการขาดรายละเอียดในแบบรูปและรายการประกอบแบบจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทราบถึงกรณีศึกษาของปัญหารายละเอียดไม่เพียงพอในเอกสารการออกแบบที่พบในงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งสอบถามสาเหตุและปัญหาจากเอกสารการออกแบบ 2 หมวดงาน ได้แก่ งานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรม รวม 17 หัวข้องาน เมื่อเก็บข้อมูลเรียบร้อยจึงนำข้อมูลความรู้จากผู้เชี่ยวชาญมาเรียบเรียงและจัดกลุ่มข้อมูล โดยจัดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันมาอยู่รวมกันเพื่อนำข้อมูลที่จัดกลุ่มและเรียบเรียงมาใช้สร้างต้นไม้ตัดสินใจ

การพัฒนาองค์ความรู้เป็นระบบโดยนำความรู้จากผู้เชี่ยวชาญพัฒนาเป็นแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ โดยแผนภาพรวมทั้งสิ้น 76 แผนภาพ นำมาแผนภาพทั้งหมดมาสอบถามความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลพบว่ามีแผนภาพที่ผ่านเกณฑ์การประเมินข้อมูลทั้งสิ้น 75 แผนภาพ และจึงนำข้อมูลที่ผ่านการประเมินมาพัฒนาระบบสำหรับตรวจสอบ

การพัฒนาระบบนั้นใช้ฐานความรู้จากข้อมูลแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ โดยภาษาที่ใช้เขียนได้แก่ ภาษา HTML5, CSS3 และ Javascript โดยใช้โปรแกรม Visual studio code สำหรับเขียนรหัส ทั้งนี้ระบบตรวจสอบปัญหาการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหน้าหลัก, ส่วนประเมินผล และส่วนแสดงผลลัพธ์ เมื่อตรวจสอบเรียบร้อยผู้ใช้งานระบบสามารถพิมพ์รายการตรวจสอบเพื่อนำข้อมูลจากการตรวจสอบมาเป็นหลักฐานสำหรับการแก้ไขแบบรูปและรายการประกอบแบบให้มีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้นต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การออกแบบสำหรับโครงการก่อสร้างอาคารสูงในประเทศไทยมีรายละเอียดงานที่มากและซับซ้อน การออกแบบรายการประกอบแบบและแบบรูปจึงสามารถเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ โดยการออกแบบผิดพลาดสามารถเป็นไปได้หลากหลายสาเหตุ เพื่อให้แก้ปัญหาให้ตรงกับความผิดพลาดของการออกแบบในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลแบบสอบถามเพื่อหาสาเหตุการออกแบบผิดพลาดที่เกิดขึ้นในประเทศไทย โดยอ้างอิงแบบสอบถามจาก NBS specification report 2017 ทั้งนี้จึงสามารถทราบสาเหตุการออกแบบผิดพลาดในประเทศไทยเพื่อใช้เป็นขอบเขตสำหรับการทำงานวิจัย

จากการตอบแบบสอบถามสามารถสรุปผลจากการเก็บข้อมูลว่า การออกแบบไม่สมบูรณ์เป็นหนึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการออกแบบผิดพลาดในโครงการก่อสร้าง โดยในช่วงระหว่างการก่อสร้างโครงการพบการออกแบบผิดพลาดเป็นจำนวนมากเนื่องจากในช่วงระหว่างการก่อสร้างยังคงพบการปรับปรุงและแก้ไขเอกสารการออกแบบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำสำหรับการแก้ปัญหาการออกแบบผิดพลาดเพื่อเป็นแนวทางแก้ปัญหาแก่ผู้ออกแบบที่ขาดประสบการณ์การทำงานว่าควรศึกษาข้อผิดพลาดจากกรณีศึกษาในโครงการก่อสร้างที่ผ่านมา โดยสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในการทำงานก่อสร้างเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความผิดพลาดรูปแบบเดิม และหาแนวทางป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในเอกสารการออกแบบทั้งแบบรูปและรายการประกอบแบบ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางสำหรับรวบรวมองค์ความรู้เรื่องการออกแบบไม่สมบูรณ์ และนำองค์ความรู้ดังกล่าวมาพัฒนาระบบสำหรับตรวจสอบการออกแบบไม่สมบูรณ์ในแบบรูปและรายการประกอบแบบ เพื่อป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดในรูปแบบเดิม

สำหรับการเก็บข้อมูลปัญหาการขาดรายละเอียดในแบบรูปและรายการประกอบแบบใช้วิธีสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์เพื่อสอบถามผู้เชี่ยวชาญถึงกรณีศึกษาของปัญหารายละเอียดไม่เพียงพอในเอกสารการออกแบบงานก่อสร้างอาคารสูง จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 30 คน ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตงานวิจัยเป็นจำนวนมาก จึงนำมาเรียบเรียงและจัดกลุ่มสาเหตุและปัญหาจาก

เอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์โดยแบ่งเป็น 2 หมวดงาน ได้แก่ งานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรม โดยมีหัวข้องานรวม 17 งาน และเรียบเรียงข้อมูลผ่านหัวข้อย่อยทั้งสิ้น 76 หัวข้อย่อย

สำหรับรูปแบบเนื้อหาหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง ส่วนของแบบรูปจะเกี่ยวกับการขาดรายละเอียดต่างๆของวัสดุหรืองานโครงสร้าง ขนาดของวัสดุ, ตำแหน่งของวัสดุ, ระดับของงานโครงสร้าง, การเสริมเหล็กงานโครงสร้าง เป็นต้น และส่วนของรายการประกอบแบบนั้นเกี่ยวกับการขาดรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน, คุณสมบัติของวัสดุหรือสารที่ใช้, ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ และ วิธีการทดสอบ เป็นต้น รูปแบบผลกระทบของงานวิศวกรรมโครงสร้างโดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของโครงสร้าง, การรับน้ำหนักของโครงสร้าง, ปัญหาการแตกร้าวของโครงสร้าง เป็นต้น ในส่วนรูปแบบเนื้อหาของหมวดงานสถาปัตยกรรม สำหรับแบบรูปจะเกี่ยวกับการขาดรายละเอียดของวัสดุ เช่น ยี่ห้อของวัสดุ, สัญลักษณ์ของวัสดุ, ขนาดของวัสดุ, ตำแหน่งของวัสดุ, จุดเชื่อมต่อของวัสดุ เป็นต้น, การเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสมกับสถานที่ ส่วนรายการประกอบแบบนั้นเกี่ยวกับการขาดรายละเอียดขั้นตอนการทำงานหรือการติดตั้ง โดยรูปแบบผลกระทบจะของงานสถาปัตยกรรมโดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงทนทานของวัสดุ, อายุการใช้งานน้อยลง, การรั่วซึม, ความสวยงามในแง่สถาปัตยกรรม เป็นต้น

ต่อมาจึงนำข้อมูลความรู้จากผู้เชี่ยวชาญที่จัดกลุ่มและเรียบเรียงมาพัฒนาเป็นแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ โดยแผนภาพรวมทั้งสิ้น 76 แผนภาพ เมื่อนำแผนภาพทั้งหมดมาสอบถามความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลพบว่ามีแผนภาพที่ผ่านเกณฑ์การประเมินข้อมูลด้วยวิธี Rating scale ทั้งสิ้น 75 แผนภาพ จึงนำข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์การประเมินมาพัฒนาระบบสำหรับตรวจสอบเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์

การพัฒนาระบบใช้ข้อมูลองค์ความรู้จากแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจที่ผ่านเกณฑ์การประเมินมาเขียนรหัส โดยภาษาที่ใช้เขียน ได้แก่ ภาษา HTML5, CSS3 และ Javascript ซึ่งใช้โปรแกรม Visual studio code สำหรับเขียนรหัสขึ้นมาทั้งหมด ทั้งนี้ระบบตรวจสอบปัญหาการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหน้าหลัก, ส่วนประเมินผล และส่วนแสดงผลลัพธ์ เมื่อตรวจสอบเรียบร้อยผู้ใช้งานระบบสามารถพิมพ์รายการตรวจสอบเพื่อนำข้อมูลจากการตรวจสอบมาเป็นหลักฐานสำหรับการแก้ไขแบบรูปและรายการประกอบแบบให้มีความถูกต้องเพิ่ม

มากขึ้น การพัฒนาระบบดังกล่าวจึงสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของงานวิจัยที่ต้องการลดข้อผิดพลาดของการออกแบบที่เคยเกิดขึ้นจากโครงการก่อนๆให้น้อยลง

6.2 ข้อจำกัดงานวิจัย

1) การกำหนดคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์เกิน 5 ปี ที่เคยทำงานก่อสร้างอาคารสูง ผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์ต่างมีงานที่มากและมีตารางเวลาที่ค่อนข้างจำกัด ทำให้ผู้ให้สัมภาษณ์บางส่วนไม่สะดวกสำหรับการตอบแบบสอบถามในรอบที่ 2 จึงแก้ปัญหาโดยการลดจำนวนผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์รอบที่ 2 ซึ่งเกี่ยวกับการสอบถามความน่าเชื่อถือของข้อมูลแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ ทั้งนี้จึงตั้งเงื่อนไขเพิ่มเติมสำหรับการสัมภาษณ์รอบที่ 2 โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม คือ กำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 10 ปีสำหรับแบบสอบถามในรอบนี้

2) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่ปัญหาการออกแบบไม่สมบูรณ์ที่ส่งผลกระทบด้านคุณภาพของโครงการก่อสร้างเท่านั้น โดยไม่สนใจปัญหาการออกแบบไม่สมบูรณ์ที่ส่งผลกระทบด้านอื่นๆ

3) ข้อมูลแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ เป็นข้อมูลที่พัฒนามาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 30 คน ดังนั้นอาจไม่ครอบคลุมสาเหตุของปัญหาทั้งหมดที่สามารถเกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารสูง แต่ครอบคลุมสาเหตุของปัญหาการออกแบบไม่สมบูรณ์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านคุณภาพเป็นส่วนใหญ่

4) โปรแกรมสำหรับการตรวจสอบ เป็นระบบที่ต้องอาศัยมนุษย์ร่วมกับโปรแกรมในการใช้งานตรวจสอบในแต่ละจุด อาจเกิดข้อผิดพลาดที่ผู้ใช้งานตรวจสอบรายละเอียดในแต่ละหัวข้อไม่ครบถ้วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 ประโยชน์ของงานวิจัย

ผู้ออกแบบที่ขาดประสบการณ์ทำงานสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดจากการออกแบบ โดยเรียนรู้จากความรู้ของผู้มีประสบการณ์ผ่านโปรแกรมตรวจสอบการออกแบบไม่ครบถ้วน เนื่องจากผู้ขาดประสบการณ์ทำงานอาจไม่ทราบถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเมื่อขาดรายละเอียดเพียงเล็กน้อยในแต่ละจุด โดยหากตรวจสอบเอกสารการออกแบบแล้วพบการขาดรายละเอียดของงานก่อสร้าง ระบบจะแสดงผลกระทบทางด้านคุณภาพงานก่อสร้างที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งการตรวจสอบโดยใช้โปรแกรมสำหรับตรวจสอบการออกแบบไม่ครบถ้วนก่อนการก่อสร้างจะช่วยให้รายละเอียดของเอกสารการ

ออกแบบครบถ้วนมากขึ้น จึงเกิดผลกระทบด้านคุณภาพของงานก่อสร้างที่เกิดจากการขาดรายละเอียดในเอกสารการออกแบบน้อยลง

6.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจัดทำการพัฒนาระบบสำหรับตรวจสอบการออกแบบไม่ครบถ้วน โดยโปรแกรมจำเป็นต้องอาศัยมนุษย์ช่วยตรวจสอบร่วมกับโปรแกรมเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดในแต่ละจุดของแบบรูปและรายการประกอบแบบ ดังนั้นในอนาคตหากสามารถใช้เทคโนโลยีเพียงอย่างเดียวในการตรวจสอบเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์ โดยสามารถตรวจสอบแบบรูปและรายการประกอบแบบอย่างอัตโนมัติจะช่วยลดเวลาในการตรวจสอบเอกสารการออกแบบ อีกทั้งทำให้การตรวจสอบเกิดความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Choi, J., Choi, J., & Kim, I. (2014). Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings. *Automation in Construction, 46*(October 2014), 38-49. doi:10.1016/j.autcon.2013.12.005

Eastman, C., Lee, J.-m., Jeong, Y.-s., & Lee, J.-k. (2009). Automatic rule-based checking of building designs. *Automation in Construction, 18*(8), 1011-1033. doi:10.1016/j.autcon.2009.07.002

Ellis, R. (2009). Commisioning and Incomplete Design Documents. *Engineered systems,* 16.

Fonseca, E. D., Lima, F. P. A., & Duarte, F. (2014). From construction site to design: The different accident prevention levels in the building industry. *Safety Science, 70*(December 2014), 406-418. doi:10.1016/j.ssci.2014.07.006

Halpin, D. W., & Senior, B. A. (2011). *Construction Management* (4th ed.). United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Hendrickson, C., & Au, T. (2008). *Project Management for Construction* (2nd ed.): Prentice Hall.

Josephson, P. E., Larsson, B., & Li, H. (2002). Illustrative Benchmarking Rework and Rework Costs in Swedish Construction Industry. *Journal of Management in Engineering, 18*(2), 76-83.

Lam, P. T. I., Kumaraswamy, M. M., & Ng, T. S. T. (2007). International Treatise on Construction Specification Problems from a Legal Perspective. *Journal of professional issues in engineering education and practice*. doi:10.1061//ASCE/1052-3928/2007/133:3/229

Lopez, R., Love, P. E. D., Edwards, D. J., & Davis, P. R. (2010). Design Error Classification, Causation, and Prevention in Construction Engineering. *Journal of Performance of Constructed Facilities, 24*(4), 399-408. doi:10.1061/(asce)cf.1943-5509.0000116

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Love, P. E. D., Edwards, D. J., Han, S., & Goh, Y. M. (2011). Design error reduction: toward the effective utilization of building information modeling. *Research in Engineering Design, 22*(3), 173-187. doi:10.1007/s00163-011-0105-x

Love, P. E. D., & Li, H. (2000). Quantifying the causes and costs of rework in construction. *Construction Management and Economics, 18*(4), 479-490. doi:10.1080/01446190050024897

Love, P. E. D., Lopez, R., & Edwards, D. J. (2013). Reviewing the past to learn in the future: making sense of design errors and failures in construction. *Structure and Infrastructure Engineering, 9*(7), 675-688. doi:10.1080/15732479.2011.605369

Love, P. E. D., Lopez, R., Edwards, D. J., & Goh, Y. M. (2011). Error begat error: design error analysis and prevention in social infrastructure projects. *Accid Anal Prev, 48*(September 2012), 100-110. doi:10.1016/j.aap.2011.02.027

Love, P. E. D., Lopez, R., Goh, Y. M., & Davis, P. R. (2011). Systemic Modelling of Design Error Causation in Social Infrastructure Projects. *Procedia Engineering, 14*(2011), 161-168. doi:10.1016/j.proeng.2011.07.019

Marosszeky, M. (2006). Performance Measurement and Visual Feedback for Process Improvement. *the SMILE-SMC 3rd Dissemination Workshop on 11th February 2006, Centre for Infrastructure and Construction Industry Development of The University of Hong Kong*.

Mills, A., Love, P. E., & Williams, P. (2009). Defect Costs in Residential Construction. *Journal of Construction Engineering and Management, 135*(1), 12-16.

Mryyian, M., & Tzortzopoulos, P. (2013). Identifying Sources of Design Error in the Design of Residential Building. *Proceedings for the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction.*(July), 449-458.

Reichart, G. (1988). How to reduce design and construction errors. *Nuclear engineering and design, 110*(December 1988), 251-254.

Suther, G. N. (1998). *Evaluating the perception of design errors in the construction industry.* (Master degree), Univeristy of Florida.

Taylor, J. R. (2007). Statistics of design error in the process industries. *Safety Science, 45*(1-2), 61-73. doi:10.1016/j.ssci.2006.08.013

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Yan, B., & Zeng, Y. (2011). Design conflict: Conceptual structure and mathematical representation. *Society for Design and Process Science, 15*(1), 75-89.

กังวาน อัศวไชยวศิน, & อรพิน ประวัติบริสุทธ์. (2013). หนังสือคู่มือสร้างเว็บไซต์ด้วย *HTML5&CSS3&Javascript* ฉบับสมบูรณ์: บริษัท โปรวิชั่น จำกัด.

ชัดชัย แก้วตา, & อัจฉรา มหาวีรวัฒน์. (2010). การวินิจฉัยคดีด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. การประชุมวิชาการระดับประเทศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (*National Conference on Information Technology: NCIT)*, 308-313.

ทัต นาควิเชียร. (2012). ปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตปริมณฑล. (ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

นที สัมปุรณะพันธ์. (2010). การจัดทำแบบก่อสร้าง: กองพัฒนาอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

แบบก่อสร้างและประเภทของแบบก่อสร้าง (CONSTRUCTION DRAWING). (2010). Retrieved from http://www.civilclub.net/แบบก่อสร้างและประเภทของแบบก่อสร้าง-construction-drawing.html website:

รังสรรค์ วงษ์บุญ. (2005). รายการก่อสร้าง (SPECIFICATION). Retrieved from http://www.rangson.com/html%20document/ce/ce005001specQ&A.htm website:

สุกุลพัฒน์ คุ้มไพศาล, & สุรกานต์ รัตนวิฑูรย์. (2015). การวิเคราะห์ความเสี่ยงโครงการก่อสร้างอาคารชุดในรูปแบบสัญญา ออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้าง. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นปีที่ *14* ฉบับที่ *2* กรกฎาคม-ธันวาคม ประจำปี *2558*, 143-158.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์สำหรับงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถามปัญหาจากเอกสารการออกแบบ

โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่าง ❍ ที่กำหนด และเติมคำอธิบายในช่องว่าง

<u>หมายเหตุ</u> เอกสารการออกแบบประกอบไปด้วย แบบรูปรายการ และรายการประกอบแบบ

1. คุณมีส่วนเกี่ยวข้องกับเอกสารการออกแบบอย่างไร
   - ❍ ผู้ออกแบบเอกสารการออกแบบ
   - ❍ ผู้ใช้งานเอกสารการออกแบบ
   - ❍ ผู้ตรวจสอบเอกสารการออกแบบ
   - ❍ อื่นๆ โปรดระบุ _____
2. ประสบการณ์ทำงานทางด้านวิศวกรรม/สถาปัตยกรรม _____ ปี
3. จากประสบการณ์ของคุณในโครงการก่อสร้าง เมื่อเริ่มโครงการใหม่จะเริ่มต้นเขียนแบบรูป (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
   - ❍ นำแบบรูปจากโครงการก่อนๆมาใช้อ้างอิง
   - ❍ คัดลอกแบบรูปบางส่วนจากโครงการอื่นๆ
   - ❍ รวบรวมข้อมูลความต้องการจากเจ้าของโครงการและออกแบบ
   - ❍ ใช้บริษัทภายนอกที่มีผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านออกแบบ
   - ❍ ไม่มีประสบการณ์ในการออกแบบ
   - ❍ อื่นๆ โปรดระบุ _____
4. จากประสบการณ์ของคุณในโครงการก่อสร้าง เมื่อเริ่มโครงการใหม่จะเริ่มต้นเขียนรายการประกอบแบบ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
   - ❍ นำรายการประกอบแบบจากโครงการก่อนๆมาใช้อ้างอิง
   - ❍ รวบรวมข้อมูลจากผู้ผลิตและนำมาออกแบบ
   - ❍ คัดลอกรายการประกอบแบบจากโครงการอื่นๆ
   - ❍ เขียนรายการประกอบแบบด้วยตนเองทั้งหมด
   - ❍ ใช้รายการประกอบแบบจาก Template ที่มีจำหน่ายและให้บริการ
   - ❍ ให้บริษัทผู้ผลิตเขียนรายการประกอบแบบให้
   - ❍ ใช้รายการประกอบแบบจากต้นแบบที่ไม่มีลิขสิทธิ์
   - ❍ ใช้บริษัทภายนอกที่มีผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดรายการประกอบแบบ
   - ❍ ไม่มีประสบการณ์ในการออกแบบ
   - ❍ อื่นๆ โปรดระบุ _____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขั้นตอนไหนของการก่อสร้างที่ยังคงเขียนและปรับปรุงเอกสารการออกแบบ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

❍ ขั้นตอนการออกแบบแนวคิด ❍ ขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น
❍ ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด ❍ ขั้นตอนระหว่างการก่อสร้าง
❍ ขั้นตอนการก่อสร้างสิ้นสุด ❍ โครงการก่อสร้างพร้อมใช้งาน

6. คุณมีความมั่นใจในความรู้และความสามารถของตัวเองในการสร้างเอกสารการออกแบบมากน้อยเพียงใด

❍ มั่นใจมาก ❍ ค่อนข้างมั่นใจ
❍ ปานกลาง ❍ ไม่ค่อยมั่นใจ
❍ ไม่มั่นใจเลย ❍ ไม่มีประสบการณ์ในการออกแบบ

7. ในประสบการณ์ของคุณ คุณเคยพบปัญหาในการเขียน/การใช้เอกสารการออกแบบหรือไม่

❍ พบ ❍ ไม่พบ

8. สาเหตุหลักของการเกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาดขึ้นในแบบรูปคืออะไร (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

❍ วัสดุที่ระบุไว้เดิมถูกเปลี่ยนแปลง
❍ แบบรูป(Drawing) ขัดแย้งกัน
❍ การขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบต่างสาขา
❍ การเขียนแบบรูปไม่ชัดเจน เช่น_____
❍ แบบรูปไม่ระบุสิ่งที่ต้องการ เช่น_____
❍ การขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบภายในสาขา
❍ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบไม่ทำงานร่วมกัน
❍ ผู้ออกแบบไม่เคยเรียนวิธีการเขียนแบบรูปมาก่อน
❍ คนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบใช้ซอฟต์แวร์ที่ต่างกัน
❍ ไม่คำนึงถึงความยากในการก่อสร้าง
❍ อื่นๆ โปรดระบุ_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. สาเหตุหลักของการเกิดปัญหาการออกแบบผิดพลาดขึ้นในรายการประกอบแบบคืออะไร (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
   - ❍ วัสดุที่ระบุไว้เดิมถูกเปลี่ยนแปลง
   - ❍ แบบรูป(Drawing) และรายการประกอบแบบ(Specification) ขัดแย้งกัน
   - ❍ การระบุข้อมูลทางเทคนิคไม่ถูกต้อง/ไม่สมบูรณ์ เช่น_____
   - ❍ การขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบต่างสาขา
   - ❍ การเขียนรายการประกอบแบบยาวเกินไป
   - ❍ การเขียนรายการประกอบแบบไม่ดี
   - ❍ การเขียนรายการประกอบแบบไม่ชัดเจน เช่น_____
   - ❍ รายการประกอบแบบไม่ระบุสิ่งที่ต้องการ เช่น_____
   - ❍ การขาดการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบภายในสาขา
   - ❍ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรายการประกอบแบบไม่ทำงานร่วมกัน
   - ❍ รายการประกอบแบบระบุหัวข้อที่ไม่จำเป็น เช่น_____
   - ❍ ผู้ออกแบบไม่เคยเรียนวิธีการเขียนรายการประกอบแบบมาก่อน
   - ❍ ไม่คำนึงถึงความยากในการก่อสร้าง
   - ❍ อื่นๆ โปรดระบุ_____

10. คุณมีคำแนะนำอะไรสำหรับการเขียนเอกสารการออกแบบให้สมบูรณ์แก่ผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ในการทำงานน้อย

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาความผิดพลาดเรื่องเอกสารการออกแบบที่ขาดรายละเอียดในงานก่อสร้างประเภทอาคารสูง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยลดการเกิดปัญหาข้อผิดพลาดดังกล่าวขึ้นในโครงการก่อสร้าง

ข้อมูลจากการตอบแบบสัมภาษณ์นั้นผู้วิจัยขอยืนยันว่าจะเก็บข้อมูลเป็นความลับ และนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น จึงขอให้ท่านวางใจและตอบคำถามตามความเป็นจริง

งานวิจัยนี้จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากท่าน ขอบคุณที่ท่านสละเวลาในการตอบแบบสัมภาษณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวสิรีธร นะมะมุติ
นิสิตปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์

1. แบบสัมภาษณ์นี้จัดทำเพื่อจัดเก็บข้อมูลปัญหาความผิดพลาดของเอกสารการออกแบบที่ขาดรายละเอียดในงานก่อสร้างประเภทอาคารสูง โดยมีเป้าหมายที่นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ไปพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยลดการเกิดปัญหาการออกแบบในเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้าง

2. โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ และกรอกข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ_____ เบอร์โทรศัพท์ _____
   อีเมล์ _____
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 25-35 ปี ☐ 35 ปีขึ้นไป
3. อาชีพ ☐ สถาปนิก ☐ วิศวกรโยธา
4. ตำแหน่ง_____
5. ประสบการณ์ในการทำงานด้านวิศวกรรม/สถาปัตยกรรม _____ ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ส่วนที่ 2</u> แบบสัมภาษณ์ปัญหาการขาดรายละเอียด/รายละเอียดที่ไม่เพียงพอของเอกสารการออกแบบที่เกิดขึ้นในโครงการอาคารสูง

จากประสบการณ์ที่ผ่านมาของท่าน ท่านเคยพบปัญหาจากการออกแบบงานก่อสร้างอาคารสูงที่ **<u>รายละเอียดไม่ครบถ้วน</u>**อันส่งผลต่อ**<u>คุณภาพของงานก่อสร้าง</u>** (ด้านวิศวกรรม และด้านสถาปัตยกรรม) จากการขาดประสบการณ์ของผู้ออกแบบในการออกแบบรายละเอียดในหัวข้อต่างๆ ของเอกสารการออกแบบ (แบบรูป (Drawing) และรายการประกอบแบบก่อสร้าง (Specification)) ดังต่อไปนี้หรือไม่ และรายละเอียดของปัญหาเป็นเช่นไร

หมวด	งาน	คะแนน	
		พบ	ไม่พบ
หมวดงานวิศวกรรมโยธา	งานดินและงานปรับพื้นที่	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____ _____		
	งานเสาเข็ม	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมวดงานวิศวกรรมโยธา	งานฐานราก	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานเหล็กรูปพรรณ	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หมวดงานสถาปัตยกรรม	งานผนัง	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานผิวพื้นและผิวผนัง	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานฝ้าเพดาน	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานหลังคา/งานดาดฟ้า	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมวดงานสถาปัตยกรรม	งานไม้	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานกระจก	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานโลหะและเบ็ดเตล็ด	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานกันซึมและป้องกันความชื้น	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมวดงานสถาปัตยกรรม	งานประตู หน้าต่าง และช่องแสง	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานสี	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		
	งานสุขภัณฑ์	☐	☐
	รายการปัญหา: _____ _____ _____ _____ _____		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ท่านสะดวกในการตอบแบบสอบถามออนไลน์รอบที่ 2 และรอบที่ 3 หรือไม่

☐ สะดวก ☐ ไม่สะดวก

หากท่าน**<u>สะดวก</u>**ในการตอบแบบสอบถาม ช่องทางไหนที่สะดวกในการรับข้อมูลแบบสอบถามออนไลน์ที่สุด โปรดระบุ

_____

แบบสอบถามวัดความน่าเชื่อถือของข้อมูลแผนภาพ

คำชี้แจง แบบสอบถาม

1. แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่อจัดเก็บข้อมูลความน่าเชื่อถือของแผนภาพเรื่องปัญหาความผิดพลาดของเอกสารการออกแบบที่ขาดรายละเอียดในงานก่อสร้างประเภทอาคารสูง โดยมีเป้าหมายที่นำข้อมูลไปพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยลดการเกิดปัญหาการออกแบบในเรื่องการขาดรายละเอียดของเอกสารการออกแบบที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้าง

2. โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ❍ และกรอกข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์

จากแผนภาพเรื่องปัญหาความผิดพลาดของเอกสารการออกแบบที่ขาดรายละเอียดในงานก่อสร้างประเภทอาคารสูงในแต่ละหัวข้อ ท่านมีความคิดเห็นว่าแผนภาพดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ โดยใช้วิธีมาตรประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 17 งาน 76 หัวข้อย่อย ซึ่งกำหนดเกณฑ์พิจารณา 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ข้อมูลมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือมากกว่า 80% ของข้อมูล (มากที่สุด)

ระดับ 4 หมายถึง ข้อมูลมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือประมาณ 61%-80% ของข้อมูล (มาก)

ระดับ 3 หมายถึง ข้อมูลมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือประมาณ 41%-60% ของข้อมูล (ปานกลาง)

ระดับ 2 หมายถึง ข้อมูลมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือประมาณ 21%-40% ของข้อมูล (น้อย)

ระดับ 1 หมายถึง ข้อมูลมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือน้อยกว่า 20% ของข้อมูล (น้อยที่สุด)

หากข้อมูลจากแผนภาพมีข้อผิดพลาด สามารถให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในช่องว่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หมวดงานวิศวกรรมโยธา

งาน	คะแนน				
	1	2	3	4	5
1.งานดินและงานปรับพื้นที่					
1.1 การบดอัด	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
1.2 การกองดิน	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
1.3 งานระบบป้องกันดิน	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

2.งานเสาเข็ม					
2.1 รายละเอียดของเสาเข็มตอก	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
2.2 รายละเอียดของเสาเข็มเจาะ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
2.3 การเทคอนกรีตงานเสาเข็ม	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
2.4 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ของเสาเข็ม	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
2.5 การทดสอบน้ำหนักเสาเข็มตอก	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
2.6 การเก็บวางเสาเข็ม	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
2.7 การใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ในเสาเข็มเจาะเปียก	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

3.งานฐานราก					
3.1 รายละเอียดของเหล็ก	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
3.2 รายละเอียดงานระบบบริเวณฐานราก	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

3.3 ขั้นตอนการทำงานฐานรากขนาดใหญ่ (Mat foundation)	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

4.งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก					
4.1 การเสริมเหล็กปริมาณถี่	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.2 รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.3 การกำหนดกำลังของคอนกรีตของเสาและพื้นไม่สอดคล้อง	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.4 งานคานหน้าตัดขนาดใหญ่	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.5 การรับน้ำหนักของคานที่ตำแหน่งเสาไม่ตรงกัน	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.6 การรับน้ำหนักงานพื้น Post tension	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.7 งานช่องเปิด/ช่อง Shaft	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.8 การเสริมเหล็กชั้นดาดฟ้า	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.9 รายละเอียดงานบันไดทั่วไปและบันไดหนีไฟ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.10 รายละเอียดของท่อระบายน้ำ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.11 การะบุประเภทของซีเมนต์	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.12 รายละเอียดเหล็กเสริม	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
4.13 รายละเอียดระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็ก (Concrete covering)	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

5.งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป					
5.1 การรับน้ำหนักบรรทุก	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
5.2 การกำหนดรายละเอียดคำนึงการติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
5.3 การกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมคำนึงบริเวณที่ใช้	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
5.4 ขั้นตอนการทำงานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

6.งานเหล็กรูปพรรณ					
6.1 การกำหนดรายละเอียดเหล็กรูปพรรณ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
6.2 การติดตั้งโครงสร้างถัก	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
6.3 การเชื่อมเหล็กรูปพรรณบริเวณที่ไม่แสดงให้คนทั่วไปมองเห็น	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
6.4 การทาสีงานเหล็ก	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

หมวดงานสถาปัตยกรรม

7.งานผนัง					
7.1 รายละเอียดทั่วไปของวัสดุก่อ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
7.2 รายละเอียดทั่วไปของงานผนัง	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
7.3 รายละเอียดบริเวณงานผนังกับงานระบบ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
7.4 งานผนังกับพื้น Post tension	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
7.5 รายละเอียดการทำงานผนังก่อที่มีงานระบบ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

8.งานผิวพื้นและผิวผนัง					
8.1 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณห้องน้ำ)	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
8.2 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณดาดฟ้าหรืองานภายนอก)	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
8.3 รายละเอียดงานผิวผนังปูนฉาบ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
8.4 รายละเอียดการเตรียมพื้นผิว	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
8.5 รายละเอียดงานปูกระเบื้อง	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9.งานฝ้าเพดาน					
9.1 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบงานฝ้าฉาบเรียบ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
9.2 รายละเอียดระดับงานฝ้า	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
9.3 วัสดุงานฝ้าเพดาน บริเวณภายนอกอาคาร/ห้องสปา/ห้องน้ำ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

10.งานดาดฟ้า					
10.1 รายละเอียดเหล็กเสริมพื้นดาดฟ้า	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
10.2 รายละเอียดระบบระบายน้ำบนชั้นดาดฟ้า	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
10.3 รายละเอียดงานกันซึมชั้นดาดฟ้า	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
10.4 รายละเอียดบริเวณรอยต่อ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

_____

_____

11.งานไม้					
11.1 รายละเอียดการติดตั้งไม้	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
11.2 การใช้งานไม้ในบริเวณที่มีความชื้น	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
11.3 รายละเอียดทั่วไปของงานไม้	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
11.4 การทาสีงานไม้	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

12.งานกระจก					
12.1 รายละเอียดงานกระจกภายในอาคาร	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
12.2 รายละเอียดงานผนังกระจกภายนอกอาคาร	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
12.3 รายละเอียดจุดต่อของงานกระจกอลูมิเนียม	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
12.4 งานลิฟต์กระจกภายนอกอาคาร	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

_____

_____

13.งานโลหะและเบ็ดเตล็ด					
13.1 รายละเอียดทั่วไป	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
13.2 การใช้งานโลหะไม่เหมาะสม	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

14.งานกันซึมและป้องกันความชื้น					
14.1 รายละเอียดงานกันซึมทั่วไป (บริเวณที่ขาดรายละเอียดบ่อยๆ เช่นพื้นห้องน้ำ, ดาดฟ้า, สระว่ายน้ำ เป็นต้น	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
14.2 การใช้งานกันซึม บริเวณกระถางต้นไม้/พื้นปลูกต้นไม้	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
14.3 การใช้งานกันซึม บริเวณถังน้ำดี, ถังน้ำเสีย	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
14.4 การใช้งานกันซึม บริเวณงานชั้นใต้ดิน	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
14.5 การใช้งานกันซึม บริเวณพื้นเคลือบ Epoxy	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

15.งานประตู หน้าต่าง และช่องแสง					
15.1 การใช้วัสดุประตูผิดบริเวณ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
15.2 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตูหนีไฟ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
15.3 ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟ	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
15.4 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตู/หน้าต่าง	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
15.5 งานช่องแสง	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

16.งานสี					
16.1 รายละเอียดทั่วไป	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
16.2 การตรวจสอบคุณภาพงานสี	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
16.3 การใช้งานสีไม่เหมาะสม	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

17.งานสุขภัณฑ์					
17.1 รายละเอียดอุปกรณ์งานสุขภัณฑ์	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍
17.2 ฟังก์ชันการใช้งานสุขภัณฑ์ไม่ดี	1❍	2❍	3❍	4❍	5❍

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

_____

_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

ตารางสาเหตุและผลกระทบของปัญหารายละเอียดเอกสารการออกแบบไม่สมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมวดงานโครงสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.งานดิน

หัวข้อย่อย	สาเหตุ	ผลลัพธ์
1.1 การบดอัด	ไม่ระบุขั้นตอนการบดอัด	ดินไม่แข็งแรงเกิดการทรุดตัว
	ระบุขั้นตอนการบดอัด แต่	
	- ไม่ระบุความหนาในการบดอัดในแต่ละชั้น	ดินมีความหนาแน่นต่ำและไม่ได้มาตรฐาน
	- ไม่ระบุการทดสอบการบดอัดในทุกๆชั้นของการบดอัด	ดินอาจรับน้ำหนักไม่ได้ตามที่ผู้ออกแบบคำนวณ
	- ไม่ระบุระยะเวลาให้ดินทรุดตัวหลังจากการบดอัด	
	- ในสภาพพื้นที่ใกล้ทะเลหรือบริเวณหนองน้ำ	ดินเกิดการทรุดตัวขึ้นในภายหลัง
	- ในสภาพพื้นที่ไม่ใกล้บริเวณหนองน้ำ	ไม่จำเป็นต้องระบุระยะเวลาให้ดินทรุดตัว แต่หากระบุจะลดโอกาสการทรุดตัวของดิน
1.2 การกองดิน	ระบุให้กองดินหลายๆกอง และกองดินห่างจากพื้นที่โครงสร้างหลัก	ไม่พบปัญหา
	ระบุให้กองดินหลายๆกอง แต่ไม่ระบุกองดินห่างจากพื้นที่โครงสร้างหลัก	เมื่อกองดินใกล้พื้นที่โครงสร้างหลัก โครงสร้างหลักอาจเกิดการเอียง
	ไม่ระบุให้กองดินหลายๆกอง แต่กองดินห่างจากพื้นที่โครงสร้างหลัก	ดินเกิดการพังทลายเนื่องจากกองดินสูงเกินไป
	ไม่ระบุให้กองดินหลายๆกอง และไม่ระบุการกองดินห่างจากพื้นที่โครงสร้างหลัก	โครงสร้างหลักเกิด Surcharge load ขึ้น ส่งผลให้โครงสร้างหลักเอียงจากตำแหน่งเดิม
1.3 งานระบบป้องกันดิน	Diapharm wall/Secant pile wall	
	- ไม่ระบุกำลังของ D-wall (การรับโมเม้นต์และแรงเฉือนสูงสุด)	จำนวนของค้ำยันระหว่างชั้นน้อยหรือมากขึ้นอยู่กับผู้รับเหมา ซึ่งเสี่ยงต่อการเอียงของกำแพงกันดิน
	Sheet pile และระบบชั่วคราวอื่นๆ	
	- อาคารข้างเคียงมีโครงสร้างบนเสาเข็มสั้นหรือโครงสร้างที่อยู่บนดิน	เมื่อโครงสร้างชั่วคราวถอนออก ทำให้เกิดการแตกร้าวที่โครงสร้างบนเสาเข็มสั้นบนดินหรือโครงสร้างที่อยู่บนดินของอาคารข้างเคียง เช่น บริเวณสระว่ายน้ำชั้นพื้นของอาคารข้างเคียง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.งานเสาเข็ม

2.1 รายละเอียดของเสาเข็มตอก	ระบุเผื่อความยาวเสาเข็มจากพื้นดินเลยระดับเหล็กหนวดกุ้ง	เมื่อเสาเข็มถูกตัดจนเลยระดับเหล็ก Dowel bar มีโอกาสเกิดการยกตัวของฐานรากถอนออกจากเสาเข็ม (Uplift force)
	ไม่ระบุสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างเก่าใต้ดิน	เมื่องานเสาเข็มเจอระบบสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างใต้ดินเก่า อาจทำให้เสาเข็มเอียงจากตำแหน่ง
	ไม่กำหนดน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม	การรับน้ำหนักงานเสาเข็มมีโอกาสที่น้อยกว่าที่คำนวณ
	ไม่กำหนดระยะตัดหัวเสาเข็ม หรือไม่ระบุระดับหลังฐานราก	เมื่อเสาเข็มตัดผิดระดับ เสาเข็มจึงไม่เป็นส่วนหนึ่งของฐานราก ส่งผลต่อการถ่ายแรงของโครงสร้าง
	ไม่ระบุรายละเอียดตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ของเสาเข็ม	ฐานรากอาจเกิดกรณียกตัวออกจากเสาเข็ม

2.2 รายละเอียดของเสาเข็มเจาะ	ไม่ระบุสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างเก่าใต้ดิน	เมื่องานเสาเข็มเจอระบบสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างใต้ดินเก่า อาจทำให้เสาเข็มเอียงจากตำแหน่ง
	ไม่กำหนดน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม	มีโอกาสที่การรับน้ำหนักงานเสาเข็มน้อยกว่าที่คำนวณ
	ไม่กำหนดระยะตัดหัวเสาเข็ม หรือไม่ระบุระดับหลังฐานราก	เมื่อตัดเสาเข็มผิดระดับ เสาเข็มจึงไม่เป็นส่วนหนึ่งของฐานราก ส่งผลต่อการถ่ายแรงของโครงสร้าง
	ไม่ระบุรายละเอียดตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ของเสาเข็ม	อาจเกิดกรณียกตัวของฐานรากออกจากเสาเข็ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3 การเทคอนกรีตงานเสาเข็ม	ไม่ระบุค่ายุบตัวคอนกรีต	ความสามารถในการเทได้ (Workability) และความแข็งแรงของคอนกรีตไม่สามารถคาดการณ์ได้
	ไม่ระบุการเทคอนกรีตให้เทอย่างต่อเนื่อง	เสาเข็มเกิดเส้นรอยต่อ (Co-joint) ส่งผลให้การรับน้ำหนักลดลง
	ไม่ระบุวิธีแก้ไขหากจำเป็นต้องหยุดเทคอนกรีต	
	ไม่ระบุระยะเวลาการเซทตัวของเสาเข็ม	เมื่อไม่รอจนเสาเข็มได้กำลังก่อน เสาเข็มเกิดปัญหาแตก/หัก ต่อมา

2.4 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ของเสาเข็ม	ไม่ระบุค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้	เสาเข็มเกิดการเยื้องศูนย์ และเกิดการเอียงของเสาเข็ม
	ระบุค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ แต่	
	- เสาเข็มเจาะ-เดี่ยว	
	- กำหนดค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม มากกว่า **5** ซม.	
	- ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้ มากกว่า **1** องศา	
	- เสาเข็มเจาะ-กลุ่ม	**สำหรับค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม**
	- กำหนดค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม มากกว่า **7.5** ซม.	เสาเข็มมีค่าเยื้องศูนย์เกินกว่าที่ วสท. กำหนด จะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็ม
	- ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้ มากกว่า **1** องศา	**สำหรับค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้**
	- เสาเข็มตอก-เดี่ยว	เสาเข็มมีความเอียงเกินกว่าที่ วสท. กำหนด จะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็มและการแตกหักของเสาเข็มในเวลาต่อมา
	- กำหนดค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม มากกว่า **5** ซม.	
	- ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้ มากกว่า **2** องศา	
	- เสาเข็มตอก-กลุ่ม	
	- กำหนดค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม มากกว่า **7.5** ซม.	
	- ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้ มากกว่า **2** องศา	

2.5 การทดสอบน้ำหนักเสาเข็มตอก	ไม่ระบุวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม (Pile load test)	เสาเข็มบางต้นอาจมีน้ำหนักบรรทุกน้อยกว่าน้ำหนักปลอดภัย จึงไม่สามารถประเมินน้ำหนักบรรทุกจริงของเสาเข็มได้
	ระบุวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม แต่ไม่ระบุจำนวนและตำแหน่งของเสาเข็มที่รับการทดสอบ	จำนวนและตำแหน่งการทดสอบเสาเข็มไม่ครอบคลุม

2.6 การเก็บวางเสาเข็ม	ไม่ระบุการเก็บวางเสาเข็ม	การวางเสาเข็มอาจไม่เหมาะสมจึงทำให้เสาเข็มแตกร้าว
	ระบุการเก็บวางเสาเข็ม แต่	
	- ไม่กำหนดให้ระบุตำแหน่งหมอนรองวางเสาเข็มและจุดยกเสาเข็ม	เสาเข็มอาจมีการชำรุดจากการเคลื่อนย้าย
	- ไม่ระบุห้ามวางเสาเข็มทับซ้อนกัน	เสาเข็มเกิด shear force ส่งผลให้เกิดการแตกร้าวของเสาเข็ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7 การใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ในเสาเข็มเจาะเปียก	ขนาดของหลุมเจาะมีขนาดใหญ่และลึกมาก (40 ม. ขึ้นไป) หรือ เจาะเสาเข็มถึงชั้นน้ำใต้ดินหรือชั้นดินทราย	
	- ไม่ระบุการใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์	ผนังหลุมเจาะพังขณะเจาะผ่านปลายของปลอกเหล็กเนื่องจากไม่มีสิ่งที่สามารถพยุงและป้องกันผนังหลุมเจาะ
	- ระบุการใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ แต่ไม่ระบุคุณสมบัติสารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์	สารที่ใช้มีคุณสมบัติที่ไม่ตรงตามการใช้งาน มีโอกาสเกิดปัญหาผนังหลุมเจาะพัง

3.งานฐานราก

3.1 รายละเอียดของเหล็ก	ไม่ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมที่ใช้ (ขนาด/รูปร่าง)	ผู้รับเหมาอาจใช้เหล็กที่มีขนาดเล็ก ซึ่งอาจรับน้ำหนักไม่ตรงตามที่ผู้ออกแบบคำนวณไว้
	ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมที่ใช้ (ขนาด/รูปร่าง)	
	- ฐานรากมีความหนามาก แต่ไม่ระบุเสริมเหล็กกันร้าวด้านบน	คอนกรีตงานฐานรากเกิดการแตกร้าว
	- ไม่ระบุความยาวของเหล็กหนวดกุ้ง (Dowel bar) ที่เชื่อมเสาเข็ม-ฐานราก	โครงสร้างเสาเข็ม-ฐานรากจะยึดเกาะกันได้ไม่สมบูรณ์ อาจเกิดการยกตัวของฐานรากออกจากเสาเข็ม

3.2 รายละเอียดงานระบบบริเวณฐานราก	ระดับเหนือฐานรากมีงานระบบ	
	- ลิฟต์	
	- ไม่มีรายละเอียดความลึกของบ่อลิฟต์	เมื่อไม่ทราบความลึกของบ่อลิฟต์ อาจส่งผลให้ต้องลดความหนาของฐานราก ทำให้การรับน้ำหนักของฐานรากลดลง
	- ถังบำบัดน้ำ, ถังเก็บน้ำใต้ดิน, ระบบระบายน้ำฝน	
	- ไม่มีรายละเอียดความลึกของถังบำบัดน้ำ, ถังเก็บน้ำใต้ดิน, ระบบระบายน้ำฝน	เมื่อไม่ทราบความลึกของถังบำบัดน้ำ, ถังเก็บน้ำใต้ดิน, ระบบระบายน้ำฝนอาจส่งผลให้ต้องกดระดับฐานรากลงไป ทำให้ฐานรากรับน้ำหนักได้น้อยลงจากเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 ขั้นตอนการทำงานฐานรากขนาดใหญ่ (Mat foundation)	ประเภทซีเมนต์	
	- Low heat	การเทคอนกรีตในฐานรากเหมือนฐานรากอื่นๆ ตามปกติไม่จำเป็นต้องแบ่งชั้นเทคอนกรีต เนื่องจากไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความแตกต่างของอุณหภูมิ
	- ทั่วไป	
	- ไม่ระบุการเทคอนกรีตหลายครั้ง	ฐานรากเกิดการแตกร้าวของคอนกรีตเมื่อต้องเทคอนกรีตต่อเนื่องในครั้งเดียว เนื่องจากอุณหภูมิของคอนกรีตแตกต่างกันมากเกินไป
	- ไม่ระบุวิธีการควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต เช่น ฝังท่อน้ำให้ฐานรากคอนกรีต	หากไม่ควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต อาจทำให้อุณหภูมิคอนกรีตแตกต่างกันมากเกินไป ส่งผลให้เกิดรอยแตกร้าวฐานรากคอนกรีต
	- ระบุวิธีการควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต แต่	
	- ไม่ระบุการตรวจสอบอุณหภูมิภายในฐานรากคอนกรีต	เมื่อไม่ตรวจสอบอุณหภูมิภายในฐานรากจึงไม่ทราบว่าอุณหภูมิของฐานรากต่างกัน อาจเกิดรอยแตกร้าวขึ้นบริเวณฐานราก
	- ระบุการตรวจสอบอุณหภูมิภายในฐานรากคอนกรีต และระบุจำนวนจุดตรวจสอบอุณหภูมิ น้อยกว่า 3 จุด	จำนวนจุดตรวจสอบอุณหภูมิน้อยเกินไป อาจตรวจสอบอุณหภูมิได้ไม่ครอบคลุม เมื่ออุณหภูมิคอนกรีตแต่ละจุดแตกต่างกันมาก ทำให้เกิดการแตกร้าวของฐานราก
	- ระบุการตรวจสอบอุณหภูมิภายในฐานรากคอนกรีต และระบุจำนวนจุดตรวจสอบอุณหภูมิมากกว่าหรือ เท่ากับ 3 จุด แต่	
	- ไม่ระบุตำแหน่งจุดที่ใช้ตรวจสอบอุณหภูมิ	ถ้าตรวจสอบจุดใกล้กันมากเกินไป ไม่สามารถวัดความแตกต่างของอุณหภูมิที่แท้จริงได้ จึงเกิดการแตกร้าวของฐานรากคอนกรีต
	- ไม่ระบุให้มี Shearing key ระหว่างคอนกรีตที่เทแต่ละชั้น	คอนกรีตในแต่ละชั้นเกิดความไม่เชื่อมต่อระหว่างคอนกรีตที่เทในแต่ละรอบ ทำให้การถ่ายเทแรงไม่สมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.งานคอนกรีตเสริมเหล็ก

4.1 การเสริมเหล็กปริมาณถี่	ระบุขนาดหน้าตัดเหล็กเสริมขนาดใหญ่ และการจัดเรียงเหล็กเสริมมีระยะน้อยกว่า 25 มิลลิเมตร	การเว้นเหล็กเสริมให้มีช่องว่างน้อยกว่ามาตรฐาน สภาวิศวกร เมื่อเทคอนกรีตจะเกิดโพรงในคอนกรีตได้ง่าย ซึ่งทำให้ความแข็งแรงและอายุการใช้งานลดลง

4.2 รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา	ตำแหน่งเสาขอบและริมอาคาร	
	- ไม่ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น	เนื่องจากบริเวณเสาและพื้นอาจมีกำลังของคอนกรีตที่แตกต่างกัน หากไม่ระบุรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้นอาจรับน้ำหนักได้ไม่ตรงตามที่ออกแบบ
	- ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น แต่	
	- ไม่ระบุรายละเอียดงานเสาอยู่ในพื้นทุกด้าน	การระบุการทับซ้อนของเสากับพื้นน้อยเกินไป อาจทำให้พื้นหลุดแยกจากเสาได้
	- ไม่ระบุการเสริมแป้นหัวเสาและหมวกเสา	เมื่อไม่ระบุการเสริมแป้นหัวเสาและหมวกเสา มีโอกาสเกิดแรงเฉือนทะลุระหว่างเสากับพื้นขึ้น ทำให้เกิดการวิบัติของเสาและพื้น
	ตำแหน่งเสาภายในอาคาร	
	- ไม่ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น	เนื่องจากบริเวณเสาและพื้นอาจมีกำลังของคอนกรีตที่แตกต่างกัน หากไม่ระบุรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้นให้ชัดเจน อาจรับน้ำหนักได้ไม่ตรงตามที่ออกแบบ
	- ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น แต่	
	- ไม่ระบุรายละเอียดงานเสาอยู่ในพื้นทุกด้าน	การระบุการทับซ้อนของเสากับพื้นน้อยเกินไป อาจทำให้พื้นหลุดแยกจากเสาได้

4.3 การกำหนดกำลังของคอนกรีตของเสาและพื้นไม่สอดคล้อง	ระบุการใช้พื้น Post tension แต่	
	- ไม่ระบุความแตกต่างระหว่างกำลังคอนกรีตเสาและพื้น Post tension	หากมีความแตกต่างของกำลังคอนกรีตในเสาและพื้นมากเกินไป จะส่งผลให้โครงสร้างเสาไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้เพียงพอ เนื่องจากหน้างานเทพื้นกินพื้นที่เสาบางส่วนทำให้ลดกำลังของเสาลง
	- ระบุความแตกต่างระหว่างกำลังคอนกรีตเสาและพื้น Post tension แต่กำลังอัดคอนกรีตของเสาต่อพื้นมีค่าเกิน 1.4 เท่า	

4.4 งานคานหน้าตัดขนาดใหญ่	คานขนาดหน้าตัดใหญ่	
	- คานหน้าตัดขนาดใหญ่ฝากคานหน้าตัดขนาดเล็ก	คานขนาดเล็กจะไม่สามารถรับน้ำหนักคานขนาดใหญ่ได้
	- หน้าตัดคานมีขนาดใหญ่กว่าหน้าตัดเสา	หน้าตัดคานมีขนาดใหญ่กว่าหน้าตัดเสาสามารถทำได้ แต่หากความกว้างคานมาก ให้ตรวจสอบแรงเฉือนแบบเจาะทะลุผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ หากไม่ผ่านอาจเกิดการการพังทลายของโครงสร้างของอาคารในชั้นที่ใช้คานดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5 การรับน้ำหนักของคานที่ตำแหน่งเสาไม่ตรงกัน	มีตำแหน่งเสาระหว่างชั้นไม่อยู่ตรงแนวเดียวกัน แต่	
	- ไม่ระบุใช้คานรูปแบบ Transfer beam	เมื่อไม่ระบุคาน Transfer beam จะไม่สามารถรับน้ำหนักจากชั้นบนเพื่อถ่ายแรงไปเสาด้านข้างได้เพียงพอ จึงทำให้คานบริเวณดังกล่าวเกิดการแตกหัก
	- ระบุใช้คานรูปแบบ Transfer beam หน้าตัดคาน Transfer beam มีพื้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับคานอื่นๆ	หากมีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับคานในส่วนอื่นๆจะรับน้ำหนักไม่ได้ ส่งผลให้เกิดการแตกหักของคอนกรีตในเวลาต่อมา

4.6 การรับน้ำหนักงานพื้น Post tension	ไม่ระบุน้ำหนักบรรทุก (DL, LL)	หากไม่ระบุน้ำหนักบรรทุกและไม่นำไปใช้ออกแบบอาจส่งผลให้พื้นมีความหนาน้อยและรับน้ำหนักไม่เพียงพอตามความต้องการของผู้ออกแบบ

4.7 งานช่องเปิด/ช่อง Shaft	แบบงานพื้นมีช่องเปิด/ช่อง Shaft แต่ไม่แสดงตำแหน่งของช่องเปิด	หน้างานไม่ได้เตรียมพื้นที่สำหรับทำงาน จึงต้องเจาะพื้นในภายหลัง ส่งผลให้พื้นรับน้ำหนักได้น้อยลง
	แบบงานพื้นแสดงตำแหน่งของช่องเปิด แต่ไม่ระบุรายละเอียดการเสริมเหล็กบริเวณช่องเปิด	หากไม่มีรายละเอียดการเสริมเหล็ก การรับน้ำหนักของพื้นไม่ตรงตามผู้ออกแบบคำนวณ ความแข็งแรงของพื้นจึงน้อยลง

4.8 การเสริมเหล็กชั้นดาดฟ้า	มีการใช้งานพื้น Flat slab บนชั้นดาดฟ้า แต่ไม่ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมบนให้วางผ่านแนวเสาต่อเนื่องตลอดช่วง	หากไม่มีเหล็กเสริมบนตลอดความยาวพื้น เพื่อรองรับแรงดึงด้านบนของพื้น จะเกิดการแตกร้าวของพื้น ซึ่งนำไปสู่การรั่วซึมของน้ำเข้าสู่อาคาร

4.9 รายละเอียดงานบันไดทั่วไปและบันไดหนีไฟ	ไม่ได้วัดความกว้างของบันไดจากราวบันไดถึงราวบันได	การวัดความกว้างบันไดผิดอาจส่งผลให้ความยาวผิดต่อกฎกระทรวง และฟังก์ชันการใช้งานไม่เหมาะสม
	วัดความกว้างของบันไดจากราวบันไดถึงราวบันได โดยความกว้างบันไดน้อยกว่า 90 ซม.	ผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33 สำหรับบันไดหนีไฟ และผิดต่อข้อบัญญัติ กทม. สำหรับบันไดทั่วไป อีกทั้งยังส่งผลให้ฟังก์ชันในการใช้งานไม่เหมาะสม เนื่องจากแคบเกินไป
	ไม่ระบุความยาวของลูกตั้ง/ลูกนอน	ผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33 สำหรับบันไดหนีไฟ และผิดต่อข้อบัญญัติ กทม. สำหรับบันไดทั่วไป อีกทั้งไม่สะดวกสำหรับการใช้งานขึ้นลงบันได

	ไม่ระบุขนาดงานตบแต่งทางสถาปัตยกรรม	ความยาวลูกตั้ง/ลูกนอนไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในการออกแบบ อาจทำให้ผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33 สำหรับบันไดหนีไฟ และผิดต่อข้อบัญญัติ กทม. สำหรับบันไดทั่วไป

4.10 รายละเอียดของท่อระบายน้ำ	ไม่ระบุค่าระดับความชันของพื้นที่สำหรับท่อระบายน้ำ	โครงการเกิดน้ำท่วมขังและการระบายน้ำไม่ดี
	ไม่ระบุทิศทางการไหลของน้ำสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ	โครงการเกิดน้ำท่วมขัง
	ไม่ระบุท่อน้ำทิ้งอาคารสูงกว่าท่อน้ำทิ้งสาธารณะ	โครงการเกิดน้ำท่วมขังและการระบายน้ำไม่ดี

4.11 การระบุประเภทของซีเมนต์	สภาพพื้นที่โครงการก่อสร้างอยู่บริเวณใกล้ทะเล/บริเวณทะเล แต่ไม่ระบุการใช้ปูนซีเมนต์ต้านทานซัลเฟต (ประเภท 5)	ซัลเฟตจะกัดกร่อนโครงสร้างหลักของอาคารได้ ส่งผลต่อความแข็งแรงและอายุการใช้งานของโครงสร้างหลักที่ลดลง
	มีบริเวณที่เร่งด่วนในการใช้งาน แต่ไม่ระบุใช้ซีเมนต์กำลังอัดเร็ว (ประเภท 3)	กำลังอัดคอนกรีตไม่เพียงพอเมื่อถึงเวลาที่ต้องใช้งาน

4.12 รายละเอียดเหล็กเสริม	ไม่ระบุรายละเอียดระยะงอเหล็ก	หากไม่ระบุรายละเอียดระยะหรือองศาการงอเหล็ก ส่งผลต่อการป้องกันการสั่นสะเทือนเมื่อเกิดแผ่นดินไหว และยังผิดต่อมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก
	ไม่ระบุองศาการงอเหล็ก	

4.13 รายละเอียดระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็ก (Concrete covering)	เหล็กเสริมไม่ระบุรายละเอียดระยะ Covering	เมื่อ Covering มีระยะไม่เพียงพอ จะส่งผลให้อายุการใช้งานของเหล็กเสริมสั้นกว่าปกติและเกิดสนิมขึ้นบนเหล็กเสริม
	เหล็กเสริมระบุรายละเอียดระยะ Covering แต่ระบุ Covering ของเหล็กบางสำหรับโครงสร้างที่อยู่ใต้ดิน	โครงสร้างที่อยู่ใต้ดินนั้นสัมผัสดินอยู่ตลอด ความชื้นสามารถเข้ามาในเหล็กเสริม ทำให้อายุการใช้งานของเหล็กเสริมสั้นกว่าปกติและเกิดสนิมได้ง่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.งานคอนกรีตสำเร็จรูป

5.1 การรับน้ำหนักบรรทุก	ไม่ระบุการรับน้ำหนัก LL	การรับน้ำหนักของแผ่นพื้นไม่เพียงพอและไม่เป็นไปตามความต้องการการใช้งานของห้องนั้น
	ระบุการรับน้ำหนัก LL แต่ไม่ระบุการรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย	ไม่สามารถทราบการรับน้ำหนักจริงของแผ่นพื้น เมื่อใช้งานเกินความสามารถที่รับน้ำหนักได้ อาจเกิดการพังทลายของพื้นชั้นนั้น
	ระบุการรับน้ำหนัก LL+SDL ของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป แต่ไม่ระบุการรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย (Safe load)	

5.2 การกำหนดรายละเอียดคำนึงการติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	แบบพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปไม่เว้นส่วนพื้นที่เสา	หน้างานจะต้องเฉือนมุมพื้น จึงส่งผลให้การรับน้ำหนักของพื้นลดลง ไม่เป็นตามที่คำนวณไว้
	ระบุการวางแผ่นพื้นบน Span ด้านยาว	พื้นสำเร็จรูปมีโอกาสแอ่นตัวและหักพังขึ้นได้ เมื่อแผ่นพื้นรับน้ำหนักมาก

5.3 การกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมคำนึงบริเวณที่ใช้	ใช้งานคอนกรีตสำเร็จรูปในพื้นที่	
	- ที่จอดรถ	
	- ระยะจากจุดต่ำสุดของวัตถุด้านบนถึงพื้นของทุกชั้น น้อยกว่า 2.1 ม.	หากระยะต่ำกว่า 2.1 ม. จะส่งผลให้ผิดต่อข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องอาคารจอดรถยนต์ พ.ศ. 2521
	- ไม่คำนึงถึงการเสียดสีของล้อรถยนต์ที่กระทำต่อพื้น	เนื่องจากบริเวณที่จอดรถมีการสัมผัสระหว่างล้อกับพื้น จึงเกิดการเสียดสีของพื้น อายุการใช้งานของพื้นจะสั้นลง
	- ดาดฟ้า/ห้องน้ำ	
	- ไม่คำนึงถึงปัญหาการรั่วซึม	เนื่องจากบริเวณดาดฟ้า/ห้องน้ำเป็นบริเวณที่พบความชื้นและน้ำขังอยู่เป็นประจำ อาจเกิดการรั่วซึมของน้ำสู่ชั้นถัดลงไปของอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4 ขั้นตอนการทำงานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	ไม่ระบุให้มีค้ำยันรับน้ำหนักขณะเท Topping	ขณะเทคอนกรีต โครงสร้างอาจรับน้ำหนักได้ไม่เพียงพอ อาจเกิดการแตกร้าวของพื้นสำเร็จรูป และการแอ่นตัวของพื้นสำเร็จรูปขณะทำการเทคอนกรีต Topping
	ระบุให้มีค้ำยันรับน้ำหนักขณะเท Topping แต่ไม่ระบุระยะที่ต้องมีค้ำยัน	หน้างานอาจเสริมค้ำยันที่น้อยเกินไป อันส่งผลให้เกิดการแตกตัวของพื้นสำเร็จรูป และการแอ่นตัวของพื้นสำเร็จรูปขณะทำการเทคอนกรีต Topping

6.งานเหล็กรูปพรรณ

6.1 การกำหนดรายละเอียดเหล็กรูปพรรณ	ไม่ระบุชนิดของเหล็กรูปพรรณ (เช่น เหล็กเอชบีม, เหล็กไอบีม, เหล็กรูปตัวซี เป็นต้น)	หน้างานอาจนำเหล็กไปใช้งานผิดประเภทหรือผิดความต้องการ ซึ่งการรับน้ำหนักของแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน
	ไม่ระบุขนาดของเหล็กรูปพรรณ	หน้างานเลือกใช้เหล็กรูปพรรณที่มีการรับแรงต่างจากที่ออกแบบ
	ระบุขนาดของเหล็กรูปพรรณแต่ไม่มีขายตามท้องตลาด	หน้างานใช้เหล็กขนาดอื่น ซึ่งการรับแรงแตกต่างจากที่ออกแบบ

6.2 การติดตั้งโครงสร้างถัก	ไม่ระบุตำแหน่งการยกโครงสร้างถัก	เมื่อยกโครงสร้างถักอาจเกิดการพับของโครงสร้างถัก โครงสร้างถักเกิดความเสียหาย
	ไม่ระบุเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการยกน้ำหนัก	หากใช้เครื่องจักรยกน้ำหนักได้ไม่มากพออาจทำให้รถล้มและโครงสร้างเหล็กถักเสียหายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.3 การเชื่อมเหล็กรูปพรรณบริเวณที่ไม่แสดงให้คนทั่วไปมองเห็น	ไม่มีรายละเอียดวิธีการต่อเหล็ก และจุดเชื่อมต่อเหล็ก	หน้างานนำไปก่อสร้างไม่ได้คุณภาพและการรับน้ำหนักไม่ตรงตามผู้ออกแบบคำนวณ
	ไม่ระบุเกรดของลวดเชื่อม	ผู้รับเหมาอาจเลือกเกรดลวดเชื่อมต่ำ ราคาถูก ซึ่งคุณภาพไม่ดี อายุการใช้งานต่ำ
	ไม่ระบุขนาดของรอยเชื่อม หรือความร้อนที่ใช้เชื่อม	หน้างานทำรอยเชื่อมเหล็กไม่ได้ขนาด ซึ่งส่งผลต่อการรับน้ำหนักแย่ลงของโครงสร้างเหล็ก
	ไม่ระบุวิธีการทดสอบรอยเชื่อม	คุณภาพของรอยเชื่อมอาจไม่เป็นไปตามการออกแบบ การรับน้ำหนักไม่ตรงตามการคำนวณ

6.4 การทาสีงานเหล็ก	ไม่ระบุลำดับการทาสี	อายุการใช้งานของเหล็กที่ต่างกันจากลำดับการทาสีที่ลำดับแตกต่างกัน
	ระบุลำดับการทาสี	
	- สภาพพื้นที่โครงการอยู่บริเวณทะเล/ใกล้ทะเล แต่ไม่ระบุการทาสีรองพื้นกันสนิมที่มีคุณสมบัติป้องกันการกัดกร่อน	โครงสร้างเหล็กจึงมีโอกาสเกิดการกัดกร่อนได้ง่าย ส่งผลให้เหล็กเกิดสนิมตามมา
	- ไม่ระบุการทาสีรองพื้นกันสนิม	
	- ไม่ระบุการทาสีทนไฟ	เหล็กไม่สามารถป้องกันไฟได้ตามที่กฎหมายกำหนด
	- ระบุการทาสีทนไฟ ที่ระยะเวลาสีทนไฟสามารถทนไฟ น้อยกว่า 3 ชม. โดยไม่มีวุฒิวิศวกรลงชื่อรับรอง	หากไม่มีมีวุฒิวิศวกรลงชื่อรับรอง จะผิดกฎหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

งานสถาปัตยกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.งานผนัง

หัวข้อย่อย	สาเหตุ	ผลลัพธ์
7.1 รายละเอียดทั่วไปของวัสดุก่อ	ไม่ระบุสัญลักษณ์วัสดุก่อที่ใช้	วัสดุก่อที่ใช้อาจผิดประเภทและไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานของห้องนั้น
	ไม่ระบุขนาดวัสดุก่อที่ใช้	วัสดุก่อมีกำลังรับแรงแตกต่างจากที่ออกแบบ

7.2 รายละเอียดทั่วไปของงานผนัง	ไม่ระบุรายละเอียดของเสาเอ็น/ทับหลัง	เสาเอ็น/ทับหลังจะเกิดการแตกร้าวของผนัง
	ระบุรายละเอียดของเสาเอ็น/ทับหลัง แต่	
	- ไม่ระบุตำแหน่งของเสาเอ็น/ทับหลัง	การถ่ายเทแรงของผนังไม่เป็นไปตามต้องการ และเกิดการแตกร้าวบนผนัง
	- ระบุระยะห่างระหว่างเสาเอ็น/ทับหลังห่าง	การถ่ายเทแรงของผนังไม่เพียงพอ จึงเกิดการแตกร้าวขึ้นบนผนัง
	- ขนาดของทับหลังบริเวณช่องเปิดขนาดเล็กกว่าบริเวณอื่น	ผนังเกิดรอยร้าวบริเวณมุมของช่องเปิด และความแข็งแรงของผนังที่ลดลง เนื่องจากสูญเสียความแข็งแรงบริเวณช่องเปิด
	ไม่ระบุรายละเอียดเหล็กหนวดกุ้งของงานผนัง	ผนังไม่แข็งแรง และผนังอาจเกิดการหดตัวออกจากแนวเสาโดยไม่มีเหล็กหนวดกุ้งยึดเกาะระหว่างเสากับผนัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.3 รายละเอียดบริเวณงานผนังกับงานระบบ	งานผนังมีงานระบบผ่าน แต่ไม่ระบุตาข่ายกรงไก่	ผนังบริเวณที่งานระบบผ่านเกิดการแตกร้าว เนื่องจากเกิดการขยายของวัสดุที่แตกต่างกันเมื่ออยู่อุณหภูมิเดียวกัน

7.4 งานผนังกับพื้น Post tension	ผนังก่ออิฐชนกับท้องพื้น Post tension แต่ไม่เว้นระยะผนังกับท้องพื้นเพื่อใส่แผ่นโฟม	ผนังเกิดการแตกร้าวบริเวณกลางผนัง, บริเวณมุมวงกบ เนื่องจากพื้น Post tension มีการแอ่นตัวมาก จึงต้องเสริมวัสดุที่มีความยืดหยุ่นเพื่อรองรับการแอ่นตัวจนกดงานผนัง

7.5 รายละเอียดการทำงานผนังก่อที่มีงานระบบ	งานระบบผ่านผนังก่อ	
	หลังงานก่อผนัง ระบุให้เว้นระยะเวลาก่อนทำงานฉาบผนัง แต่ไม่ระบุการทดสอบการซึมน้ำในวัสดุก่อก่อนทำงานฉาบ	เมื่อเกิดการซึมน้ำจากงานระบบภายในผนังจะไม่สามารถทราบปัญหาเพื่อนำมาแก้ไขก่อน จึงเกิดการซึมน้ำสู่ผิวผนัง
	หลังงานก่อผนัง ไม่ระบุให้เว้นระยะเวลาก่อนทำงานฉาบผนัง แต่ระบุการทดสอบการซึมน้ำในวัสดุก่อก่อนทำงานฉาบ	วัสดุก่อเกิดการดูดซึมน้ำไม่เพียงพอ วัสดุก่อจึงดูดน้ำจากปูนก่อ ส่งผลต่อแรงยึดเหนี่ยววัสดุก่อกับปูนไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดรอยต่อของวัสดุก่อกับปูน น้ำจากงานระบบจึงมีโอกาสซึมผ่านได้
	หลังงานก่อผนัง ไม่ระบุให้เว้นระยะเวลาก่อนทำงานฉาบผนัง และไม่ระบุการทดสอบการซึมน้ำในวัสดุก่อก่อนทำงานฉาบ	เมื่อเกิดการซึมน้ำของงานระบบสู่ผิวผนังโดยไม่สามารถแก้ไขจุดที่เกิดปัญหาก่อนใช้งาน เนื่องจากวัสดุก่อเกิดการดูดซึมน้ำจากปูนก่อ ส่งผลต่อแรงยึดเหนี่ยววัสดุก่อกับปูนไม่สมบูรณ์ จึงเกิดรอยต่อของวัสดุก่อกับปูน ทำให้น้ำจากงานระบบมีโอกาสซึมผ่านได้

8.งานผิวพื้น/ผิวผนัง

8.1 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณห้องน้ำ)	ใช้วัสดุไม้	เมื่อพบความชื้นบ่อยๆ ทำให้พื้นไม้เกิดราขึ้น
	ใช้วัสดุปูนไม่ปูกระเบื้อง	รายละเอียดของงานไม่เรียบร้อย มักพบรอยด่างหรือผิวสีไม่เท่ากันในบริเวณเดียวกัน ความสวยงามของพื้นผิวน้อยลง
	ใช้วัสดุพื้นผิวเรียบ	ผู้ใช้หกล้มหรือลื่นได้ง่าย
	ใช้ผนังอิฐมวลเบา	อิฐมวลเบาจะดูดซึมน้ำ หากใช้ในระยะยาวจะเกิดน้ำซึมในผนัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.2 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณดาดฟ้าหรืองานภายนอก)	ใช้วัสดุพื้นกระเบื้องดินเผา	กระเบื้องดินเผาเจอความร้อน วัสดุจะเกิดการขยายตัวและเกิดการแตกร้าวต่อมา
	ใช้ผนังปูนฉาบ	ปูนสูญเสียน้ำเร็วเกินไป จึงเกิดการแตกร้าวลายงาบนผิวผนัง

8.3 รายละเอียด	ระบุขั้นตอนการฉาบ	คุณภาพของการฉาบจะขึ้นกับคุณภาพของแรงงาน อาจเกิดรอยร้าวจากการหดตัวของวัสดุ
	- ไม่ระบุระยะเวลาบ่มผิวปูนซีเมนต์	ผนังปูนเกิดรอยการแตกร้าวบนพื้นผิว

งานผิวผนังปูนฉาบ	- ไม่ระบุการเตรียมพื้นผิวปูนฉาบ (ทำความสะอาด)	พื้นผิวที่สกปรก จะเกิดการหลุดร่อนของกระเบื้องเร็วกว่าปกติ
	- ไม่ระบุการตรวจสอบความชื้นก่อนทาสี	หากพื้นผิวความชื้นมาก จะทำให้สีที่ทาหลุดร่อนเร็วกว่าปกติ
	- ไม่ระบุวัสดุผิวตบแต่งที่ใช้	การเตรียมพื้นผิวก่อนติดตั้งวัสดุไม่เหมาะสม และทำให้อายุการใช้งานของพื้นผิวดังกล่าวสั้นลง

8.4 รายละเอียดการเตรียมพื้นผิว	ไม่ระบุการทำความสะอาดพื้นผิวหลังเท Topping	เมื่อปูกระเบื้องบนงานพื้นผิว จะเกิดการหลุดร่อนของกระเบื้องเร็วกว่าปกติ
	ไม่ระบุวัสดุผิวตบแต่ง	การเตรียมพื้นผิวก่อนติดตั้งวัสดุไม่เหมาะสม ทำให้วัสดุผิวตบแต่งหลุดร่อนก่อนครบอายุการใช้งาน
	ไม่ระบุวิธีการเตรียมพื้นที่ของวัสดุตบแต่งนั้นๆ	

8.5 รายละเอียดงานปูกระเบื้อง	ไม่ระบุใช้เครื่องจักรในการผสมวัสดุปู	หน้างานอาจใช้แรงงานผสมด้วยมือ ซึ่งวัสดุอาจผสมกันไม่สมบูรณ์และไม่ได้มาตรฐาน
	ระบุการปูกระเบื้องชิด	เมื่อกระเบื้องขยายตัวจะเกิดการแตกร่อนของกระเบื้อง
	ไม่ระบุการปูกระเบื้องชิด แต่ไม่ระบุขนาดยาแนว	เมื่อช่องว่างระหว่างกระเบื้องแต่ละแผ่นน้อย และกระเบื้องขยายตัว จะเกิดการแตกร้าวและร่อนของกระเบื้อง

9.งานฝ้าเพดาน

9.1 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบงานฝ้าฉาบเรียบ	ไม่ระบุรายละเอียดโครงริมของฝ้า	ฝ้าไม่แข็งแรง และฝ้าเกิดการตกท้องช้าง ส่งผลต่ออายุการใช้งานในระยะยาว
	ไม่ระบุระยะห่าง(@) ระหว่าง C-line	ฝ้าอาจเกิดปัญหาการแสดงรอยต่อของแผ่นต่อแผ่น เนื่องจากเว้นเนื้อที่ไม่พอดีกับวัสดุ
	ไม่ระบุรายละเอียดอุปกรณ์ดึงรั้งฝ้า	เมื่อเวลาผ่านไปฝ้าจะเกิดการตกท้องช้าง
	ไม่ระบุรายละเอียดฉนวนกันความร้อน	ห้องจะร้อนอบอ้าว และสิ้นเปลืองพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศ

9.2 รายละเอียดระดับงานฝ้า	ไม่ระบุระดับงานฝ้า	หน้างานเตรียมระยะไม่เพียงพอต่องานระบบภายในฝ้า
	ระบุระดับงานฝ้า แต่	
	- มีฝ้าเพดานแบบ Drop แต่ไม่ระบุระดับการ Drop ของฝ้า	หน้างานทำงานได้คุณภาพไม่ดี หรือทำงานไม่ได้ระดับตามที่ต้องการ
	- ระบุระดับท้องคานต่ำกว่าฝ้า	ฟังก์ชันการใช้งานไม่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	- ไม่ระบุระดับฝ้าเผื่อเพียงพอกับงานระบบสำหรับลานจอดรถ	
	- ความสูงพื้นที่ลานจอดรถ นับจากงานระบบต่ำสุดถึงพื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.1 ม.	ผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 41 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
	- ไม่ระบุตำแหน่งช่อง service	งานซ่อมบำรุงอาคารในภายหลังทำได้ยาก

9.3 วัสดุงานฝ้าเพาดานบริเวณภายนอกอาคาร/ห้องสปา/ห้องน้ำ	ฝ้ายิบซัมแบบธรรมดา	ฝ้ายิปซัมแบบธรรมดาเมื่อเจอความชื้น จะเกิดการดูดซึมของน้ำในฝ้า และเกิดคราบน้ำบนฝ้าเพดาน
	ฝ้าสมาร์ทบอร์ดใช้งานภายนอกอาคาร	ฝ้าสมาร์ทบอร์ดสำหรับงานภายนอกอาคาร เมื่อลมพัดฝ้าสมาร์ทบอร์ดเป็นเวลาหนึ่ง มีโอกาสทำให้รอยต่อที่ฉาบเรียบแตกและเกิดรอยร้าวบนฝ้า

10.งานดาดฟ้า

10.1 รายละเอียดเหล็กเสริมพื้นดาดฟ้า	ไม่ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมบน	พื้นดาดฟ้าเกิดการแตกร้าวเนื่องจากไม่มีเหล็กเสริมบนของพื้นเพื่อรับแรงดึง
	ไม่ระบุเหล็กกันร้าว	พื้นดาดฟ้าเกิดการแตกร้าวเนื่องจากอุณหภูมิ

10.2 รายละเอียดระบบระบายน้ำบนชั้นดาดฟ้า	ไม่ระบุความชันของพื้นชั้นดาดฟ้า	บริเวณพื้นชั้นดาดฟ้าอาจเกิดการระบายน้ำไม่เพียงพอและเกิดการขังของน้ำ
	ระบุความชันของพื้นชั้นดาดฟ้า แต่ไม่สอดคล้องกันระหว่างแบบสถาปัตยกรรมกับแบบงานระบบ	
	ไม่ระบุทิศทางการไหลของน้ำ	ทิศทางการไหลของน้ำอาจผิดทิศทาง ส่งผลให้เกิดการขังของน้ำบนชั้นดาดฟ้า
	ระบุทิศทางการไหลของน้ำ แต่	
	- ระบุจุดระบายน้ำไม่สอดคล้องกับทิศทางการไหลของน้ำ	บริเวณพื้นชั้นดาดฟ้าเกิดการท่วมขังของน้ำ
	- ระบุจำนวนจุดระบายน้ำ น้อยกว่า 3 จุด	บริเวณพื้นชั้นดาดฟ้าเกิดการขังของน้ำ เนื่องจากจุดระบายน้ำไม่เพียงพอ
	ไม่ระบุ Roof Drain บนชั้นดาดฟ้า	บริเวณพื้นชั้นดาดฟ้าเกิดการขังของน้ำ เนื่องจากเศษขยะต่างๆจะไหลมากองรวมสะสมที่จุดระบายน้ำจนเกิดการอุดตัน
	ไม่ระบุช่องน้ำล้น (Overflow)	เมื่อพื้นชั้นดาดฟ้าเกิดการท่วมขังของน้ำ จะไม่มีตัวช่วยให้น้ำไหลออกสู่ภายนอกดาดฟ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10.3 รายละเอียดงานกันซึมชั้นดาดฟ้า	ไม่ระบุชนิดกันซึมบนชั้นดาดฟ้า	ชั้นดาดฟ้าอาจใช้กันซึมไม่เหมาะสมหรือไม่ได้ใช้กันซึม ทำให้เกิดการรั่วซึมสู่ภายในอาคาร
	ระบุชนิดกันซึมบนชั้นดาดฟ้า โดยบนชั้นดาดฟ้า	
	- สามารถขึ้นจอดรถ	
	- ไม่ระบุกันซึมที่ทนทานต่อการขัดสีของล้อ	อายุการใช้งานของกันซึมน้อยลง
	- ไม่ระบุกันซึมรุ่นทน UV	
	- ไม่สามารถขึ้นจอดรถ	
	- ไม่ระบุกันซึมรุ่นทน UV	อายุการใช้งานของกันซึมน้อยลง

10.4 รายละเอียดบริเวณรอยต่อ	ไม่ระบุรายละเอียดบริเวณรอยต่อผนังกับพื้นชั้นดาดฟ้า	เมื่อฝนตกจะเกิดน้ำรั่วซึมเข้าอาคารผ่านรอยต่อของผนังกับพื้น
	รอยต่อไม่ระบุวัสดุป้องกันความชื้น/น้ำและป้องกันลม	การรั่วซึมของน้ำเข้าอาคาร

11.งานไม้

11.1 รายละเอียดการติดตั้งไม้	ไม่ระบุวิธีการต่อ/เข้าไม้	คุณภาพและความสวยงามขึ้นกับฝีมือแรงงานของผู้รับเหมา
	ระบุวิธีการต่อ/เข้าไม้	
	- ไม่ระบุรายละเอียดการต่อจุดปลายของวัสดุ	งานไม่ได้คุณภาพและความสวยงามลดลง
	- ไม่ระบุระยะการต่อ/เข้างานไม้	ระยะต่างๆของแต่ละชิ้นส่วนไม่สอดคล้องกัน การต่อ/เข้างานไม้ไม่ได้คุณภาพ ความสวยงามลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

11.2 การใช้งานไม้ในบริเวณที่มีความชื้น	ระบุการใช้วัสดุไม้ภายนอกอาคาร	ไม้เจอความชื้นทำให้ไม้เกิดการบิดตัว สีเคลือบไม้หลุดร่อน อีกทั้งสีของไม้เปลี่ยนและด่าง ส่งผลต่ออายุการใช้งานของไม้ต่ำ
	ระบุการใช้วัสดุไม้ในห้องน้ำ	

11.3 รายละเอียดทั่วไปของงานไม้	ไม่ระบุชนิดของไม้	ไม้มีความแข็งแรงที่ต่างกัน อีกทั้งลวดลายของไม้ต่างกัน
	ระบุชนิดของไม้ แต่ไม่ระบุเจาะจงชนิดของไม้ให้ใช้ในขอบเขตที่กำหนด	
	ไม่ระบุขนาดของไม้	การเตรียมวัสดุไม้ไม่เพียงพอต่อพื้นที่การทำงาน ซึ่งส่งผลต่อความสวยงามในการติดตั้ง
	ระบุขนาดของไม้น้อยกว่าหรือเท่ากับกว่าขนาดที่ต้องการ	

11.4 การทาสีงานไม้	ไม่ระบุการทาสีรองพื้นไม้	ความชื้นภายในไม้ไหลออกมาปะปนกับสีจริง สีทาจริงซีดและอายุการใช้งานน้อยลง
	ไม่ระบุการทาสีจริง	ความสวยงามของพื้นผิวไม้น้อยลง
	ไม่ระบุระบบการทาสีป้องกันปลวก	งานไม้ถูกปลวกกินส่งผลให้ไม้ผุและพังต่อมา

12.งานกระจก

12.1 รายละเอียดงานกระจกภายในอาคาร	ไม่ระบุชนิดกระจกและกำหนดสัญลักษณ์กระจก	หน้างานอาจใช้กระจกผิดประเภท ซึ่งมีความแข็งแรงที่ต่างกัน
	ไม่ระบุความหนากระจก	หน้างานอาจใช้กระจกที่บางเกินไปส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งานของผู้สัญจรภายในอาคาร
	ระบุความหนากระจก และไม่ระบุกรอบรอบกระจก แต่ไม่ใช้กระจก Temper laminate	เมื่อกระจกแตกอันตรายต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากกระจกโดยทั่วไปจะแตกเป็นฟันฉลามซึ่งแหลมคม

12.2 รายละเอียดงานผนังกระจกภายนอกอาคาร	ไม่ระบุชนิดกระจกและกำหนดสัญลักษณ์กระจก	หน้างานอาจใช้กระจกผิดประเภท ซึ่งมีความแข็งแรงที่ต่างกัน
	ไม่ระบุความหนากระจก	ความหนาไม่สามารถทนทานต่อแรงลมเพียงพอ และเกิดการแตกร้าวของกระจก
	ระบุความหนากระจก แต่	
	- ไม่ระบุกระจกมีความหนา 2 ชั้นขึ้นไป	ผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 48
	- ไม่กำหนดความหนากระจกโดยคำนึงถึงแรงลมในชั้นสูงๆ	กระจกเกิดการแตกร้าวในชั้นสูงๆ เนื่องจากยิ่งสูงยิ่งมีแรงลมมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

12.3 รายละเอียดจุดต่อของงานกระจกอลูมิเนียม	ไม่ระบุรายละเอียดจุดยึดกระจกกับคอนกรีต	บริเวณกระจกเกิดการรั่วซึมเข้ามาในอาคารโดยผ่านรอยต่องานกระจกกับคอนกรีต
	ไม่ระบุขนาดอุปกรณ์ประกอบกระจกอลูมิเนียม	อุปกรณ์ที่ไม่เข้าชุดกัน และอาจไม่สัมพันธ์กับน้ำหนักกระจก ซึ่งส่งผลต่ออายุการใช้งานของอุปกรณ์ประกอบกระจกที่น้อยลง
	ไม่ระบุเกรดซิลิโคน	ผู้รับเหมาอาจเลือกเกรดต่ำสุด ซึ่งจะส่งผลต่อความทนทานในการใช้งานของซิลิโคน

12.4 งานลิฟต์กระจกภายนอกอาคาร	ใช้กระจกทำลิฟต์ภายนอกอาคาร โดยไม่มีระบบปรับอากาศควบคุมอุณหภูมิในลิฟต์ให้ไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส	ลิฟต์แก้วที่ทำงานภายนอกอาคารเกิดการค้าง เนื่องจากการระบายอากาศไม่เพียงพอ

13.งานโลหะและเบ็ดเตล็ด

13.1 รายละเอียดทั่วไป	ไม่ระบุชนิดโลหะและกำหนดสัญลักษณ์โลหะ	ชนิดของโลหะต่างกันความแข็งแรง และความทนทานที่แตกต่าง
	ไม่ระบุความหนาและขนาดของโลหะ	หน้างานอาจใช้ขนาดโลหะบางเกินไป ทำให้ไม่ทนต่อการใช้งาน
	ไม่ระบุคุณสมบัติของสีทาโลหะ	โลหะมีความสวยงามน้อยลง
	ไม่ระบุเกรดของโลหะ	ผู้รับเหมาอาจเลือกใช้เกรดโลหะต่ำ ส่งผลให้งานด้อยคุณภาพ และอายุการใช้งานน้อยลง
	ไม่ระบุค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้	คุณภาพงานของโลหะอาจไม่ตรงตามที่ต้องการ

13.2 การใช้งานโลหะไม่เหมาะสม	นำโลหะใช้งานในสถานที่ๆเจอกรดบ่อยๆ	วัสดุโลหะทำปฏิกิริยากับกรดและเกิดการหมองของโลหะ
	ใช้โลหะสีดำด้านตบแต่งโลหะอาคาร	โลหะสีดำด้านเกิดรอยขูดขีดได้ง่าย การบำรุงรักษาให้มีสภาพคงเดิมในระยะยาวเป็นไปได้ยาก

14.งานกันซึม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

14.1 รายละเอียดงานกันซึมทั่วไป (บริเวณที่ขาดรายละเอียดบ่อยๆ เช่น พื้นห้องน้ำ, ดาดฟ้า, สระว่ายน้ำ เป็นต้น	ไม่ระบุประเภทกันซึม เช่น แบบ membrane, แบบ Cement base เป็นต้น	การรั่วซึมสู่ชั้นถัดไปของอาคาร
	ไม่ระบุชนิดกันซึม เช่น ทา, พ่น เป็นต้น	การใช้งานกันซึมผิดความต้องการได้
	ไม่ระบุขอบเขตการทากันซึมถึงรอยต่อต่างๆ	หน้างานทากันซึมไม่ครอบคลุมบริเวณ และส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของน้ำสู่ชั้นถัดไป
	ไม่ระบุความหนาหรือจำนวนรอบการทากันซึม	การรั่วซึมสู่ชั้นถัดไปของอาคาร

14.2 การใช้งานกันซึมบริเวณกระถางต้นไม้/พื้นปลูกต้นไม้	สำหรับต้นไม้ขนาดเล็ก	
	- ใช้กันซึมแบบ Membrane	เมื่อขุดพรวนดิน membrane จะทะลุ กันซึมจะเสื่อมสภาพการใช้งาน
	- ใช้กันซึมแบบกึ่งยางมะตอย	ทนทานกว่าวัสดุรูปแบบอื่น
	สำหรับต้นไม้ขนาดใหญ่	
	- ใช้กันซึมแบบ Membrane	เมื่อขุดพรวนดิน membrane จะทะลุ กันซึมจะเสื่อมสภาพการใช้งาน
	- ใช้กันซึมแบบ Cement base	เมื่อเกิดการชอนไชของรากต้นไม้ จะทำให้กันซึมเกิดการแตกร้าวในระยะเวลาต่อมา
	- ใช้กันซึมแบบกึ่งยางมะตอย	ทนทานกว่าวัสดุรูปแบบอื่น

14.3 การใช้งานกันซึมบริเวณถังน้ำดี, ถังน้ำเสีย	ถังน้ำดี	
	ใช้กันซึมแบบไม่มีสารพิษ (Non-Toxic)	ไม่พบปัญหา
	ใช้กันซึมแบบมีสารพิษ (Toxic)	สารปนเปื้อนและเป็นพิษแก่ผู้ใช้งาน
	ถังน้ำเสีย	
	ใช้กันซึมแบบไม่มีสารพิษ (Non-Toxic)	ไม่พบปัญหา
	ใช้กันซึมแบบมีสารพิษ (Toxic)	

14.4 การใช้งานกันซึมบริเวณงานชั้นใต้ดิน	ไม่ระบุกันซึมงานชั้นใต้ดิน	น้ำจากฝั่งผนังใต้ดินซึมเข้ามาภายในชั้นใต้ดิน
	ไม่ระบุวัสดุที่ใช้ป้องกันไอน้ำ	ส่วนโครงสร้างหรือเนื้อวัสดุเกิดหยดน้ำขึ้น มีผลทำให้โครงสร้างเสียหายและเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

14.5 การใช้งานกันซึมบริเวณพื้นเคลือบ Epoxy	บริเวณพื้นชั้น 1 เคลือบสาร Epoxy แต่ไม่ระบุวัสดุที่ใช้ป้องกันไอน้ำ (Vapor barrier)	ส่วนโครงสร้างหรือเนื้อวัสดุเกิดหยดน้ำขึ้น มีผลทำให้โครงสร้างเสียหายและเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น อีกทั้งสาร Epoxy บนพื้นเจอความชื้นจึงหลุดร่อนก่อนหมดระยะประกัน

15.งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง

15.1 การใช้วัสดุประตูผิดบริเวณ	ประตูบริเวณห้องน้ำและงานภายนอก	
	- ใช้วัสดุกระดาษอัด	ประตูเกิดการบวม
	- ใช้วัสดุไม้อัด	
	- ใช้วัสดุไม้	
	- ใช้บาน Swing	น้ำเข้าบริเวณรอยต่อของบาน Swing เข้าสู่ภายในอาคาร

15.2 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตูหนีไฟ	ไม่ระบุระยะเวลากันไฟของประตูหนีไฟและวงกบของประตูหนีไฟ	ผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33
	ระบุระยะเวลากันไฟของประตูหนีไฟและวงกบของประตูหนีไฟ แต่ระบุระยะเวลากันไฟน้อยกว่า 1 ชั่วโมงครึ่ง	
	มีช่องแสงบนประตูหนีไฟ	ความสามารถในการกันไฟของประตูลดลงจากการคาดการณ์เดิม
	กำหนดใช้ลูกบิดประตูแบบกลมทั่วไป	เมื่อลูกบิดมีความร้อนแล้วต้องเปิดประตูแบบสัมผัสทั้งมือ ส่งผลอันตรายต่อผู้ใช้งาน

15.3 ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟ	ประตูหนีไฟเปิดได้ 2 ทิศทาง	ประตูหนีไฟไม่สามารถกันไฟเข้าสู่ภายในบันไดหนีไฟได้
	ประตูหนีไฟเปิดได้ 1 ทิศทาง โดย	
	ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟทางหนีไฟชั้น 1 และดาดฟ้า	
	- ต้องดึงเพื่อออกจากภายนอกอาคาร	ผู้อพยพหนีไฟต้องเปิดประตูย้อนทิศทางการหนีไฟ ส่งผลให้ควันไฟเข้ามาในบันไดหนีไฟได้ง่าย
	ทางหนีไฟชั้นอื่นๆ	
	- ต้องดึงเพื่อเข้าสู่ภายในทางหนีไฟ	ผู้อพยพต้องเปิดประตูย้อนทิศทางการหนีไฟ ส่งผลให้ควันไฟเข้ามาในบันไดหนีไฟได้ง่าย

15.4 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบ	ไม่ระบุขนาดวงกบของประตู/หน้าต่าง	ประตู/หน้าต่างมีบริเวณช่องแสงลอดผ่านเมื่อเว้นที่กว้างเกินไป หรือประตูปิดไม่สะดวก เมื่อเว้นที่แคบเกินไป
	ไม่ระบุวัสดุที่ใช้สำหรับวงกบของประตู/หน้าต่าง	ความทนทานของวัสดุแตกต่างจากที่ออกแบบ

ประตู/หน้าต่าง	ไม่ระบุขนาดและจำนวนบานพับของประตู/หน้าต่าง	การรับน้ำหนักของบานพับต่อประตู/หน้าต่างไม่เพียงพอ ซึ่งทำให้การใช้งานประตูเปิด-ปิดได้ไม่ดีในอนาคต

15.5 งานช่องแสง	ตำแหน่งช่องแสงอยู่ในตำแหน่งล่างใกล้พื้น	ตำแหน่งช่องแสงผิดต่อการใช้งานโดยปกติ ผู้ออกแบบอาจวางตำแหน่งผิดพลาด
	บานเกล็ดของช่องแสงออกแบบไม่คำนึงถึงการกันน้ำเข้าด้านใน	เมื่อน้ำสาดเข้าสู่ภายในอาคารเมื่อถึงฤดูฝน ทำให้เกิดน้ำขังบริเวณพื้น

16.งานสี

16.1 รายละเอียดทั่วไป	ไม่ระบุยี่ห้อของสีและยี่ห้อเทียบเท่า	ยี่ห้อของสีที่ต่างกันมีมาตรฐานที่ต่างกันทำให้ความทนทานของสีต่ำ
	ไม่ระบุชนิดของสี	หน้างานไม่สามารถเตรียมสภาพพื้นที่เพื่อทาสีได้ถูกต้องกับชนิดสีที่ต้องการทา ส่งผลต่อความทนทานของสีแย่ลง
	ไม่ระบุรุ่นของสีที่ใช้	ผู้รับเหมาอาจใช้รุ่นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ทำให้ระยะเวลาในการใช้งานน้อย
	ไม่ระบุขอบเขตในการทา/พ่นสี	หน้างานอาจทา/พ่นสีเลยไปยังส่วนอื่นที่ไม่จำเป็นและทำให้วัตถุนั้นเสียหายได้
	ไม่ระบุจำนวนครั้งในการทา/พ่นสี	หน้างานอาจทา/พ่นสีจำนวนครั้งน้อยไปส่งผลให้อายุการใช้งานของสีน้อย ทำให้สีหลุดร่อนก่อนเวลา

16.2 การตรวจสอบคุณภาพงานสี	ไม่ระบุการตรวจสอบความชื้นก่อนทาสีพื้นผิว และไม่ระบุระยะเวลาการทาสีหลังจากการทำงานพื้นผิว	สีเกิดการบวม และหลุดร่อนในเวลาอันรวดเร็ว
	ระบุการตรวจสอบความหนาของสีหลังการทา	ความหนาของสีไม่ตรงตามต้องการ อาจทำให้อายุการใช้งานของสีสั้นลง สีหลุดร่อนเร็ว

16.3 การใช้งานสีไม่เหมาะสม	ใช้สีสำหรับทาภายในทางานภายนอกหรือห้องน้ำ	สีจะบวมและหลุดร่อนเร็วกว่าอายุการใช้งานปกติ
	ใช้สีโทนพาสเทลทาในพื้นที่ผิวขรุขระ เช่น งานฝ้าฉาบเรียบ	สีโทนพาสเทลใช้ในพื้นที่ขรุขระจะทำให้ความสวยงามน้อยลงสี เนื่องจากเป็นสีที่แสดงความไม่เรียบร้อยของงานให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
	ใช้สีน้ำมันทาในพื้นที่ผิวขรุขระ	ทาสีน้ำมันในพื้นที่ขรุขระจะทำให้เห็นความขรุขระของงานมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

17.งานสุขภัณฑ์

17.1 รายละเอียดอุปกรณ์งานสุขภัณฑ์	ไม่ระบุยี่ห้อของสุขภัณฑ์	ระยะของสุขภัณฑ์ที่เว้นไว้อาจไม่เพียงพอเมื่อเอาสุขภัณฑ์มาตั้ง จึงต้องย้ายที่ตั้งสุขภัณฑ์ ทำให้ต้องเจาะพื้นเพิ่มเติม ส่งผลให้ความแข็งแรงของพื้นลดลง
	ไม่ระบุอุปกรณ์ประกอบที่มีแรงดันสัมพันธ์กับสุขภัณฑ์	แรงดันมากไปจะเกิด water hammer ทำให้อายุการใช้งานสุขภัณฑ์สั้นลง เนื่องจากแรงดันน้ำไปกระแทกสุขภัณฑ์บ่อยๆ แต่หากระบุน้อยเกินไปจะเกิดแรงดันน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้งาน
	ไม่ระบุรายละเอียดตำแหน่งท่อน้ำดี, ท่อน้ำทิ้งของงานสุขภัณฑ์	ท่อฝากอาจมีตำแหน่งไม่ตรงกัน น้ำจึงไหลไม่สะดวก ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นตามมา
	ระบุรายละเอียดตำแหน่งท่อน้ำดี, ท่อน้ำทิ้งของงานสุขภัณฑ์ แต่ระบุขนาดท่อน้ำทิ้งเล็กกว่าท่อน้ำดี	การระบายน้ำเสียออกได้ไม่ดี

17.2 ฟังก์ชันการใช้งานสุขภัณฑ์ไม่ดี	ระบุห้องน้ำสำหรับคนพิการเหมือนห้องน้ำปกติ	ห้องน้ำสำหรับคนพิการควรมีอุปกรณ์พิเศษมากกว่าห้องน้ำปกติ ไม่เช่นนั้นคนพิการจะไม่สามารถใช้งานได้
	ระบุขนาดโถสุขภัณฑ์ใหญ่เกือบเท่าขนาดห้องน้ำ	การใช้งานได้ไม่สะดวก การเข้าออกห้องน้ำเป็นไปได้ลำบาก เนื่องจากสุขภัณฑ์ติดประตู
	ระบุอุปกรณ์ชำระติดตั้งด้านซ้าย	ผู้ใช้โดยส่วนใหญ่ลำบากต่อการใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.งานดิน

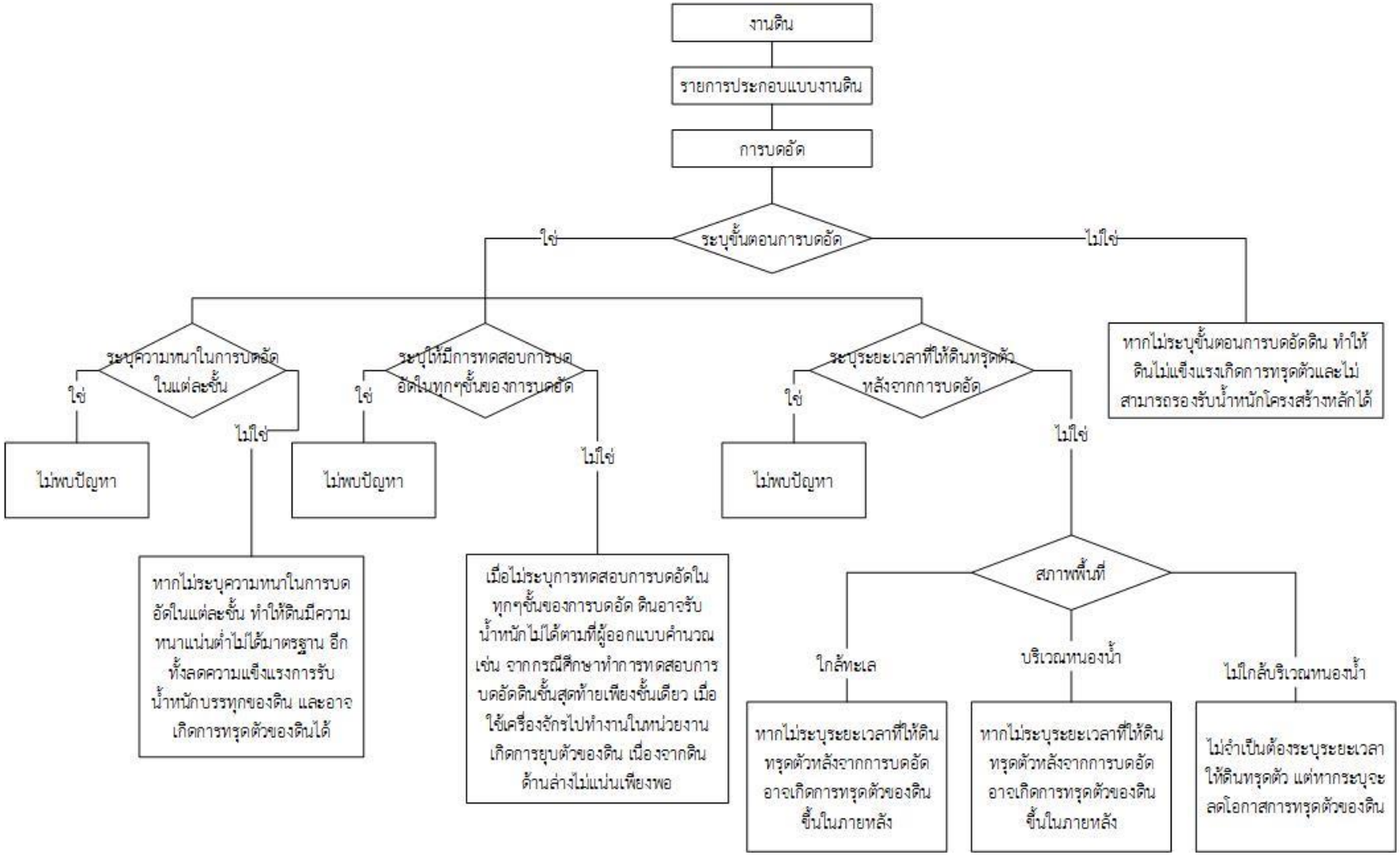
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

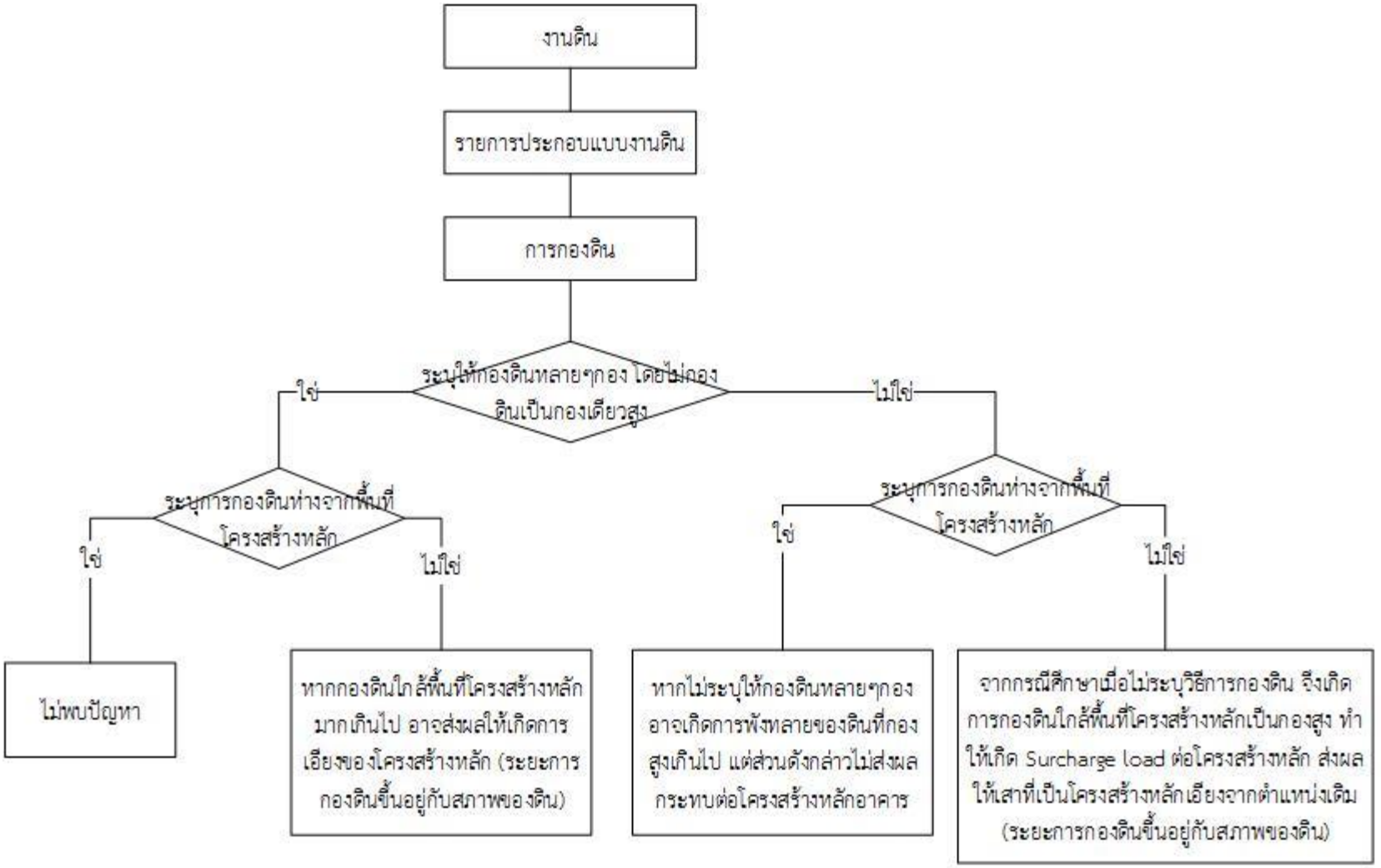
1.1 การบดอัด ได้แก่ ขั้นตอนการบดอัด, ความหนาในการบดอัดในแต่ละชั้น, การทดสอบการบดอัดในทุกๆชั้นของการบดอัด, ระยะเวลาให้ดินทรุดตัวหลังจากการบดอัด

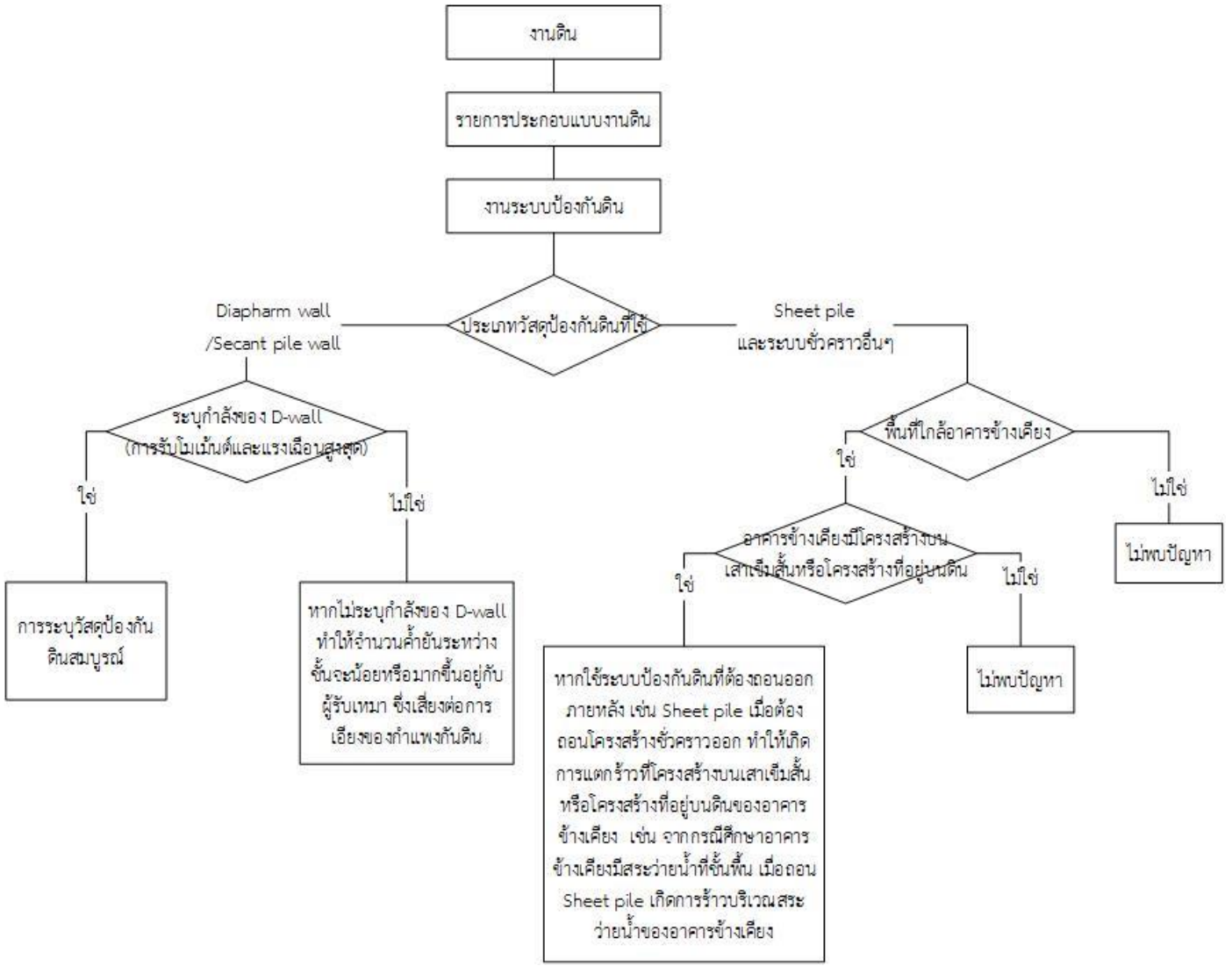
1.2 การกองดิน ได้แก่ กองดินหลายๆกอง และกองดินห่างจากพื้นที่โครงสร้างหลัก

1.3 งานระบบป้องกันดิน ได้แก่ เมื่อใช้ D-wall ให้ระบุกำลังของ D-wall (การรับโมเม้นต์และแรงเฉือนสูงสุด), เมื่อใช้ Sheet pile และระบบชั่วคราวอื่นๆให้ระวังอาคารข้างเคียงมีโครงสร้างบนเสาเข็มสั้นหรือโครงสร้างที่อยู่บนดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานดิน
รายการประกอบแบบงานดิน
การบดอัด
ระบุขั้นตอนการบดอัด
ใช่
ไม่ใช่
ระบุความหนาในการบดอัดในแต่ละชั้น
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุความหนาในการบดอัดในแต่ละชั้น ทำให้ดินมีความหนาแน่นต่ำไม่ได้มาตรฐาน อีกทั้งลดความแข็งแรงการรับน้ำหนักบรรทุกของดิน และอาจเกิดการทรุดตัวของดินได้
ระบุให้มีการทดสอบการบดอัดในทุกๆชั้นของการบดอัด
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เมื่อไม่ระบุการทดสอบการบดอัดในทุกๆชั้นของการบดอัด ดินอาจรับน้ำหนักไม่ได้ตามที่ผู้ออกแบบคำนวณ เช่น จากกรณีศึกษาทำการทดสอบการบดอัดดินชั้นสุดท้ายเพียงชั้นเดียว เมื่อใช้เครื่องจักรไปทำงานในหน่วยงานเกิดการยุบตัวของดิน เนื่องจากดินด้านล่างไม่แน่นเพียงพอ
ระบุระยะเวลาที่ให้ดินทรุดตัวหลังจากการบดอัด
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
สภาพพื้นที่
ใกล้ทะเล
บริเวณหนองน้ำ
ไม่ใกล้บริเวณหนองน้ำ
หากไม่ระบุระยะเวลาที่ให้ดินทรุดตัวหลังจากการบดอัดอาจเกิดการทรุดตัวของดินขึ้นในภายหลัง
หากไม่ระบุระยะเวลาที่ให้ดินทรุดตัวหลังจากการบดอัดอาจเกิดการทรุดตัวของดินขึ้นในภายหลัง
ไม่จำเป็นต้องระบุระยะเวลาให้ดินทรุดตัว แต่หากระบุจะลดโอกาสการทรุดตัวของดิน
หากไม่ระบุขั้นตอนการบดอัดดิน ทำให้ดินไม่แข็งแรงเกิดการทรุดตัวและไม่สามารถรองรับน้ำหนักโครงสร้างหลักได้


งานดิน
รายการประกอบแบบงานดิน
การกองดิน
ระบุให้กองดินหลายๆกอง โดยไม่กองดินเป็นกองเดียวสูง
ใช่
ไม่ใช่
ระบุการกองดินห่างจากพื้นที่โครงสร้างหลัก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากกองดินใกล้พื้นที่โครงสร้างหลักมากเกินไป อาจส่งผลให้เกิดการเอียงของโครงสร้างหลัก (ระยะการกองดินขึ้นอยู่กับสภาพของดิน)
ระบุการกองดินห่างจากพื้นที่โครงสร้างหลัก
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุให้กองดินหลายๆกอง อาจเกิดการพังทลายของดินที่กองสูงเกินไป แต่ส่วนดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างหลักอาคาร
จากกรณีศึกษาเมื่อไม่ระบุวิธีการกองดิน จึงเกิดการกองดินใกล้พื้นที่โครงสร้างหลักเป็นกองสูง ทำให้เกิด Surcharge load ต่อโครงสร้างหลัก ส่งผลให้เสาที่เป็นโครงสร้างหลักเอียงจากตำแหน่งเดิม (ระยะการกองดินขึ้นอยู่กับสภาพของดิน)


งานดิน
รายการประกอบแบบงานดิน
งานระบบป้องกันดิน
ประเภทวัสดุป้องกันดินที่ใช้
Diapharm wall /Secant pile wall
Sheet pile และระบบชั่วคราวอื่นๆ
ระบุกำลังของ D-wall (การรับโมเม้นต์และแรงเฉือนสูงสุด)
ใช่
ไม่ใช่
การระบุวัสดุป้องกันดินสมบูรณ์
หากไม่ระบุกำลังของ D-wall ทำให้จำนวนค้ำยันระหว่างชั้นจะน้อยหรือมากขึ้นอยู่กับผู้รับเหมา ซึ่งเสี่ยงต่อการเอียงของกำแพงกันดิน
พื้นที่ใกล้อาคารข้างเคียง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
อาคารข้างเคียงมีโครงสร้างบนเสาเข็มสั้นหรือโครงสร้างที่อยู่บนดิน
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้ระบบป้องกันดินที่ต้องถอนออกภายหลัง เช่น Sheet pile เมื่อต้องถอนโครงสร้างชั่วคราวออก ทำให้เกิดการแตกร้าวที่โครงสร้างบนเสาเข็มสั้นหรือโครงสร้างที่อยู่บนดินของอาคารข้างเคียง เช่น จากกรณีศึกษาอาคารข้างเคียงมีสระว่ายน้ำที่ชั้นพื้น เมื่อถอน Sheet pile เกิดการร้าวบริเวณสระว่ายน้ำของอาคารข้างเคียง
ไม่พบปัญหา

2.งานเสาเข็ม

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

2.1 รายละเอียดของเสาเข็มตอก ได้แก่ เผื่อความยาวเสาเข็มจากพื้นดินเลยระดับเหล็กหนวดกุ้ง, สาธารณูปโภคหรือโครงสร้างเก่าใต้ดิน, น้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม, ระยะตัดหัวเสาเข็ม หรือไม่ระบุระดับหลังฐานราก, ตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ของเสาเข็ม

2.2 รายละเอียดของเสาเข็มเจาะ ได้แก่ สาธารณูปโภคหรือโครงสร้างเก่าใต้ดิน, น้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม, ระยะตัดหัวเสาเข็ม หรือไม่ระบุระดับหลังฐานราก, ตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ของเสาเข็ม

2.3 การเทคอนกรีตงานเสาเข็ม ได้แก่ ค่ายุบตัวคอนกรีต, เทคอนกรีตให้เทอย่างต่อเนื่อง, วิธีแก้ไขหากจำเป็นต้องหยุดเทคอนกรีต, ระยะเวลาการเซทตัวของเสาเข็ม

<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

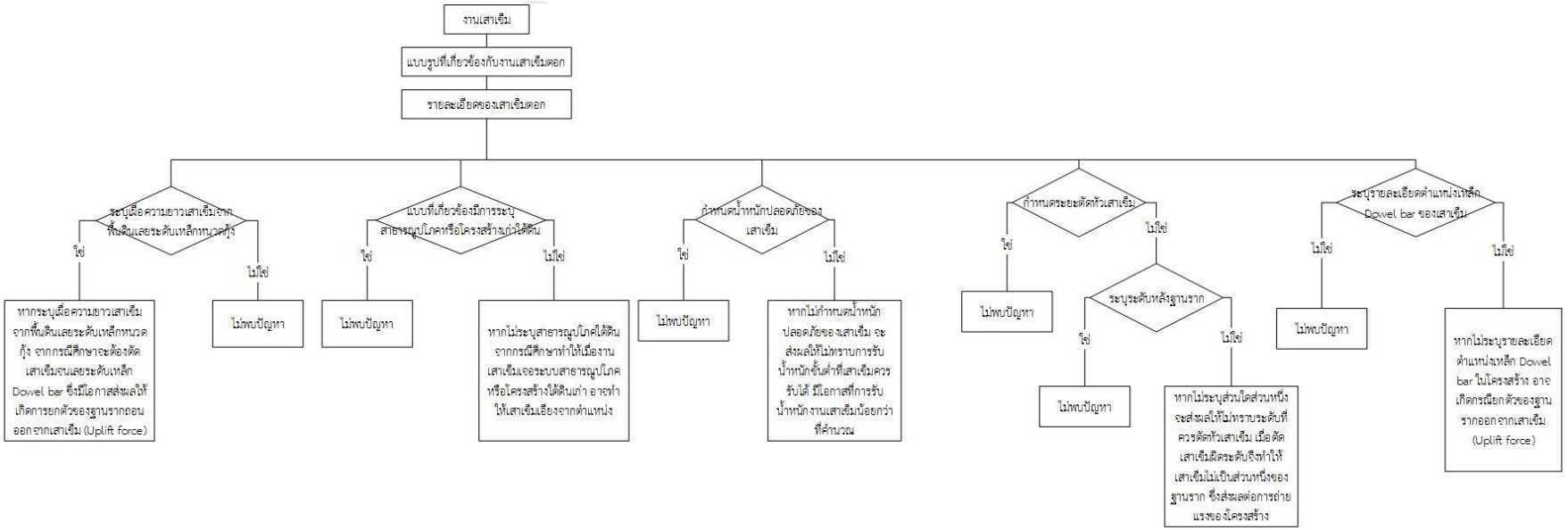
2.4 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ของเสาเข็ม ได้แก่ ค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม, ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้

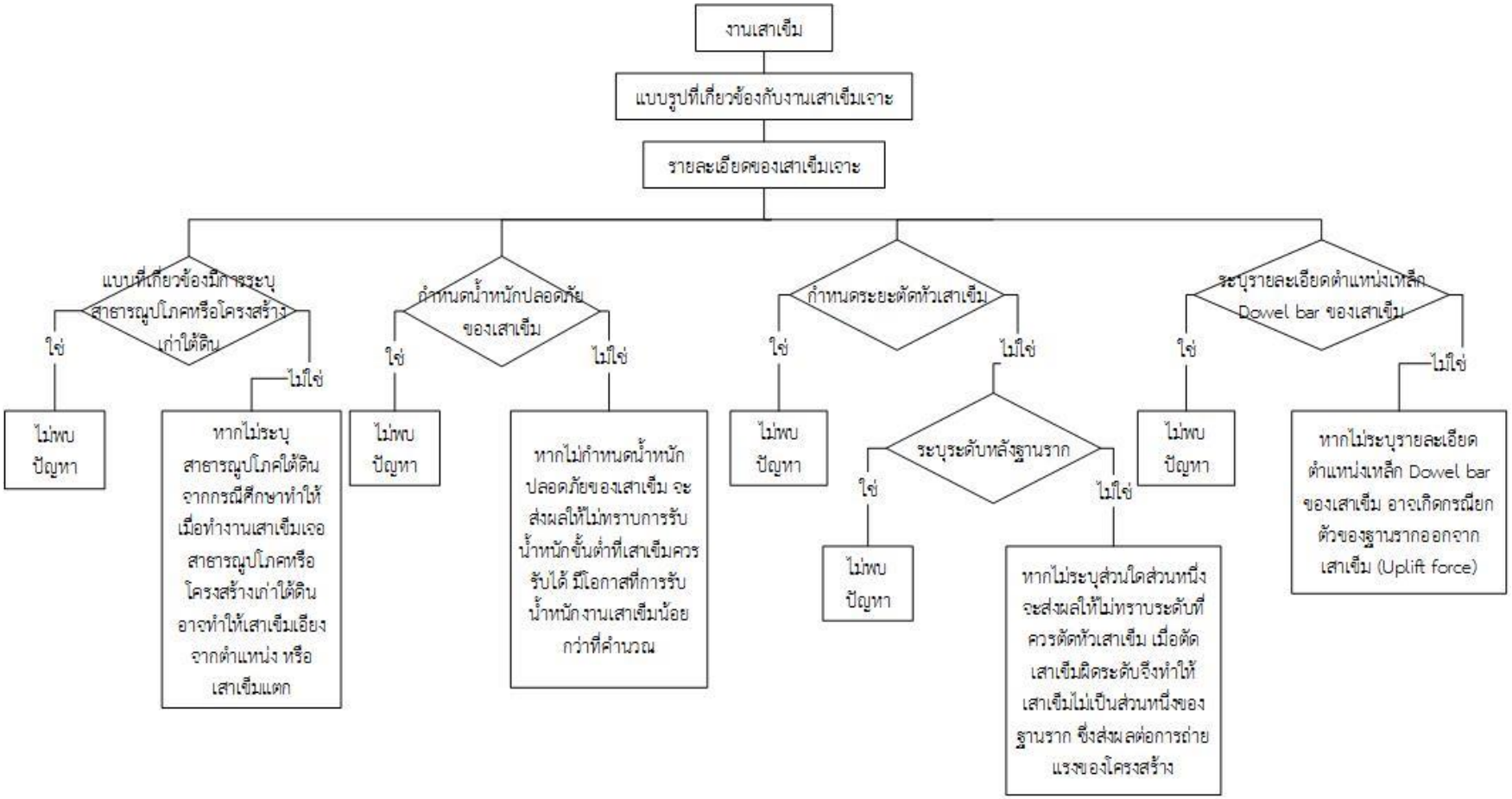
2.5 การทดสอบน้ำหนักเสาเข็มตอก ได้แก่ วิธีการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม (Pile load test), จำนวนและตำแหน่งของเสาเข็มที่รับการทดสอบ

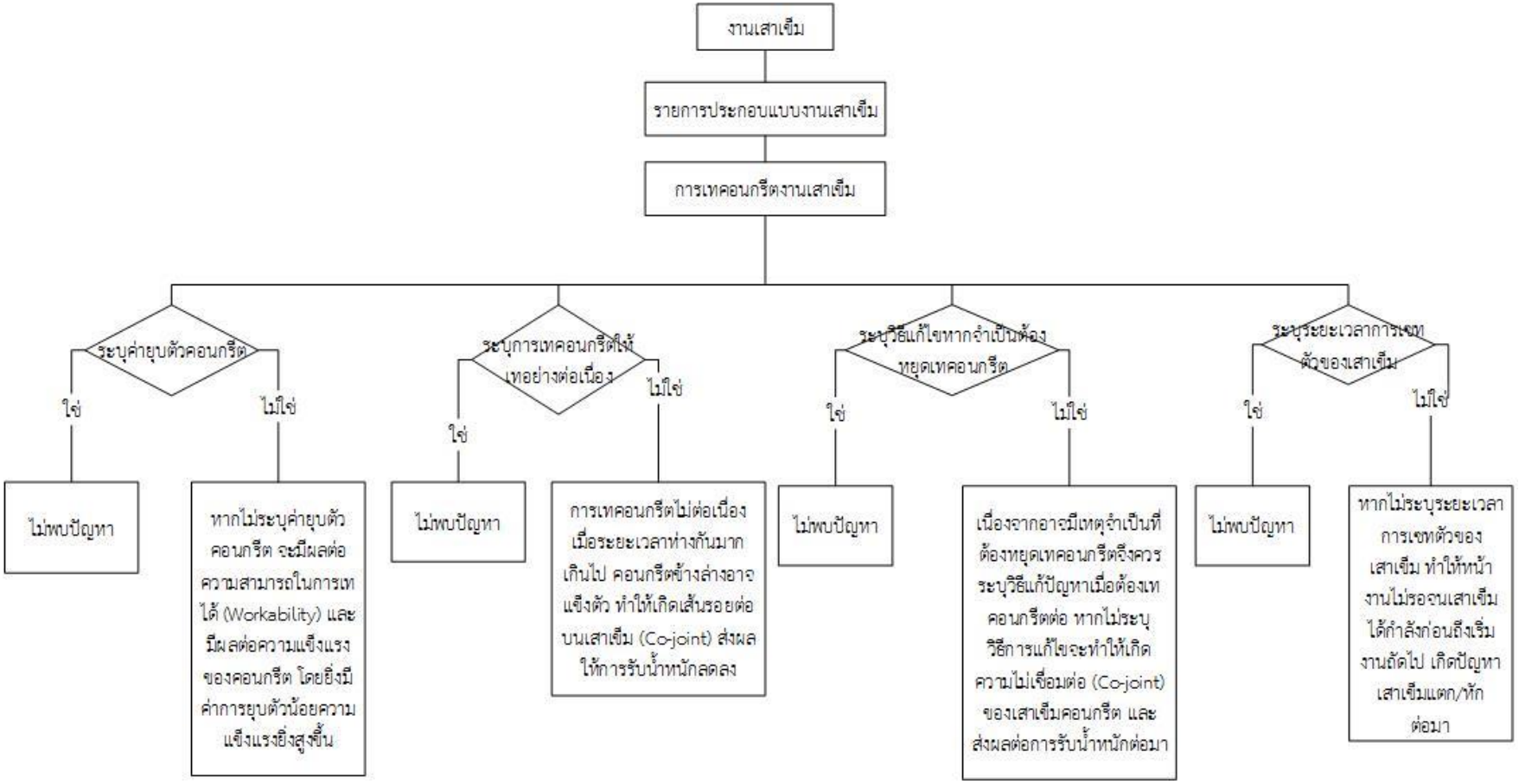
2.6 การเก็บวางเสาเข็ม ได้แก่ ตำแหน่งหมอนรองวางเสาเข็ม และจุดยกเสาเข็ม, ห้ามวางเสาเข็มทับซ้อนกัน

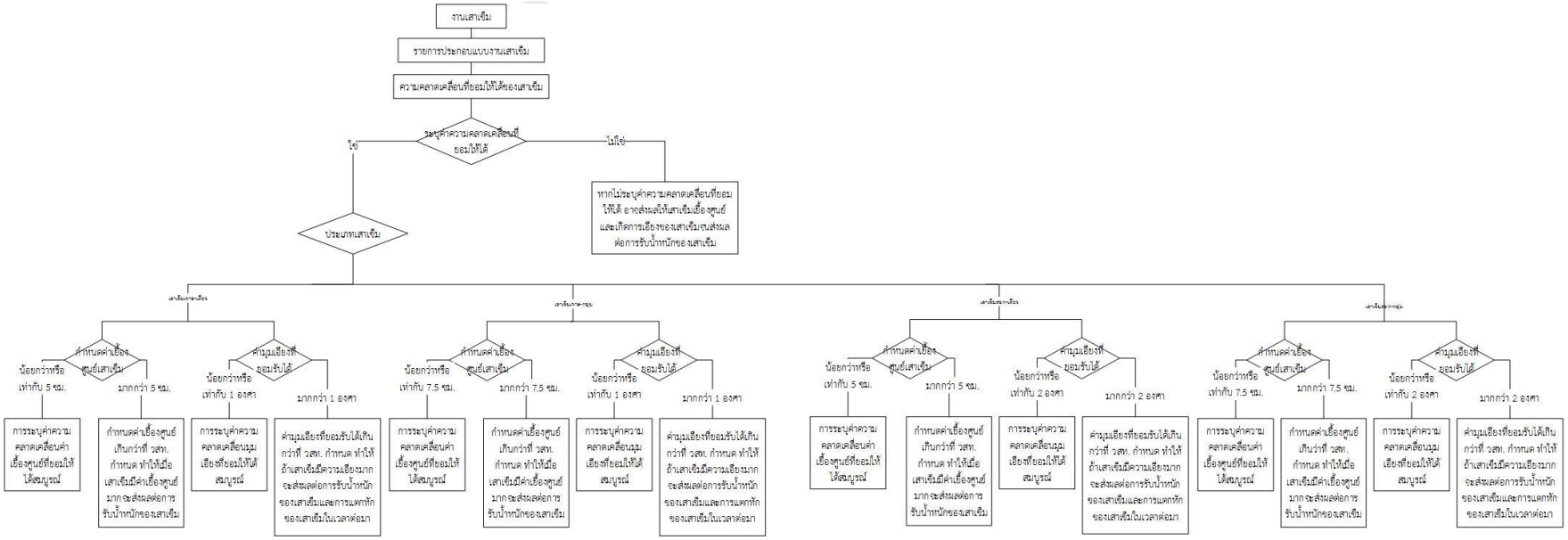
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

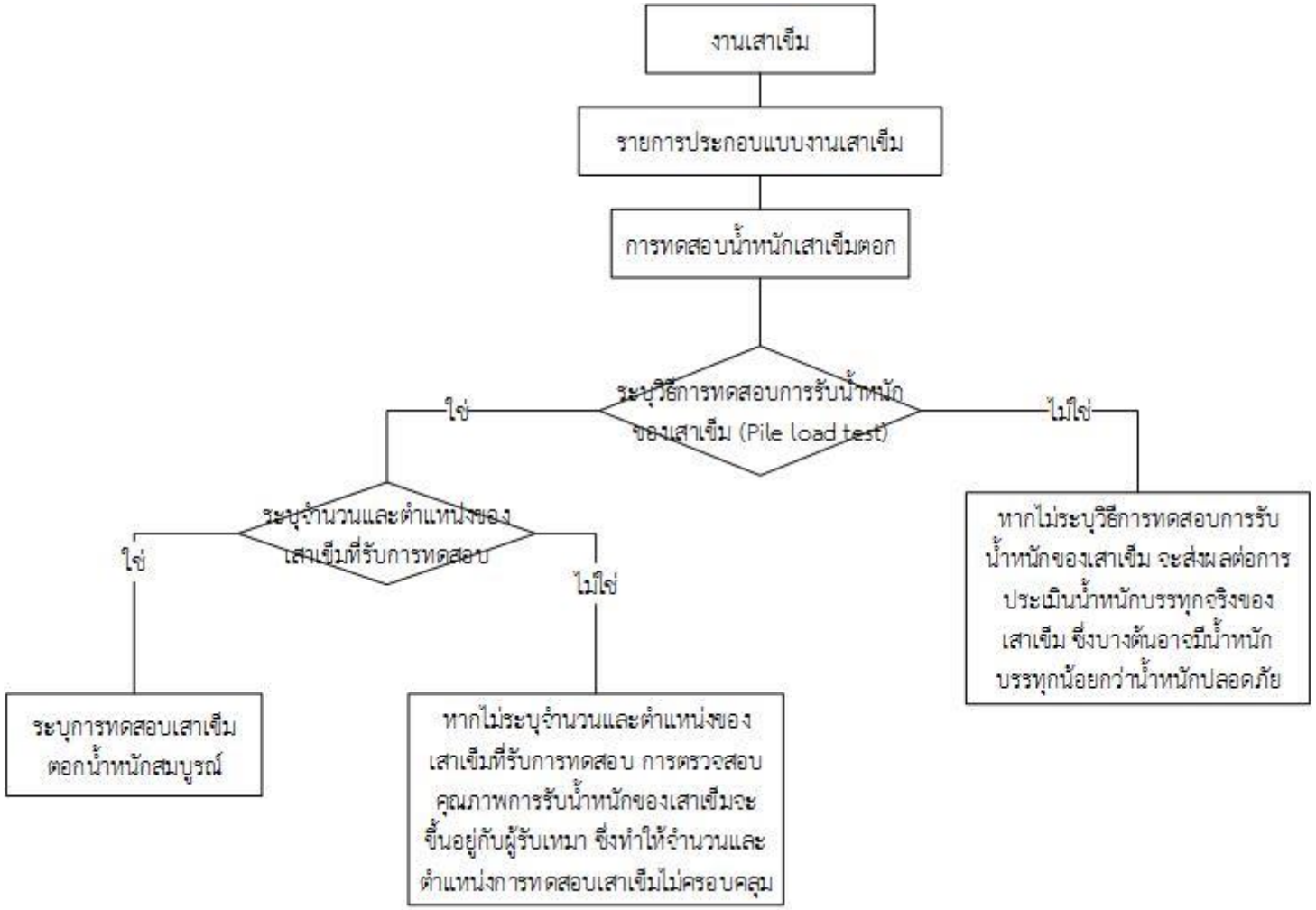
2.7 การใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ในเสาเข็มเจาะเปียก ได้แก่ เมื่อขนาดของหลุมเจาะมีขนาดใหญ่และลึกมาก (40 ม. ขึ้นไป) หรือ เจาะเสาเข็มถึงชั้นน้ำใต้ดินหรือชั้นดินทรายควรระบุการใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์, ระบุคุณสมบัติสารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์

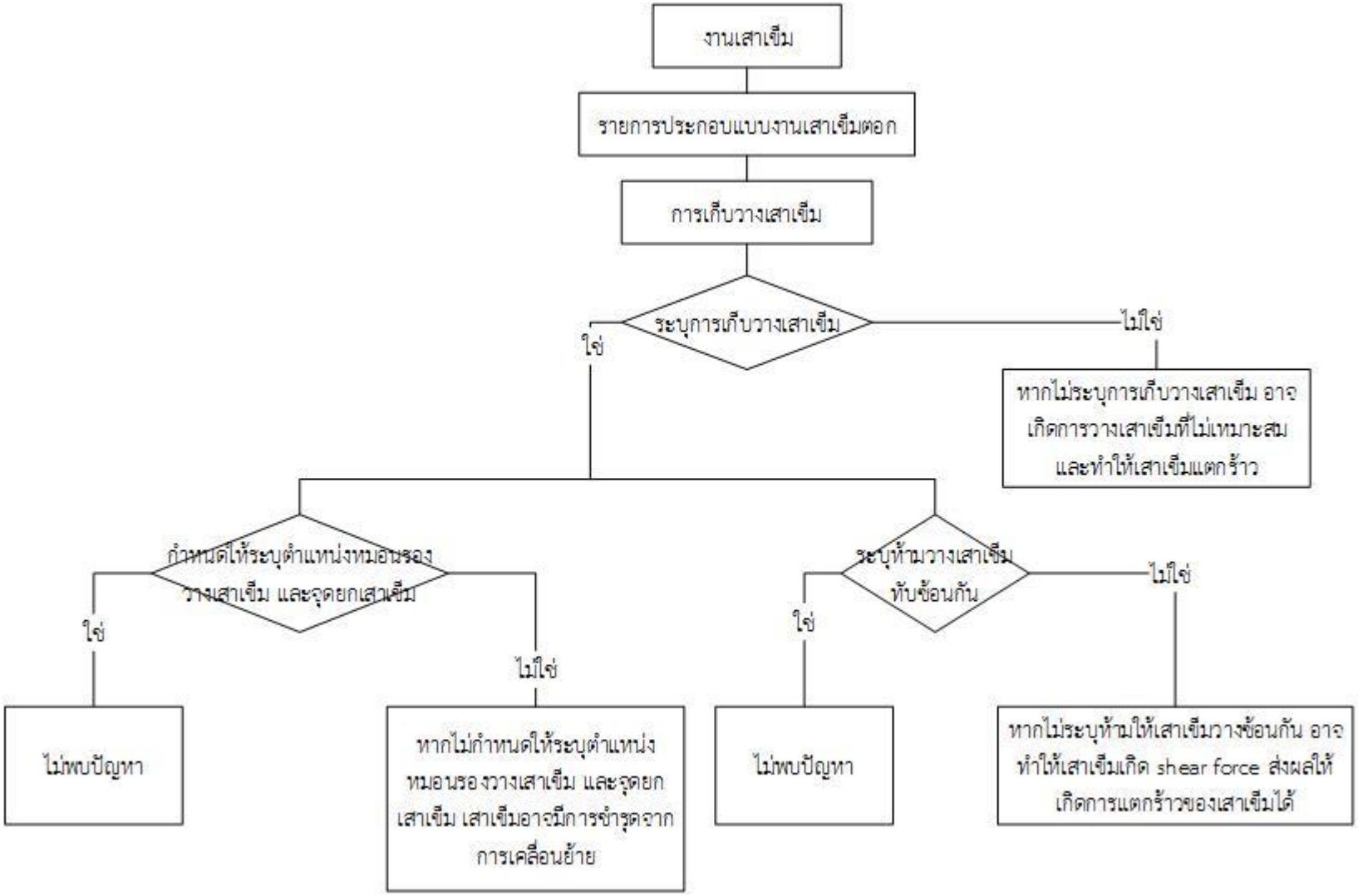

งานเสาเข็ม
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานเสาเข็มตอก
รายละเอียดของเสาเข็มตอก
ระบุเผื่อความยาวเสาเข็มจากพื้นดินเลยระดับเหล็กหนวดกุ้ง
ใช่
ไม่ใช่
หากระบุเผื่อความยาวเสาเข็มจากพื้นดินเลยระดับเหล็กหนวดกุ้ง จากกรณีศึกษาจะต้องตัดเสาเข็มจนเลยระดับเหล็ก Dowel bar ซึ่งมีโอกาสส่งผลให้เกิดการยกตัวของฐานรากถอนออกจากเสาเข็ม (Uplift force)
ไม่พบปัญหา
แบบที่เกี่ยวข้องมีการระบุสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างเก่าใต้ดิน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุสาธารณูปโภคใต้ดินจากกรณีศึกษาทำให้เมื่องานเสาเข็มเจอระบบสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างใต้ดินเก่า อาจทำให้เสาเข็มเอียงจากตำแหน่ง
กำหนดน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่กำหนดน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม จะส่งผลให้ไม่ทราบการรับน้ำหนักขั้นต่ำที่เสาเข็มควรรับได้ มีโอกาสที่การรับน้ำหนักงานเสาเข็มน้อยกว่าที่คำนวณ
กำหนดระยะตัดหัวเสาเข็ม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ระบุระดับหลังฐานราก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุส่วนใดส่วนหนึ่งจะส่งผลให้ไม่ทราบระดับที่ควรตัดหัวเสาเข็ม เมื่อตัดเสาเข็มผิดระดับจึงทำให้เสาเข็มไม่เป็นส่วนหนึ่งของฐานราก ซึ่งส่งผลต่อการถ่ายแรงของโครงสร้าง
ระบุรายละเอียดตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ของเสาเข็ม
ไม่ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุรายละเอียดตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ในโครงสร้าง อาจเกิดกรณียกตัวของฐานรากออกจากเสาเข็ม (Uplift force)

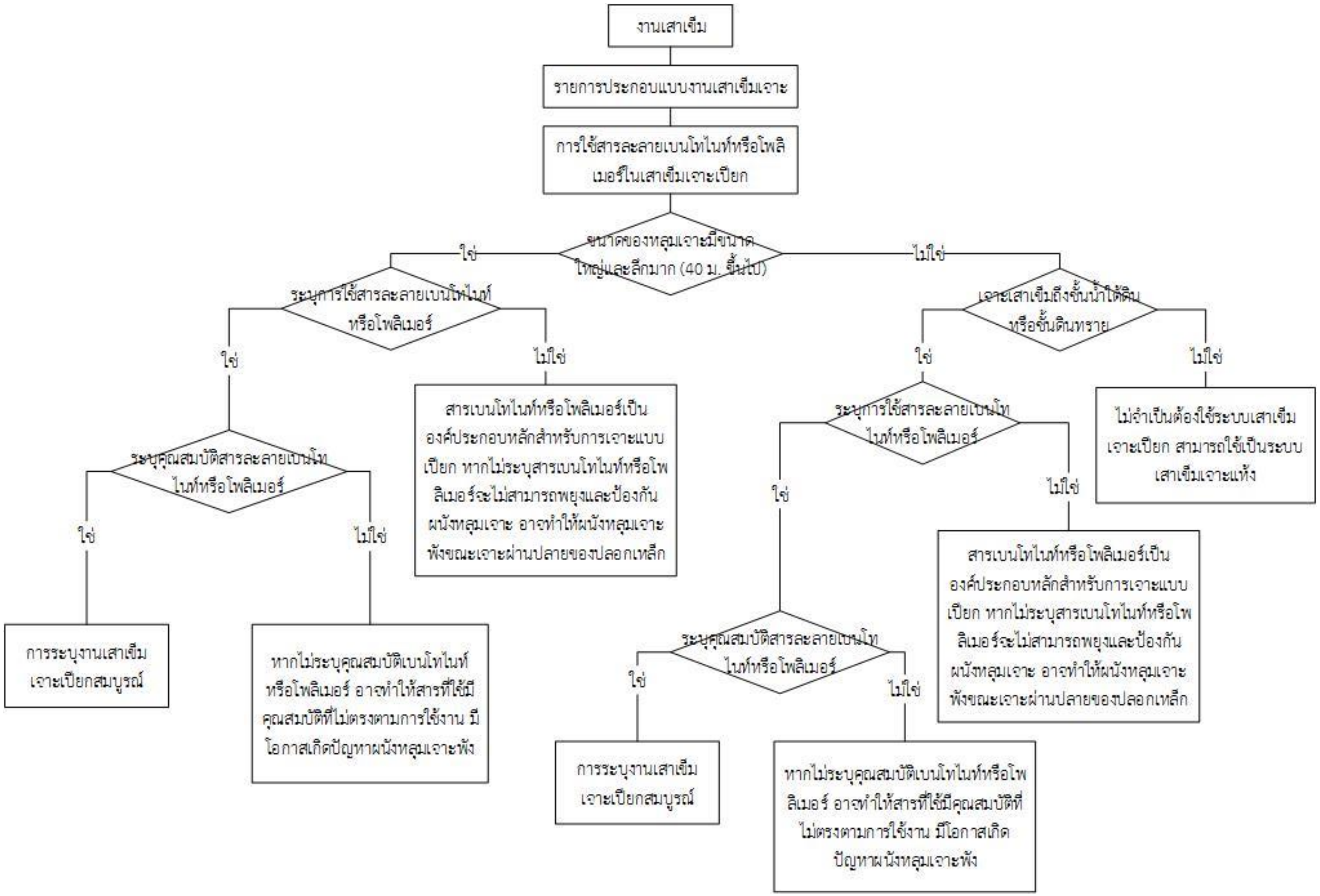

งานเสาเข็ม
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานเสาเข็มเจาะ
รายละเอียดของเสาเข็มเจาะ
แบบที่เกี่ยวข้องมีการระบุสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างเก่าใต้ดิน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุสาธารณูปโภคใต้ดินจากกรณีศึกษาทำให้เมื่อทำงานเสาเข็มเจอสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างเก่าใต้ดินอาจทำให้เสาเข็มเอียงจากตำแหน่ง หรือเสาเข็มแตก
กำหนดน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่กำหนดน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม จะส่งผลให้ไม่ทราบการรับน้ำหนักขั้นต่ำที่เสาเข็มควรรับได้ มีโอกาสที่การรับน้ำหนักงานเสาเข็มน้อยกว่าที่คำนวณ
กำหนดระยะตัดหัวเสาเข็ม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ระบุระดับหลังฐานราก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุส่วนใดส่วนหนึ่งจะส่งผลให้ไม่ทราบระดับที่ควรตัดหัวเสาเข็ม เมื่อตัดเสาเข็มผิดระดับจึงทำให้เสาเข็มไม่เป็นส่วนหนึ่งของฐานราก ซึ่งส่งผลต่อการถ่ายแรงของโครงสร้าง
ระบุรายละเอียดตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ของเสาเข็ม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุรายละเอียดตำแหน่งเหล็ก Dowel bar ของเสาเข็ม อาจเกิดกรณียกตัวของฐานรากออกจากเสาเข็ม (Uplift force)


งานเสาเข็ม
รายการประกอบแบบงานเสาเข็ม
การเทคอนกรีตงานเสาเข็ม
ระบุค่ายุบตัวคอนกรีต
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุค่ายุบตัวคอนกรีต จะมีผลต่อความสามารถในการเทได้ (Workability) และมีผลต่อความแข็งแรงของคอนกรีต โดยยิ่งมีค่าการยุบตัวน้อยความแข็งแรงยิ่งสูงขึ้น
ระบุการเทคอนกรีตให้เทอย่างต่อเนื่อง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
การเทคอนกรีตไม่ต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาห่างกันมากเกินไป คอนกรีตข้างล่างอาจแข็งตัว ทำให้เกิดเส้นรอยต่อบนเสาเข็ม (Co-joint) ส่งผลให้การรับน้ำหนักลดลง
ระบุวิธีแก้ไขหากจำเป็นต้องหยุดเทคอนกรีต
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากอาจมีเหตุจำเป็นที่ต้องหยุดเทคอนกรีตจึงควรระบุวิธีแก้ปัญหาเมื่อต้องเทคอนกรีตต่อ หากไม่ระบุวิธีการแก้ไขจะทำให้เกิดความไม่เชื่อมต่อ (Co-joint) ของเสาเข็มคอนกรีต และส่งผลต่อการรับน้ำหนักต่อมา
ระบุระยะเวลาการเซทตัวของเสาเข็ม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุระยะเวลาการเซทตัวของเสาเข็ม ทำให้หน้างานไม่รอจนเสาเข็มได้กำลังก่อนถึงเริ่มงานถัดไป เกิดปัญหาเสาเข็มแตก/หักต่อมา


งานเสาเข็ม
รายการประกอบแบบงานเสาเข็ม
ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ของเสาเข็ม
ระบุค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ อาจส่งผลให้เสาเข็มเยื้องศูนย์และเกิดการเยื้องของเสาเข็มจนส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็ม
ประเภทเสาเข็ม
กำหนดค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ซม.
มากกว่า 5 ซม.
การระบุค่าความคลาดเคลื่อนค่าเยื้องศูนย์ที่ยอมให้ได้สมบูรณ์
กำหนดค่าเยื้องศูนย์เกินกว่าที่ วสท. กำหนด ทำให้เมื่อเสาเข็มมีค่าเยื้องศูนย์มากจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็ม
ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 องศา
มากกว่า 1 องศา
การระบุค่าความคลาดเคลื่อนมุมเอียงที่ยอมให้ได้สมบูรณ์
ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้เกินกว่าที่ วสท. กำหนด ทำให้ถ้าเสาเข็มมีความเอียงมากจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็มและการแตกหักของเสาเข็มในเวลาต่อมา
กำหนดค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7.5 ซม.
มากกว่า 7.5 ซม.
การระบุค่าความคลาดเคลื่อนค่าเยื้องศูนย์ที่ยอมให้ได้สมบูรณ์
กำหนดค่าเยื้องศูนย์เกินกว่าที่ วสท. กำหนด ทำให้เมื่อเสาเข็มมีค่าเยื้องศูนย์มากจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็ม
ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 องศา
มากกว่า 1 องศา
การระบุค่าความคลาดเคลื่อนมุมเอียงที่ยอมให้ได้สมบูรณ์
ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้เกินกว่าที่ วสท. กำหนด ทำให้ถ้าเสาเข็มมีความเอียงมากจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็มและการแตกหักของเสาเข็มในเวลาต่อมา
กำหนดค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ซม.
มากกว่า 5 ซม.
การระบุค่าความคลาดเคลื่อนค่าเยื้องศูนย์ที่ยอมให้ได้สมบูรณ์
กำหนดค่าเยื้องศูนย์เกินกว่าที่ วสท. กำหนด ทำให้เมื่อเสาเข็มมีค่าเยื้องศูนย์มากจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็ม
ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 องศา
มากกว่า 2 องศา
การระบุค่าความคลาดเคลื่อนมุมเอียงที่ยอมให้ได้สมบูรณ์
ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้เกินกว่าที่ วสท. กำหนด ทำให้ถ้าเสาเข็มมีความเอียงมากจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็มและการแตกหักของเสาเข็มในเวลาต่อมา
กำหนดค่าเยื้องศูนย์เสาเข็ม
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7.5 ซม.
มากกว่า 7.5 ซม.
การระบุค่าความคลาดเคลื่อนค่าเยื้องศูนย์ที่ยอมให้ได้สมบูรณ์
กำหนดค่าเยื้องศูนย์เกินกว่าที่ วสท. กำหนด ทำให้เมื่อเสาเข็มมีค่าเยื้องศูนย์มากจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็ม
ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 องศา
มากกว่า 2 องศา
การระบุค่าความคลาดเคลื่อนมุมเอียงที่ยอมให้ได้สมบูรณ์
ค่ามุมเอียงที่ยอมรับได้เกินกว่าที่ วสท. กำหนด ทำให้ถ้าเสาเข็มมีความเอียงมากจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของเสาเข็มและการแตกหักของเสาเข็มในเวลาต่อมา


งานเสาเข็ม
รายการประกอบแบบงานเสาเข็ม
การทดสอบน้ำหนักเสาเข็มตอก
ระบุวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม (Pile load test)
ใช่
ไม่ใช่
ระบุจำนวนและตำแหน่งของเสาเข็มที่รับการทดสอบ
ใช่
ไม่ใช่
ระบุการทดสอบเสาเข็มตอกน้ำหนักสมบูรณ์
หากไม่ระบุจำนวนและตำแหน่งของเสาเข็มที่รับการทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพการรับน้ำหนักของเสาเข็มจะขึ้นอยู่กับผู้รับเหมา ซึ่งทำให้จำนวนและตำแหน่งการทดสอบเสาเข็มไม่ครอบคลุม
หากไม่ระบุวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม จะส่งผลต่อการประเมินน้ำหนักบรรทุกจริงของเสาเข็ม ซึ่งบางต้นอาจมีน้ำหนักบรรทุกน้อยกว่าน้ำหนักปลอดภัย


งานเสาเข็ม
รายการประกอบแบบงานเสาเข็มตอก
การเก็บวางเสาเข็ม
ระบุการเก็บวางเสาเข็ม
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุการเก็บวางเสาเข็ม อาจเกิดการวางเสาเข็มที่ไม่เหมาะสม และทำให้เสาเข็มแตกร้าว
กำหนดให้ระบุตำแหน่งหมอนรองวางเสาเข็ม และจุดยกเสาเข็ม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่กำหนดให้ระบุตำแหน่งหมอนรองวางเสาเข็ม และจุดยกเสาเข็ม เสาเข็มอาจมีการชำรุดจากการเคลื่อนย้าย
ระบุห้ามวางเสาเข็มทับซ้อนกัน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุห้ามให้เสาเข็มวางซ้อนกัน อาจทำให้เสาเข็มเกิด shear force ส่งผลให้เกิดการแตกร้าวของเสาเข็มได้


งานเสาเข็ม
รายการประกอบแบบงานเสาเข็มเจาะ
การใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ในเสาเข็มเจาะเปียก
ขนาดของหลุมเจาะมีขนาดใหญ่และลึกมาก (40 ม. ขึ้นไป)
ใช่
ไม่ใช่
ระบุการใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์
ใช่
ไม่ใช่
สารเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์เป็นองค์ประกอบหลักสำหรับการเจาะแบบเปียก หากไม่ระบุสารเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์จะไม่สามารถพยุงและป้องกันผนังหลุมเจาะ อาจทำให้ผนังหลุมเจาะพังขณะเจาะผ่านปลายของปลอกเหล็ก
ระบุคุณสมบัติสารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์
ใช่
ไม่ใช่
การระบุงานเสาเข็มเจาะเปียกสมบูรณ์
หากไม่ระบุคุณสมบัติเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ อาจทำให้สารที่ใช้มีคุณสมบัติที่ไม่ตรงตามการใช้งาน มีโอกาสเกิดปัญหาผนังหลุมเจาะพัง
เจาะเสาเข็มถึงชั้นน้ำใต้ดินหรือชั้นดินทราย
ใช่
ไม่ใช่
ไม่จำเป็นต้องใช้ระบบเสาเข็มเจาะเปียก สามารถใช้เป็นระบบเสาเข็มเจาะแห้ง
ระบุการใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์
ใช่
ไม่ใช่
สารเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์เป็นองค์ประกอบหลักสำหรับการเจาะแบบเปียก หากไม่ระบุสารเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์จะไม่สามารถพยุงและป้องกันผนังหลุมเจาะ อาจทำให้ผนังหลุมเจาะพังขณะเจาะผ่านปลายของปลอกเหล็ก
ระบุคุณสมบัติสารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์
ใช่
ไม่ใช่
การระบุงานเสาเข็มเจาะเปียกสมบูรณ์
หากไม่ระบุคุณสมบัติเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ อาจทำให้สารที่ใช้มีคุณสมบัติที่ไม่ตรงตามการใช้งาน มีโอกาสเกิดปัญหาผนังหลุมเจาะพัง

3.งานฐานราก

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

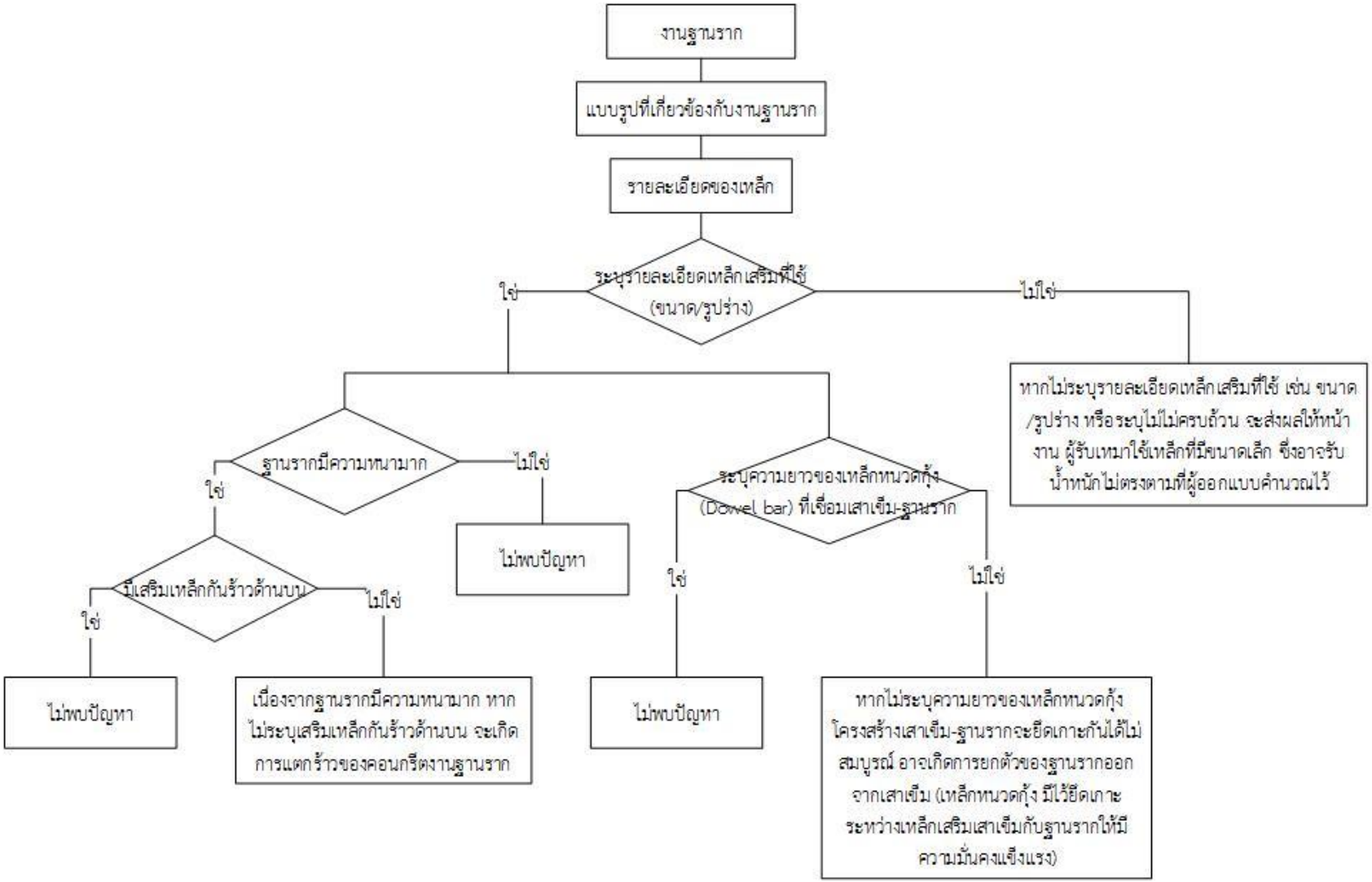
3.1 รายละเอียดของเหล็ก ได้แก่ รายละเอียดขนาด/รูปร่างเหล็กเสริมที่ใช้, ฐานรากมีความหนามากให้ระบุเสริมเหล็กกันร้าวด้านบน, ความยาวของเหล็กหนวดกุ้ง (Dowel bar) ที่เชื่อมเสาเข็ม-ฐานราก

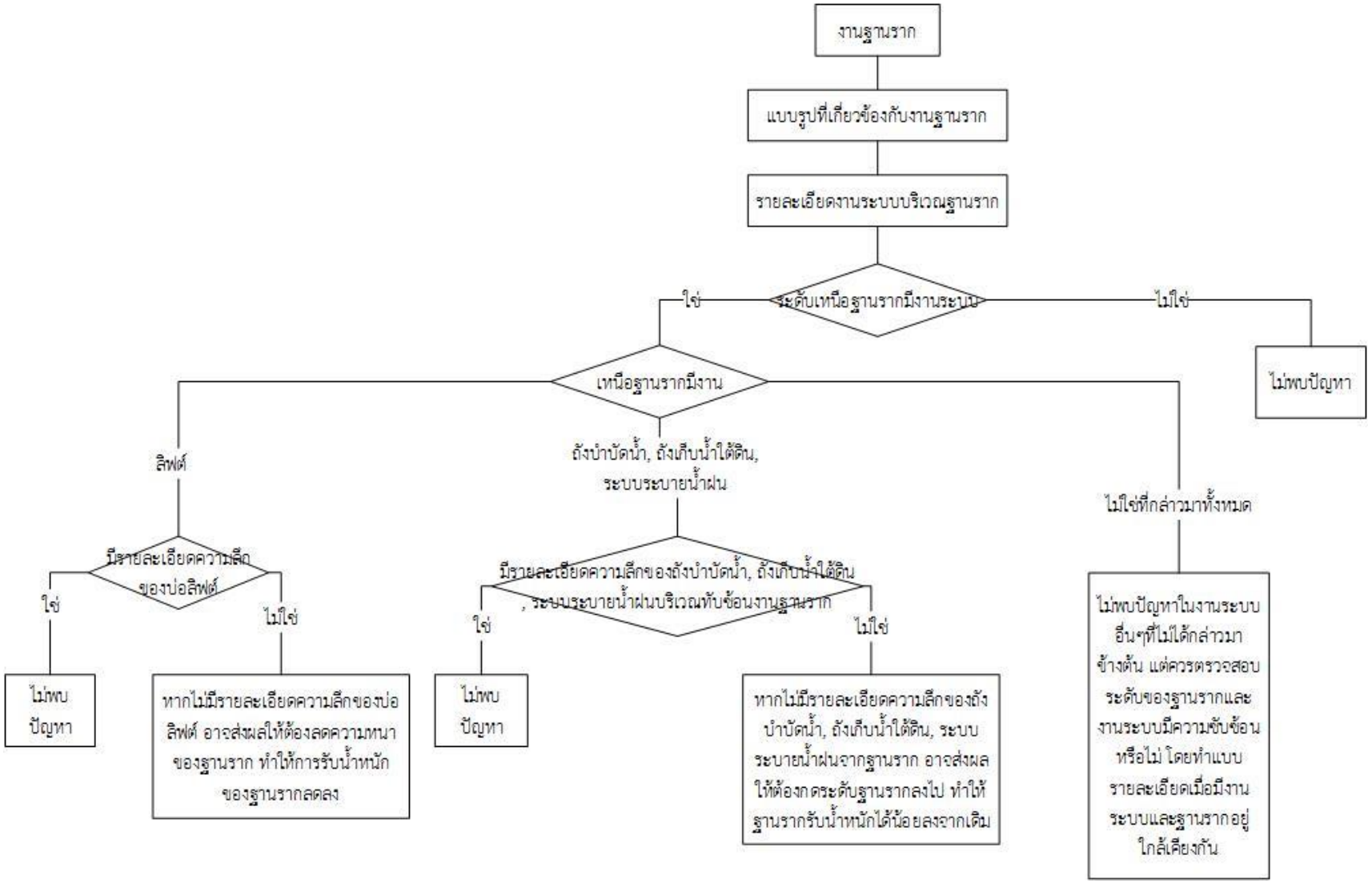
3.2 รายละเอียดงานระบบบริเวณฐานราก ได้แก่ รายละเอียดความลึกของบ่อลิฟต์, รายละเอียดความลึกของถังบำบัดน้ำ, ถังเก็บน้ำใต้ดิน, ระบบระบายน้ำฝน

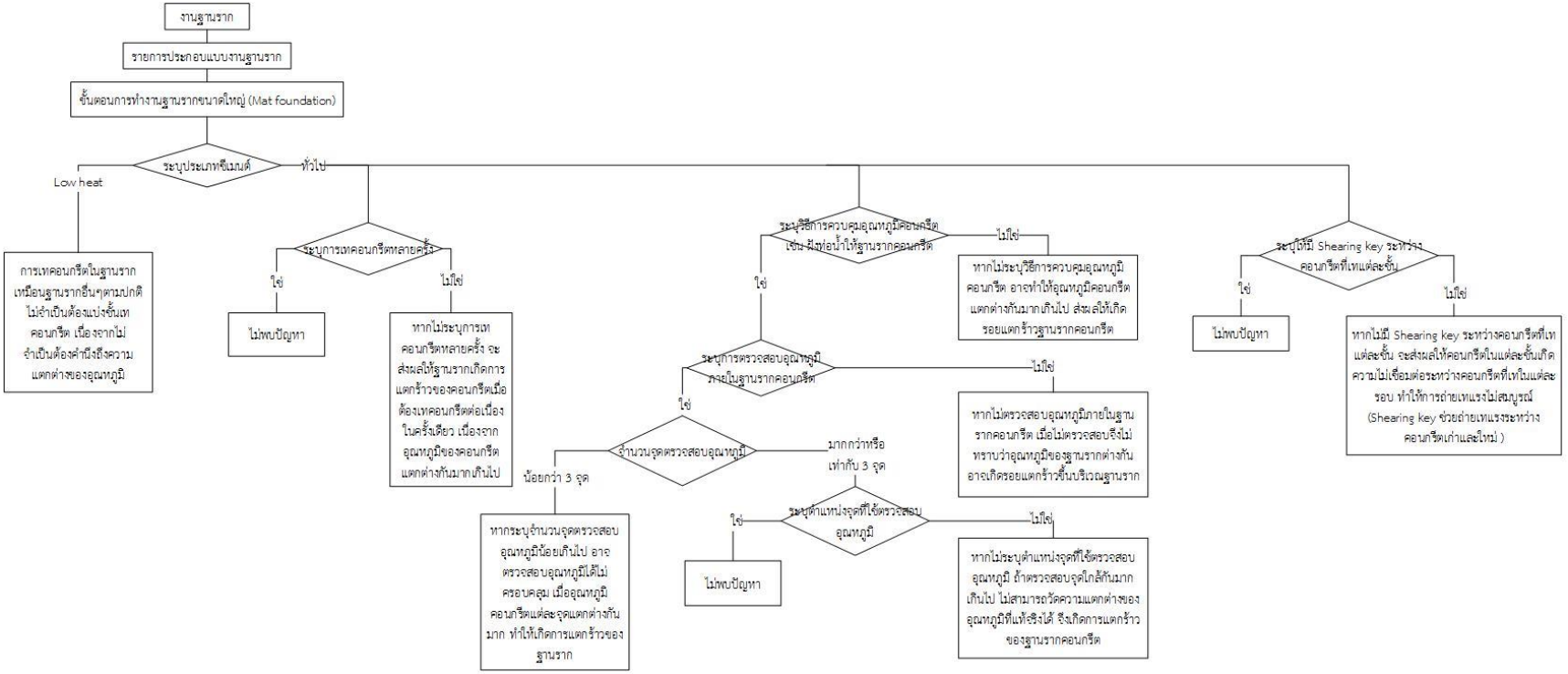
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

3.3 ขั้นตอนการทำงานฐานรากขนาดใหญ่ (Mat foundation) ได้แก่ เมื่อใช้ซีเมนต์ประเภททั่วไปจะต้องระบุการเทคอนกรีตหลายครั้ง, ระบุวิธีการควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต, ระบุการตรวจสอบอุณหภูมิภายในฐานรากคอนกรีต, ระบุจำนวนจุดตรวจสอบอุณหภูมิ, ระบุให้มี Shearing key ระหว่างคอนกรีตที่เทแต่ละชั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


งานฐานราก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานฐานราก
รายละเอียดของเหล็ก
ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมที่ใช้ (ขนาด/รูปร่าง)
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมที่ใช้ เช่น ขนาด /รูปร่าง หรือระบุไม่ไม่ครบถ้วน จะส่งผลให้หน้างาน ผู้รับเหมาใช้เหล็กที่มีขนาดเล็ก ซึ่งอาจรับน้ำหนักไม่ตรงตามที่ผู้ออกแบบคำนวณไว้
ฐานรากมีความหนามาก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
มีเสริมเหล็กกันร้าวด้านบน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากฐานรากมีความหนามาก หากไม่ระบุเสริมเหล็กกันร้าวด้านบน จะเกิดการแตกร้าวของคอนกรีตงานฐานราก
ระบุความยาวของเหล็กหนวดกุ้ง (Dowel bar) ที่เชื่อมเสาเข็ม-ฐานราก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุความยาวของเหล็กหนวดกุ้ง โครงสร้างเสาเข็ม-ฐานรากจะยึดเกาะกันได้ไม่สมบูรณ์ อาจเกิดการยกตัวของฐานรากออกจากเสาเข็ม (เหล็กหนวดกุ้ง มีไว้ยึดเกาะระหว่างเหล็กเสริมเสาเข็มกับฐานรากให้มีความมั่นคงแข็งแรง)


งานฐานราก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานฐานราก
รายละเอียดงานระบบบริเวณฐานราก
ระดับเหนือฐานรากมีงานระบบ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เหนือฐานรากมีงาน
ลิฟต์
ถังบำบัดน้ำ, ถังเก็บน้ำใต้ดิน, ระบบระบายน้ำฝน
ไม่ใช่ที่กล่าวมาทั้งหมด
มีรายละเอียดความลึกของบ่อลิฟต์
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่มีรายละเอียดความลึกของบ่อลิฟต์ อาจส่งผลให้ต้องลดความหนาของฐานราก ทำให้การรับน้ำหนักของฐานรากลดลง
มีรายละเอียดความลึกของถังบำบัดน้ำ, ถังเก็บน้ำใต้ดิน, ระบบระบายน้ำฝนบริเวณทับซ้อนงานฐานราก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่มีรายละเอียดความลึกของถังบำบัดน้ำ, ถังเก็บน้ำใต้ดิน, ระบบระบายน้ำฝนจากฐานราก อาจส่งผลให้ต้องกดระดับฐานรากลงไป ทำให้ฐานรากรับน้ำหนักได้น้อยลงจากเดิม
ไม่พบปัญหาในงานระบบอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวมาข้างต้น แต่ควรตรวจสอบระดับของฐานรากและงานระบบมีความซับซ้อนหรือไม่ โดยทำแบบรายละเอียดเมื่อมีงานระบบและฐานรากอยู่ใกล้เคียงกัน


งานฐานราก
รายการประกอบแบบงานฐานราก
ขั้นตอนการทำงานฐานรากขนาดใหญ่ (Mat foundation)
ระบุประเภทซีเมนต์
Low heat
ทั่วไป
การเทคอนกรีตในฐานราก เหมือนฐานรากอื่นๆตามปกติ ไม่จำเป็นต้องแบ่งชั้นเท คอนกรีต เนื่องจากไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความแตกต่างของอุณหภูมิ
ระบุการเทคอนกรีตหลายครั้ง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุการเทคอนกรีตหลายครั้ง จะส่งผลให้ฐานรากเกิดการแตกร้าวของคอนกรีตเนื่องจากต้องเทคอนกรีตต่อเนื่องในครั้งเดียว เนื่องจากอุณหภูมิของคอนกรีตแตกต่างกันมากเกินไป
ระบุวิธีการควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต เช่น ฉีดพ่นน้ำให้ฐานรากคอนกรีต
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุวิธีการควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต อาจทำให้อุณหภูมิคอนกรีตแตกต่างกันมากเกินไป ส่งผลให้เกิดรอยแตกร้าวฐานรากคอนกรีต
ระบุการตรวจสอบอุณหภูมิภายในฐานรากคอนกรีต
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ตรวจสอบอุณหภูมิภายในฐานรากคอนกรีต เมื่อไม่ตรวจสอบจึงไม่ทราบว่าอุณหภูมิของฐานรากต่างกันอาจเกิดรอยแตกร้าวขึ้นบริเวณฐานราก
จำนวนจุดตรวจสอบอุณหภูมิ
น้อยกว่า 3 จุด
มากกว่าหรือเท่ากับ 3 จุด
หากระบุจำนวนจุดตรวจสอบอุณหภูมิน้อยเกินไป อาจตรวจสอบอุณหภูมิได้ไม่ครอบคลุม เมื่ออุณหภูมิคอนกรีตแต่ละจุดแตกต่างกันมาก ทำให้เกิดการแตกร้าวของฐานราก
ระบุตำแหน่งจุดที่ใช้ตรวจสอบอุณหภูมิ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุตำแหน่งจุดที่ใช้ตรวจสอบอุณหภูมิ ถ้าตรวจสอบจุดใกล้กันมากเกินไป ไม่สามารถวัดความแตกต่างของอุณหภูมิที่แท้จริงได้ จึงเกิดการแตกร้าวของฐานรากคอนกรีต
ระบุให้มี Shearing key ระหว่างคอนกรีตที่เทแต่ละชั้น
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่มี Shearing key ระหว่างคอนกรีตที่เทแต่ละชั้น จะส่งผลให้คอนกรีตในแต่ละชั้นเกิดความไม่เชื่อมต่อระหว่างคอนกรีตที่เทในแต่ละรอบ ทำให้การถ่ายเทแรงไม่สมบูรณ์ (Shearing key ช่วยถ่ายเทแรงระหว่างคอนกรีตเก่าและใหม่)

4.งานคอนกรีตเสริมเหล็ก

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

4.1 การเสริมเหล็กปริมาณถี่ ได้แก่ เมื่อขนาดหน้าตัดเหล็กเสริมมีขนาดใหญ่ ระยะการจัดเรียงเหล็กเสริมต้องมีมากกว่า 25 มิลลิเมตร

4.2 รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา ได้แก่ การกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น, รายละเอียดงานเสาอยู่ในพื้นทุกด้าน, การเสริมแป้นหัวเสาและหมวกเสา

4.3 การกำหนดกำลังของคอนกรีตของเสาและพื้นไม่สอดคล้อง ได้แก่ ความแตกต่างระหว่างกำลังคอนกรีตเสาและพื้น Post tension มีค่าไม่เกิน 1.4 เท่า

4.4 งานคานหน้าตัดขนาดใหญ่ ได้แก่ คานหน้าตัดขนาดใหญ่ไม่ฝากคานหน้าตัดขนาดเล็ก, คานมีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับหน้าตัดเสา

4.5 การรับน้ำหนักของคานที่ตำแหน่งเสาไม่ตรงกัน ได้แก่ ใช้คานรูปแบบ Transfer beam เมื่อตำแหน่งเสาระหว่างชั้นไม่อยู่ตรงแนวเดียวกัน, หน้าตัดคาน Transfer beam มีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าคานอื่นๆ

4.6 การรับน้ำหนักงานพื้น Post tension ได้แก่ น้ำหนักบรรทุก (DL, LL)

4.7 งานช่องเปิด/ช่อง Shaft ได้แก่ แบบงานพื้นมีตำแหน่งของช่องเปิด ต้องมีรายละเอียดการเสริมเหล็กบริเวณช่องเปิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.8 การเสริมเหล็กชั้นดาดฟ้า ได้แก่ พื้น Flat slab บนชั้นดาดฟ้า ควรมีรายละเอียดเหล็กเสริมบนให้วางผ่านแนวเสาต่อเนื่องตลอดช่วง

4.9 รายละเอียดงานบันไดทั่วไปและบันไดหนีไฟ ได้แก่ ความกว้างของบันไดจากราวบันไดถึงราวบันได, ความยาวของลูกตั้ง/ลูกนอน, ขนาดงานตบแต่งทางสถาปัตยกรรม

4.10 รายละเอียดของท่อระบายน้ำ ได้แก่ ค่าระดับความชันของพื้นที่สำหรับท่อระบายน้ำ, ทิศทางการไหลของน้ำสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ, ท่อน้ำทิ้งอาคารต่ำกว่าท่อน้ำทิ้งสาธารณะ

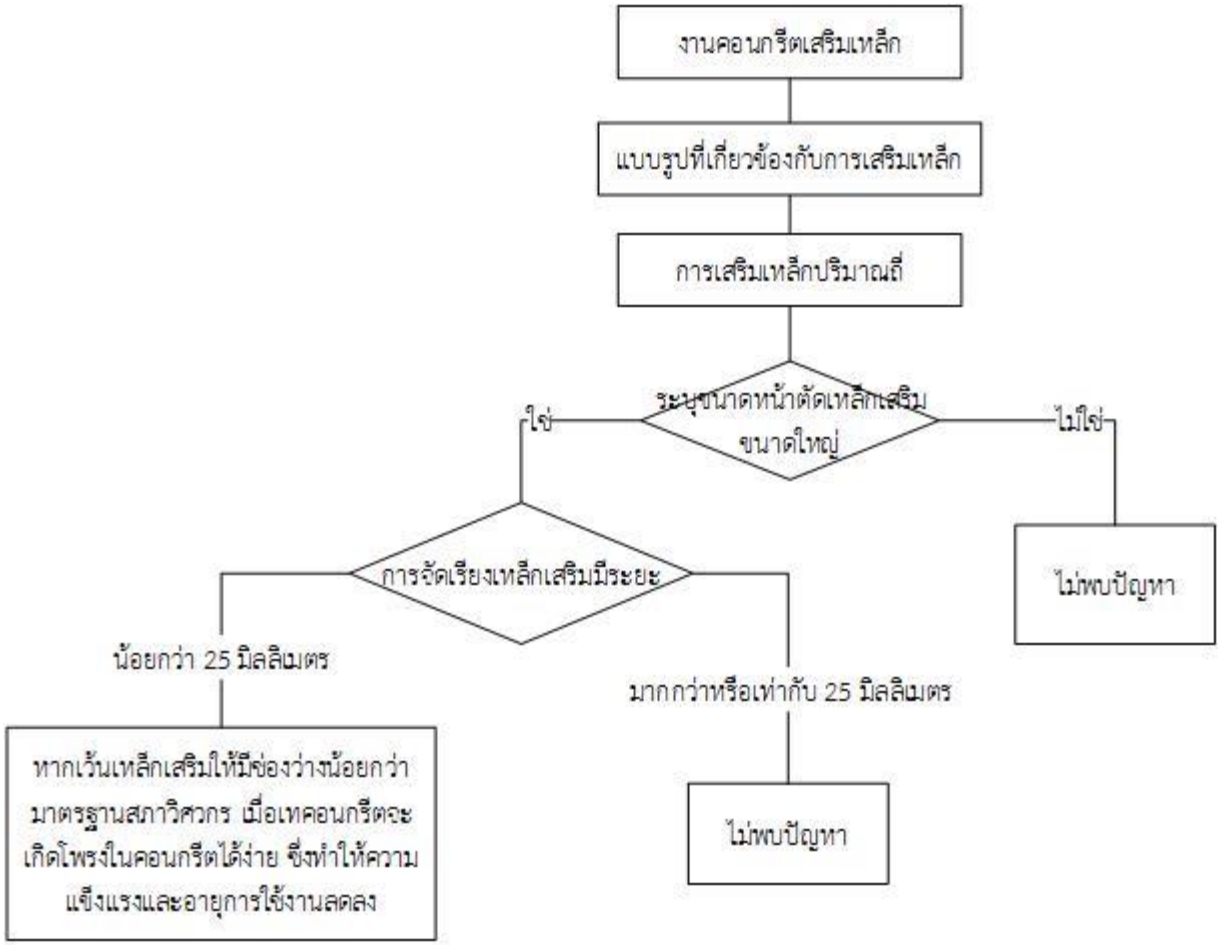
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

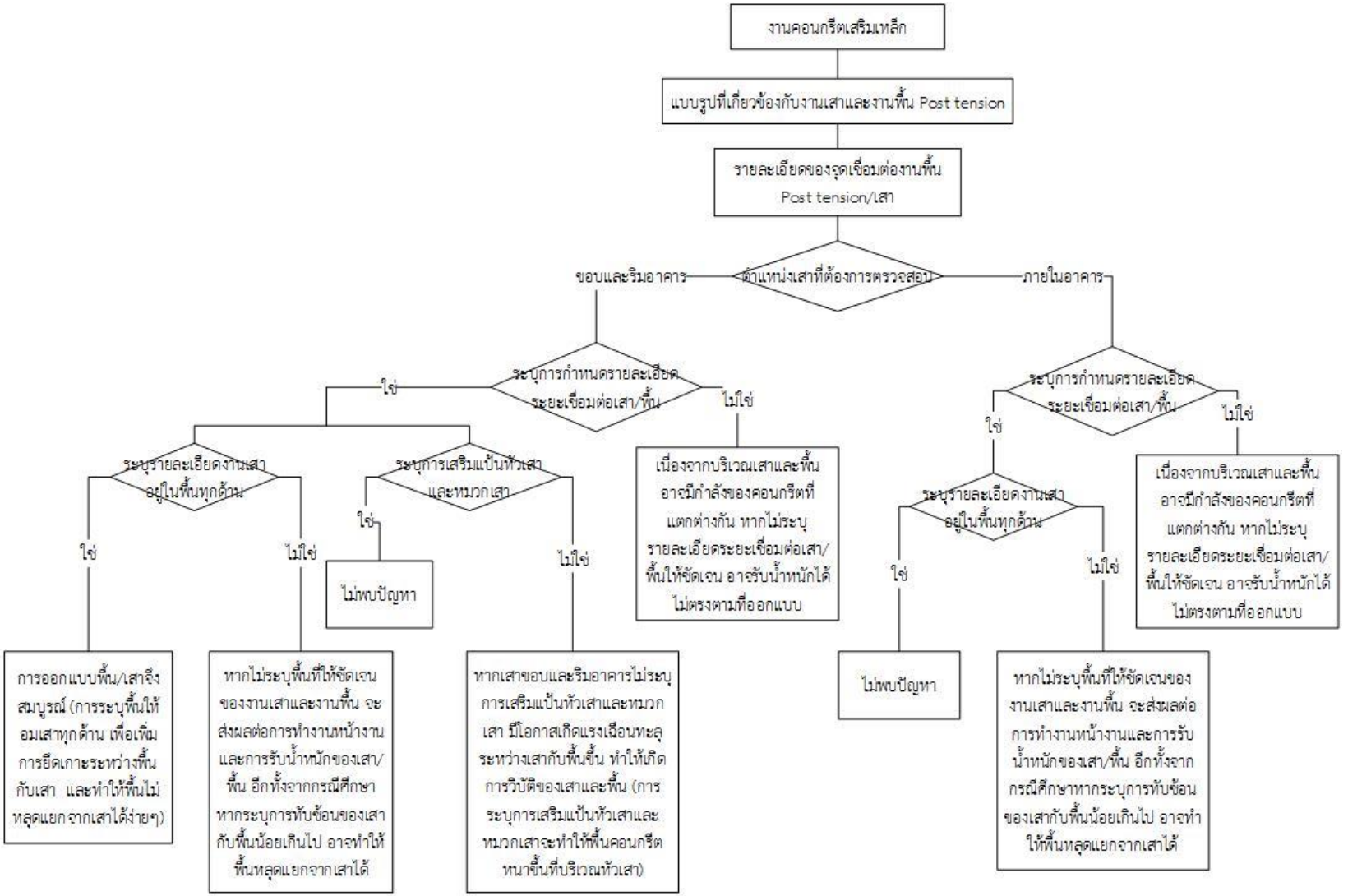
4.11 การระบุประเภทของซีเมนต์ ได้แก่ โครงการก่อสร้างอยู่บริเวณใกล้ทะเล/บริเวณทะเลใช้ปูนซีเมนต์ต้านทานซัลเฟต (ประเภท 5), บริเวณที่เร่งด่วนในการใช้งานใช้ซีเมนต์กำลังอัดเร็ว (ประเภท 3)

4.12 รายละเอียดเหล็กเสริม ได้แก่ รายละเอียดระยะงอเหล็ก, องศาการงอเหล็ก

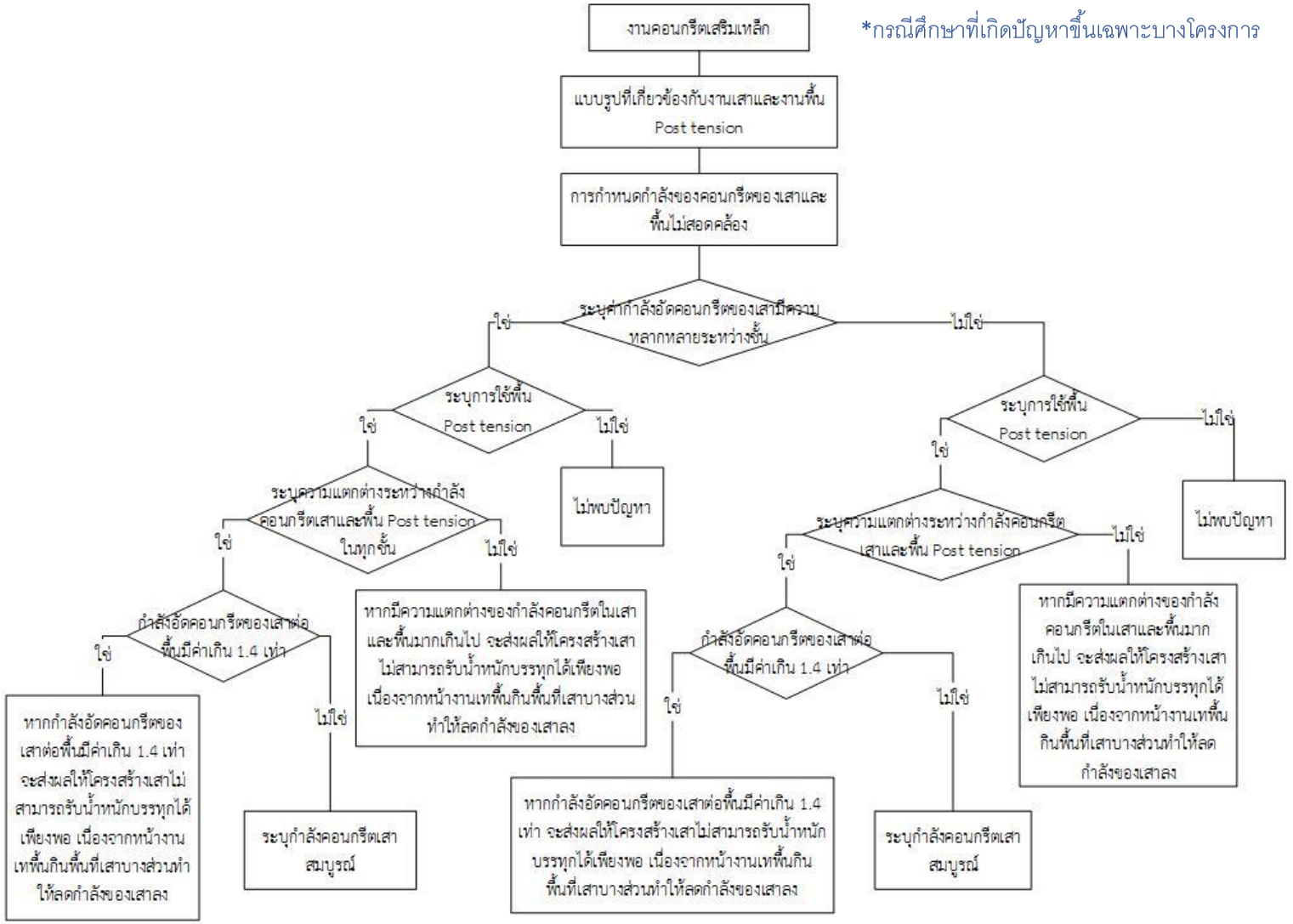
4.13 รายละเอียดระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็ก (Concrete covering) ได้แก่ รายละเอียดระยะ Covering, Covering ของเหล็กสำหรับโครงสร้างที่อยู่ใต้ดิน

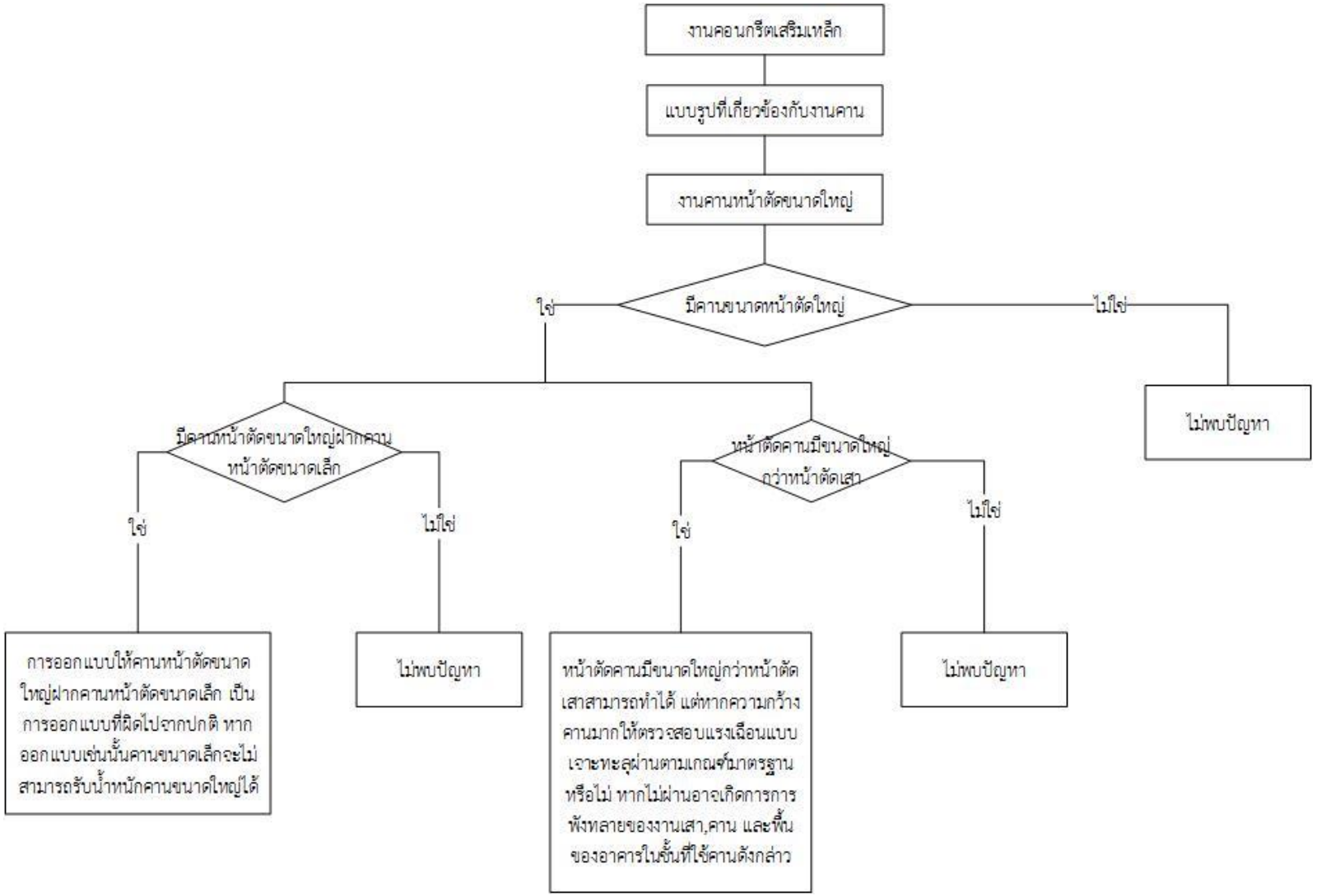
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

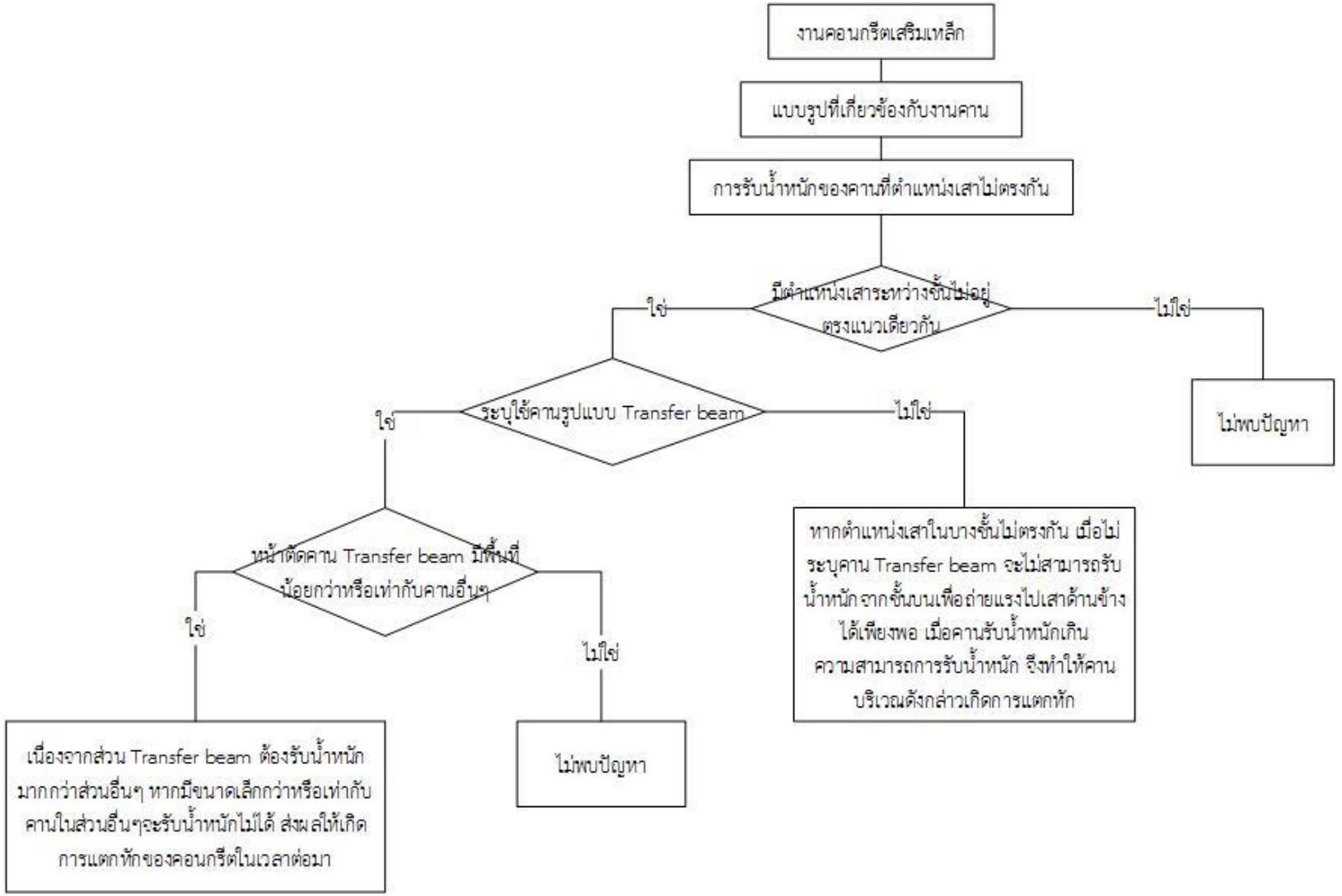

งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับการเสริมเหล็ก
การเสริมเหล็กปริมาณถี่
ระบุขนาดหน้าตัดเหล็กเสริม ขนาดใหญ่
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
การจัดเรียงเหล็กเสริมมีระยะ
น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
มากกว่าหรือเท่ากับ 25 มิลลิเมตร
หากเว้นเหล็กเสริมให้มีช่องว่างน้อยกว่า มาตรฐานสภาวิศวกร เมื่อเทคอนกรีตจะเกิดโพรงในคอนกรีตได้ง่าย ซึ่งทำให้ความแข็งแรงและอายุการใช้งานลดลง
ไม่พบปัญหา

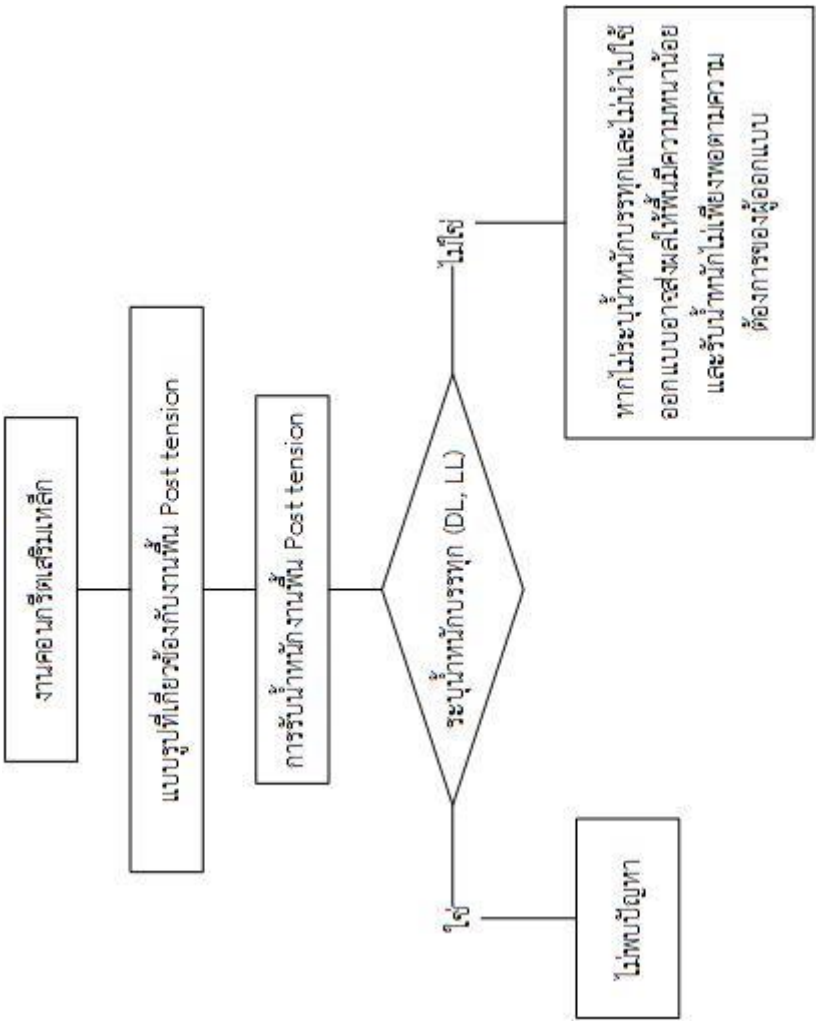

งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานเสาและงานพื้น Post tension
รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา
ตำแหน่งเสาที่ต้องการตรวจสอบ
ขอบและริมอาคาร
ภายในอาคาร
ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น
ใช่
ไม่ใช่
ระบุรายละเอียดงานเสาอยู่ในพื้นทุกด้าน
ใช่
ไม่ใช่
การออกแบบพื้น/เสาจึงสมบูรณ์ (การระบุพื้นให้อมเสาทุกด้าน เพื่อเพิ่มการยึดเกาะระหว่างพื้นกับเสา และทำให้พื้นไม่หลุดแยกจากเสาได้ง่ายๆ)
หากไม่ระบุพื้นที่ให้ชัดเจนของงานเสาและงานพื้น จะส่งผลต่อการทำงานหน้างานและการรับน้ำหนักของเสา/พื้น อีกทั้งจากกรณีศึกษาหากระบุการทับซ้อนของเสากับพื้นน้อยเกินไป อาจทำให้พื้นหลุดแยกจากเสาได้
ระบุการเสริมแป้นหัวเสาและหมวกเสา
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากเสาขอบและริมอาคารไม่ระบุการเสริมแป้นหัวเสาและหมวกเสา มีโอกาสเกิดแรงเฉือนทะลุระหว่างเสากับพื้นขึ้น ทำให้เกิดการวิบัติของเสาและพื้น (การระบุการเสริมแป้นหัวเสาและหมวกเสาจะทำให้พื้นคอนกรีตหนาขึ้นที่บริเวณหัวเสา)
เนื่องจากบริเวณเสาและพื้นอาจมีกำลังของคอนกรีตที่แตกต่างกัน หากไม่ระบุรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้นให้ชัดเจน อาจรับน้ำหนักได้ไม่ตรงตามที่ออกแบบ
ระบุการกำหนดรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้น
ใช่
ไม่ใช่
ระบุรายละเอียดงานเสาอยู่ในพื้นทุกด้าน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุพื้นที่ให้ชัดเจนของงานเสาและงานพื้น จะส่งผลต่อการทำงานหน้างานและการรับน้ำหนักของเสา/พื้น อีกทั้งจากกรณีศึกษาหากระบุการทับซ้อนของเสากับพื้นน้อยเกินไป อาจทำให้พื้นหลุดแยกจากเสาได้
เนื่องจากบริเวณเสาและพื้นอาจมีกำลังของคอนกรีตที่แตกต่างกัน หากไม่ระบุรายละเอียดระยะเชื่อมต่อเสา/พื้นให้ชัดเจน อาจรับน้ำหนักได้ไม่ตรงตามที่ออกแบบ

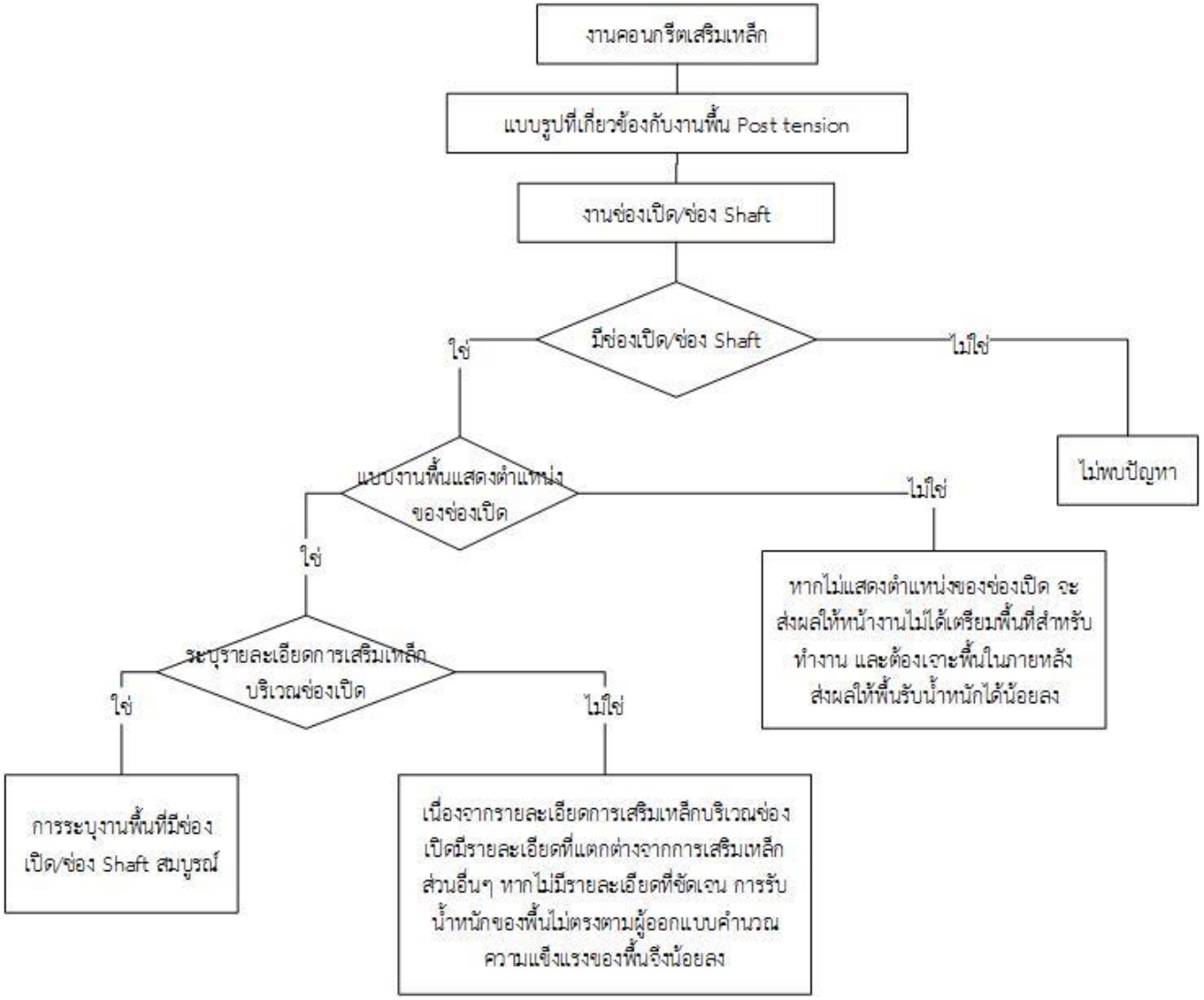
*กรณีศึกษาที่เกิดปัญหาขึ้นเฉพาะบางโครงการ

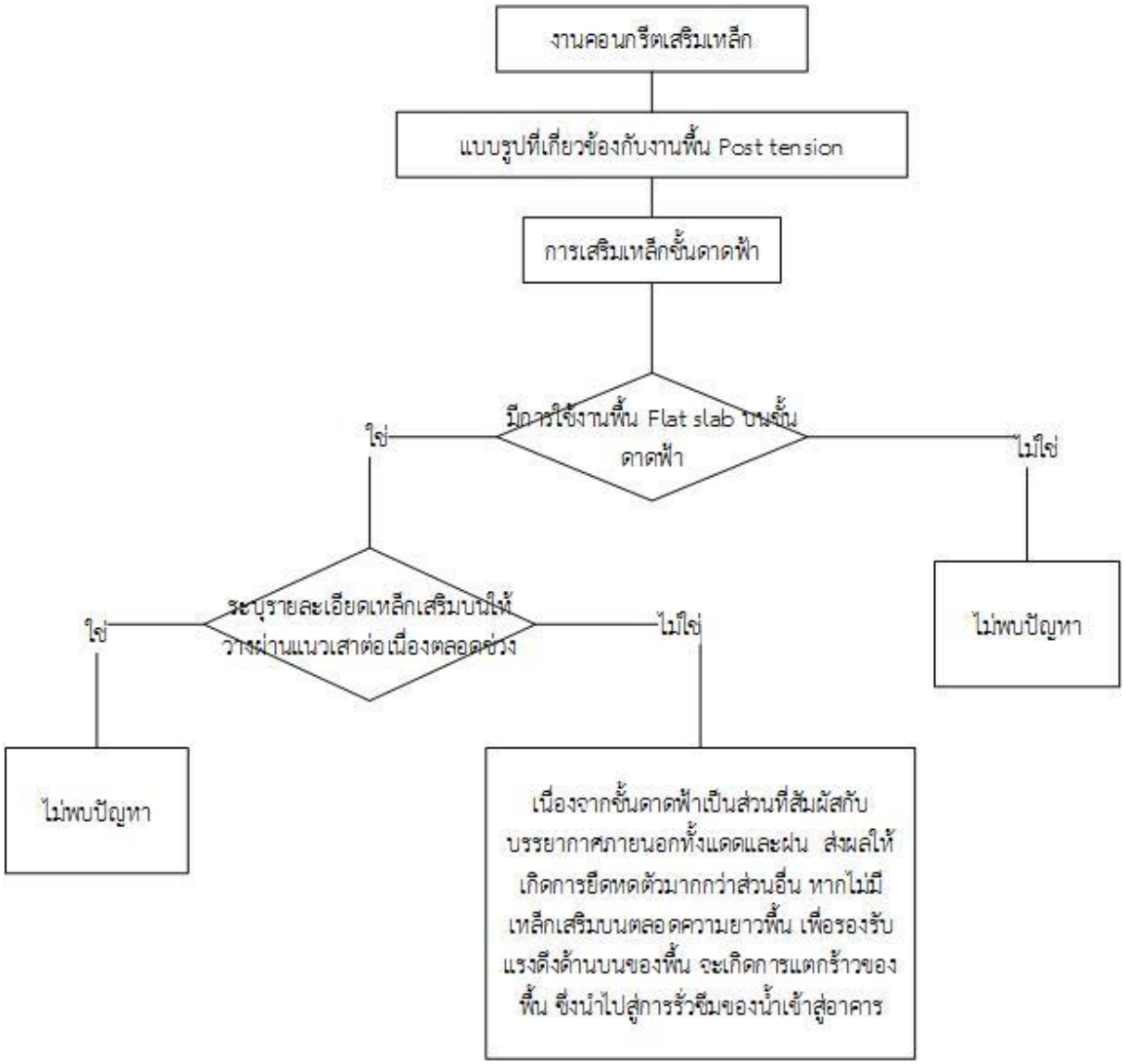


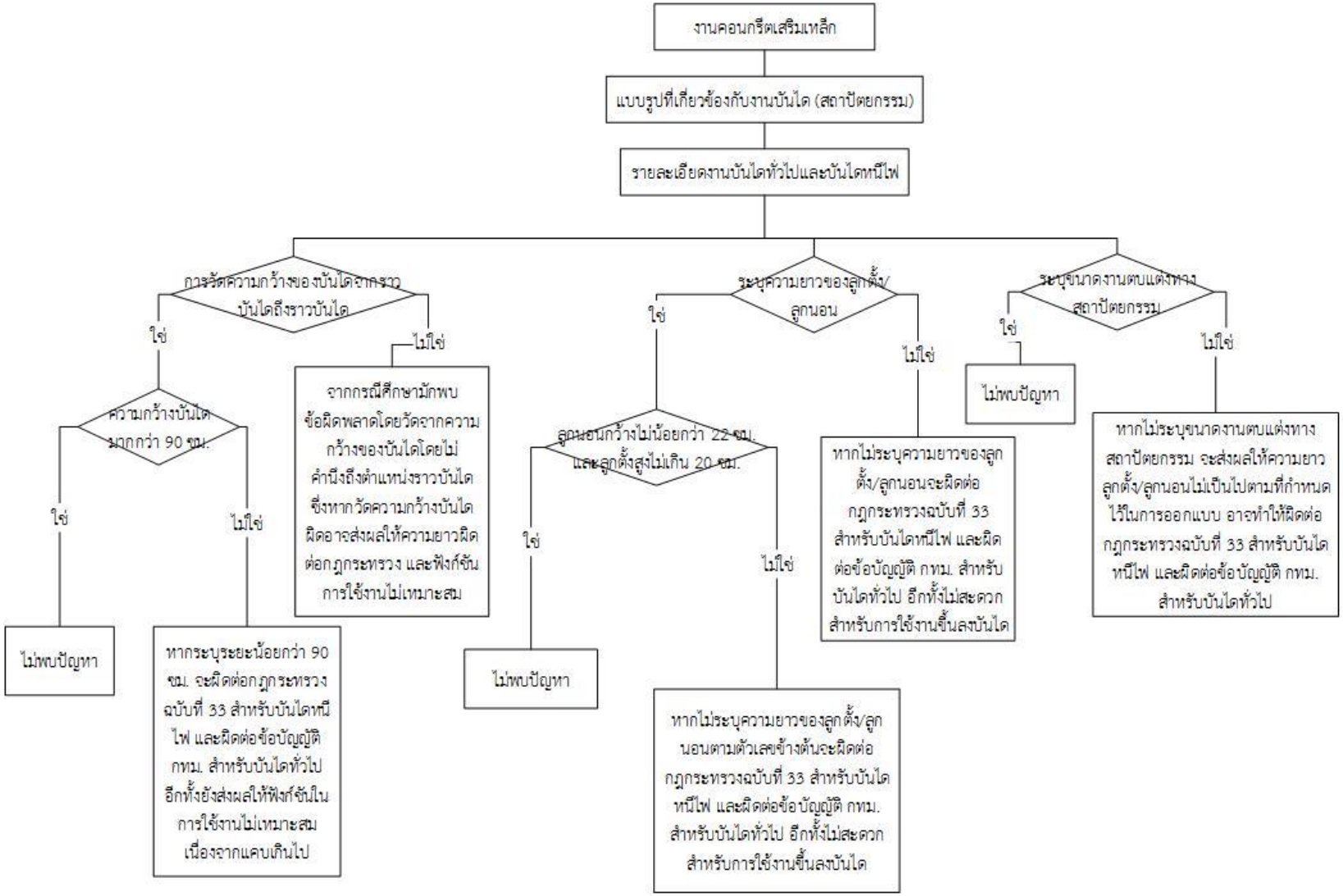

งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานคาน
งานคานหน้าตัดขนาดใหญ่
มีคานขนาดหน้าตัดใหญ่
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
มีคานหน้าตัดขนาดใหญ่ฝากคาน
หน้าตัดขนาดเล็ก
ใช่
ไม่ใช่
การออกแบบให้คานหน้าตัดขนาดใหญ่ฝากคานหน้าตัดขนาดเล็ก เป็นการออกแบบที่ผิดไปจากปกติ หากออกแบบเช่นนั้นคานขนาดเล็กจะไม่สามารถรับน้ำหนักคานขนาดใหญ่ได้
ไม่พบปัญหา
หน้าตัดคานมีขนาดใหญ่กว่าหน้าตัดเสา
ใช่
ไม่ใช่
หน้าตัดคานมีขนาดใหญ่กว่าหน้าตัดเสาสามารถทำได้ แต่หากความกว้างคานมากให้ตรวจสอบแรงเฉือนแบบเจาะทะลุผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ หากไม่ผ่านอาจเกิดการการพังทลายของงานเสา,คาน และพื้นของอาคารในชั้นที่ใช้คานดังกล่าว
ไม่พบปัญหา

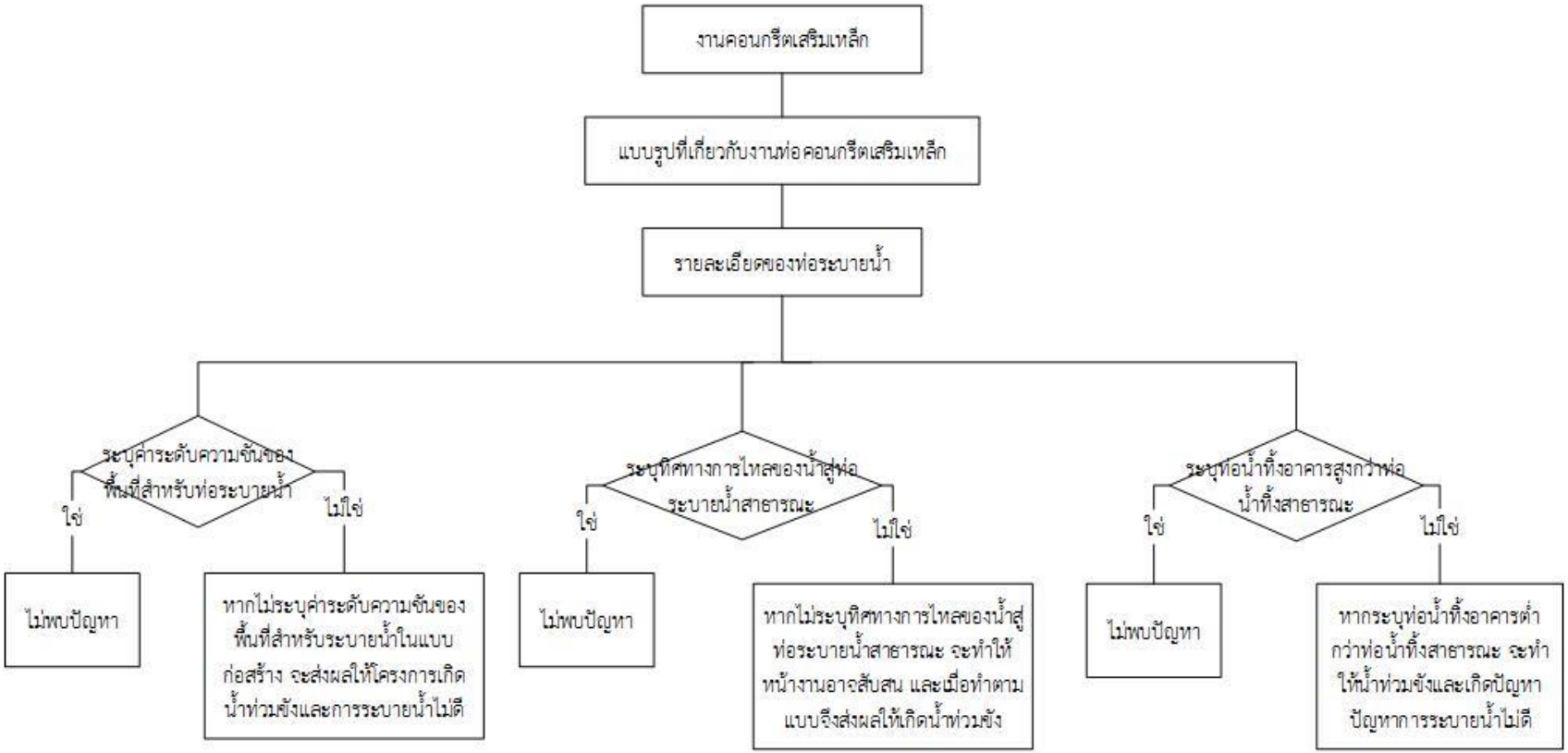

งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานคาน
การรับน้ำหนักของคานที่ตำแหน่งเสาไม่ตรงกัน
มีตำแหน่งเสาระหว่างชั้นไม่อยู่ตรงแนวเดียวกัน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ระบุใช้คานรูปแบบ Transfer beam
ใช่
ไม่ใช่
หากตำแหน่งเสาในบางชั้นไม่ตรงกัน เมื่อไม่ระบุคาน Transfer beam จะไม่สามารถรับน้ำหนักจากชั้นบนเพื่อถ่ายแรงไปเสาด้านข้างได้เพียงพอ เมื่อคานรับน้ำหนักเกินความสามารถการรับน้ำหนัก จึงทำให้คานบริเวณดังกล่าวเกิดการแตกหัก
หน้าตัดคาน Transfer beam มีพื้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับคานอื่นๆ
ใช่
ไม่ใช่
เนื่องจากส่วน Transfer beam ต้องรับน้ำหนักมากกว่าส่วนอื่นๆ หากมีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับคานในส่วนอื่นๆจะรับน้ำหนักไม่ได้ ส่งผลให้เกิดการแตกหักของคอนกรีตในเวลาต่อมา
ไม่พบปัญหา

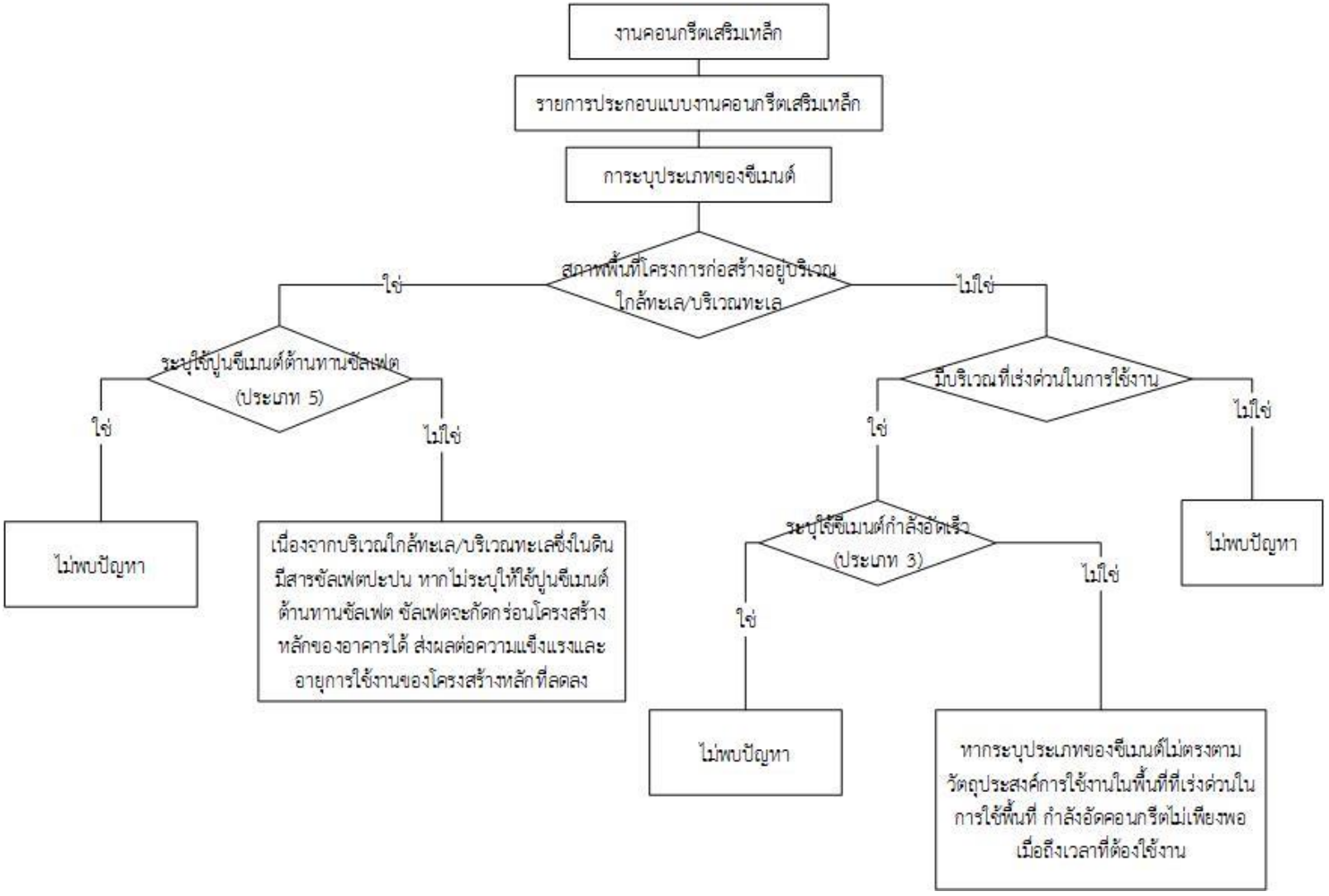

งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานพื้น Post tension
การรับน้ำหนักงานพื้น Post tension
ระบุน้ำหนักบรรทุก (DL, LL)
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุน้ำหนักบรรทุกและไม่นำไปใช้ออกแบบอาจส่งผลให้พื้นมีความหนาน้อยและรับน้ำหนักไม่เพียงพอตามความต้องการของผู้ออกแบบ

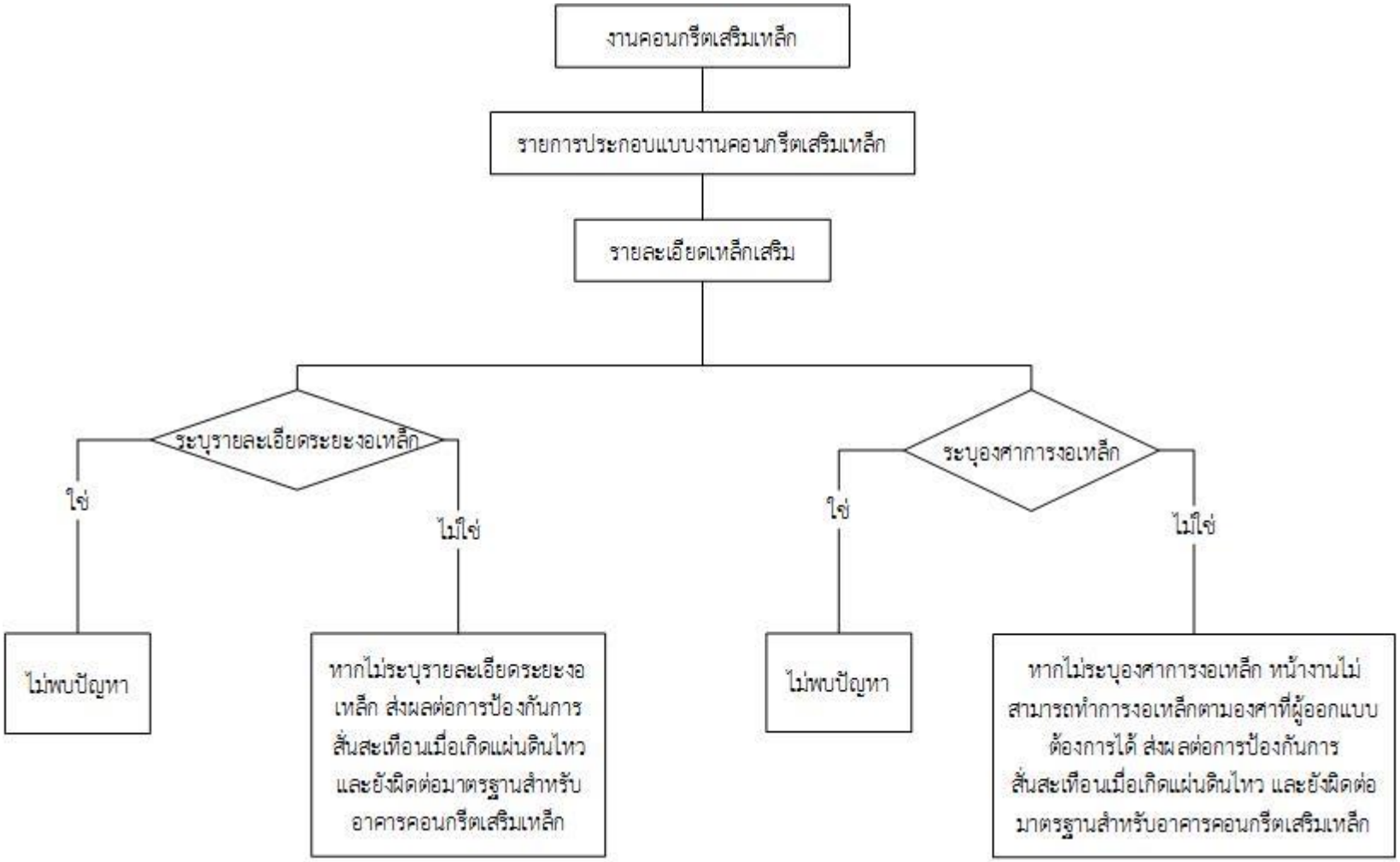

งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานพื้น Post tension
งานช่องเปิด/ช่อง Shaft
มีช่องเปิด/ช่อง Shaft
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
แบบงานพื้นแสดงตำแหน่งของช่องเปิด
ไม่ใช่
ใช่
หากไม่แสดงตำแหน่งของช่องเปิด จะส่งผลให้หน้างานไม่ได้เตรียมพื้นที่สำหรับทำงาน และต้องเจาะพื้นในภายหลัง ส่งผลให้พื้นรับน้ำหนักได้น้อยลง
ระบุรายละเอียดการเสริมเหล็กบริเวณช่องเปิด
ใช่
ไม่ใช่
การระบุงานพื้นที่มีช่องเปิด/ช่อง Shaft สมบูรณ์
เนื่องจากรายละเอียดการเสริมเหล็กบริเวณช่องเปิดมีรายละเอียดที่แตกต่างจากการเสริมเหล็กส่วนอื่นๆ หากไม่มีรายละเอียดที่ชัดเจน การรับน้ำหนักของพื้นไม่ตรงตามผู้ออกแบบคำนวณ ความแข็งแรงของพื้นจึงน้อยลง

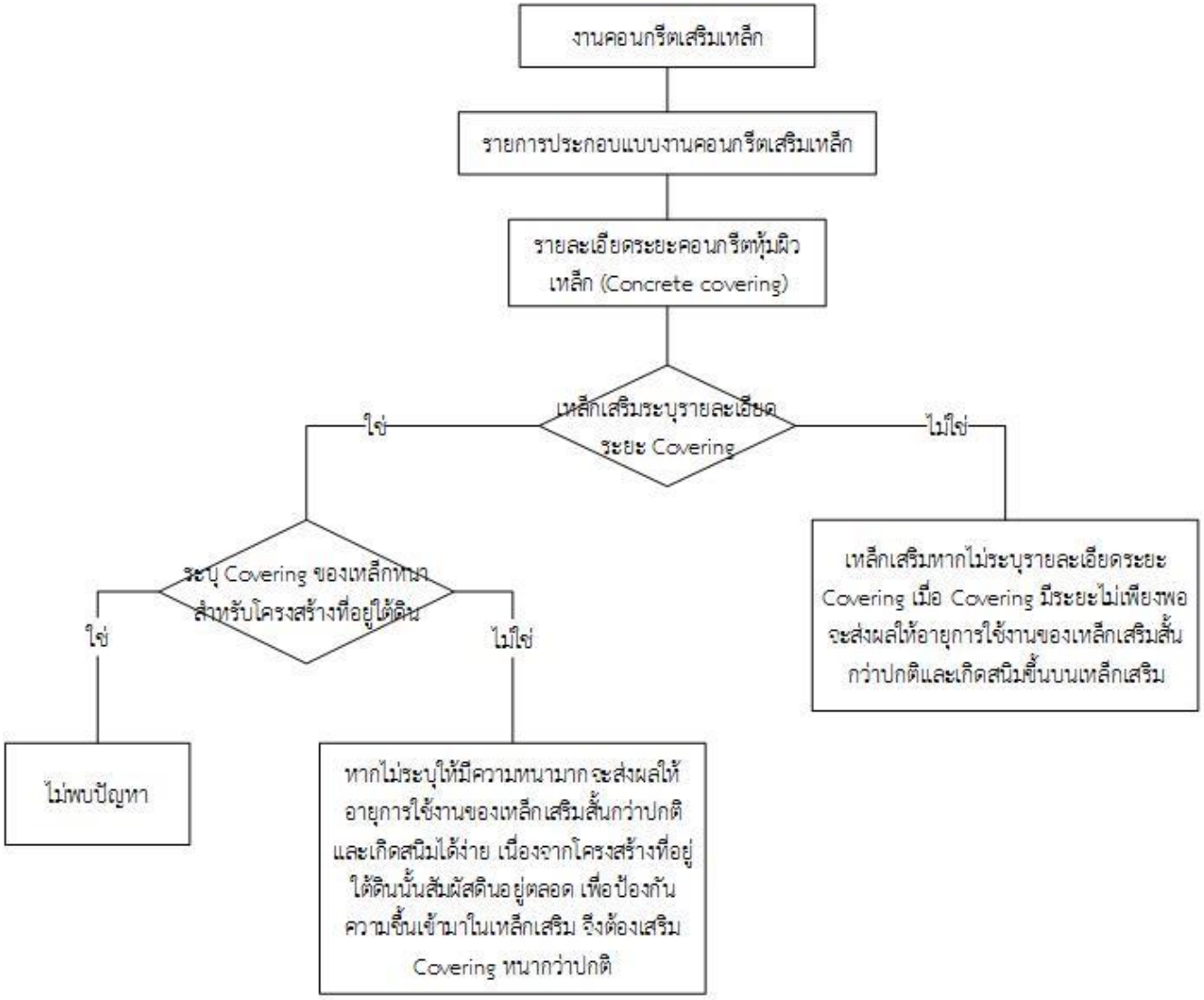

งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานพื้น Post tension
การเสริมเหล็กชั้นดาดฟ้า
มีการใช้งานพื้น Flat slab บนชั้นดาดฟ้า
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมบนให้วางผ่านแนวเสาต่อเนื่องตลอดช่วง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากชั้นดาดฟ้าเป็นส่วนที่สัมผัสกับบรรยากาศภายนอกทั้งแดดและฝน ส่งผลให้เกิดการยืดหดตัวมากกว่าส่วนอื่น หากไม่มีเหล็กเสริมบนตลอดความยาวพื้น เพื่อรองรับแรงดึงด้านบนของพื้น จะเกิดการแตกร้าวของพื้น ซึ่งนำไปสู่การรั่วซึมของน้ำเข้าสู่อาคาร


งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานบันได (สถาปัตยกรรม)
รายละเอียดงานบันไดทั่วไปและบันไดหนีไฟ
การวัดความกว้างของบันไดจากราวบันไดถึงราวบันได
ใช่
ไม่ใช่
ความกว้างบันได มากกว่า 90 ซม.
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากระบุระยะน้อยกว่า 90 ซม. จะผิดต่อกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 สำหรับบันไดหนีไฟ และผิดต่อข้อบัญญัติ กทม. สำหรับบันไดทั่วไป อีกทั้งยังส่งผลให้ฟังก์ชันในการใช้งานไม่เหมาะสม เนื่องจากแคบเกินไป
จากกรณีศึกษามักพบข้อผิดพลาดโดยวัดจากความกว้างของบันไดโดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งราวบันได ซึ่งหากวัดความกว้างบันไดผิดอาจส่งผลให้ความยาวผิดต่อกฎกระทรวง และฟังก์ชันการใช้งานไม่เหมาะสม
ระบุความยาวของลูกตั้ง/ลูกนอน
ใช่
ไม่ใช่
ลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า 22 ซม. และลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 ซม.
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุความยาวของลูกตั้ง/ลูกนอนตามตัวเลขข้างต้นจะผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33 สำหรับบันไดหนีไฟ และผิดต่อข้อบัญญัติ กทม. สำหรับบันไดทั่วไป อีกทั้งไม่สะดวกสำหรับการใช้งานขึ้นลงบันได
หากไม่ระบุความยาวของลูกตั้ง/ลูกนอนจะผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33 สำหรับบันไดหนีไฟ และผิดต่อข้อบัญญัติ กทม. สำหรับบันไดทั่วไป อีกทั้งไม่สะดวกสำหรับการใช้งานขึ้นลงบันได
ระบุขนาดงานตบแต่งทางสถาปัตยกรรม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขนาดงานตบแต่งทางสถาปัตยกรรม จะส่งผลให้ความยาวลูกตั้ง/ลูกนอนไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในการออกแบบ อาจทำให้ผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33 สำหรับบันไดหนีไฟ และผิดต่อข้อบัญญัติ กทม. สำหรับบันไดทั่วไป


งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
แบบรูปที่เกี่ยวกับงานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก
รายละเอียดของท่อระบายน้ำ
ระบุค่าระดับความชันของพื้นที่สำหรับท่อระบายน้ำ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุค่าระดับความชันของพื้นที่สำหรับระบายน้ำในแบบก่อสร้าง จะส่งผลให้โครงการเกิดน้ำท่วมขังและการระบายน้ำไม่ดี
ระบุทิศทางการไหลของน้ำสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุทิศทางการไหลของน้ำสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ จะทำให้หน้างานอาจสับสน และเมื่อทำตามแบบจึงส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขัง
ระบุท่อน้ำทิ้งอาคารสูงกว่าท่อน้ำทิ้งสาธารณะ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากระบุท่อน้ำทิ้งอาคารต่ำกว่าท่อน้ำทิ้งสาธารณะ จะทำให้น้ำท่วมขังและเกิดปัญหาปัญหาการระบายน้ำไม่ดี


งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
รายการประกอบแบบงานคอนกรีตเสริมเหล็ก
การระบุประเภทของซีเมนต์
สภาพพื้นที่โครงการก่อสร้างอยู่บริเวณใกล้ทะเล/บริเวณทะเล
ใช่
ไม่ใช่
ระบุใช้ปูนซีเมนต์ต้านทานซัลเฟต (ประเภท 5)
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากบริเวณใกล้ทะเล/บริเวณทะเลซึ่งในดินมีสารซัลเฟตปะปน หากไม่ระบุให้ใช้ปูนซีเมนต์ต้านทานซัลเฟต ซัลเฟตจะกัดกร่อนโครงสร้างหลักของอาคารได้ ส่งผลต่อความแข็งแรงและอายุการใช้งานของโครงสร้างหลักที่ลดลง
มีบริเวณที่เร่งด่วนในการใช้งาน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ระบุใช้ซีเมนต์กำลังอัดเร็ว (ประเภท 3)
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากระบุประเภทของซีเมนต์ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งานในพื้นที่ที่เร่งด่วนในการใช้พื้นที่ กำลังอัดคอนกรีตไม่เพียงพอเมื่อถึงเวลาที่ต้องใช้งาน


งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
รายการประกอบแบบงานคอนกรีตเสริมเหล็ก
รายละเอียดเหล็กเสริม
ระบุรายละเอียดระยะงอเหล็ก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุรายละเอียดระยะงอเหล็ก ส่งผลต่อการป้องกันการสั่นสะเทือนเมื่อเกิดแผ่นดินไหว และยังผิดต่อมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก
ระบุองศาการงอเหล็ก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุองศาการงอเหล็ก หน้างานไม่สามารถทำการงอเหล็กตามองศาที่ผู้ออกแบบต้องการได้ ส่งผลต่อการป้องกันการสั่นสะเทือนเมื่อเกิดแผ่นดินไหว และยังผิดต่อมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก


งานคอนกรีตเสริมเหล็ก
รายการประกอบแบบงานคอนกรีตเสริมเหล็ก
รายละเอียดระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็ก (Concrete covering)
เหล็กเสริมระบุรายละเอียดระยะ Covering
ใช่
ไม่ใช่
ระบุ Covering ของเหล็กหนาสำหรับโครงสร้างที่อยู่ใต้ดิน
ใช่
ไม่ใช่
เหล็กเสริมหากไม่ระบุรายละเอียดระยะ Covering เมื่อ Covering มีระยะไม่เพียงพอจะส่งผลให้อายุการใช้งานของเหล็กเสริมสั้นกว่าปกติและเกิดสนิมขึ้นบนเหล็กเสริม
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุให้มีความหนามากจะส่งผลให้อายุการใช้งานของเหล็กเสริมสั้นกว่าปกติและเกิดสนิมได้ง่าย เนื่องจากโครงสร้างที่อยู่ใต้ดินนั้นสัมผัสดินอยู่ตลอด เพื่อป้องกันความชื้นเข้ามาในเหล็กเสริม จึงต้องเสริม Covering หนากว่าปกติ

5.งานคอนกรีตสำเร็จรูป

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

5.1 การรับน้ำหนักบรรทุก ได้แก่ การรับน้ำหนัก LL, การรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย, การรับน้ำหนัก LL+SDL

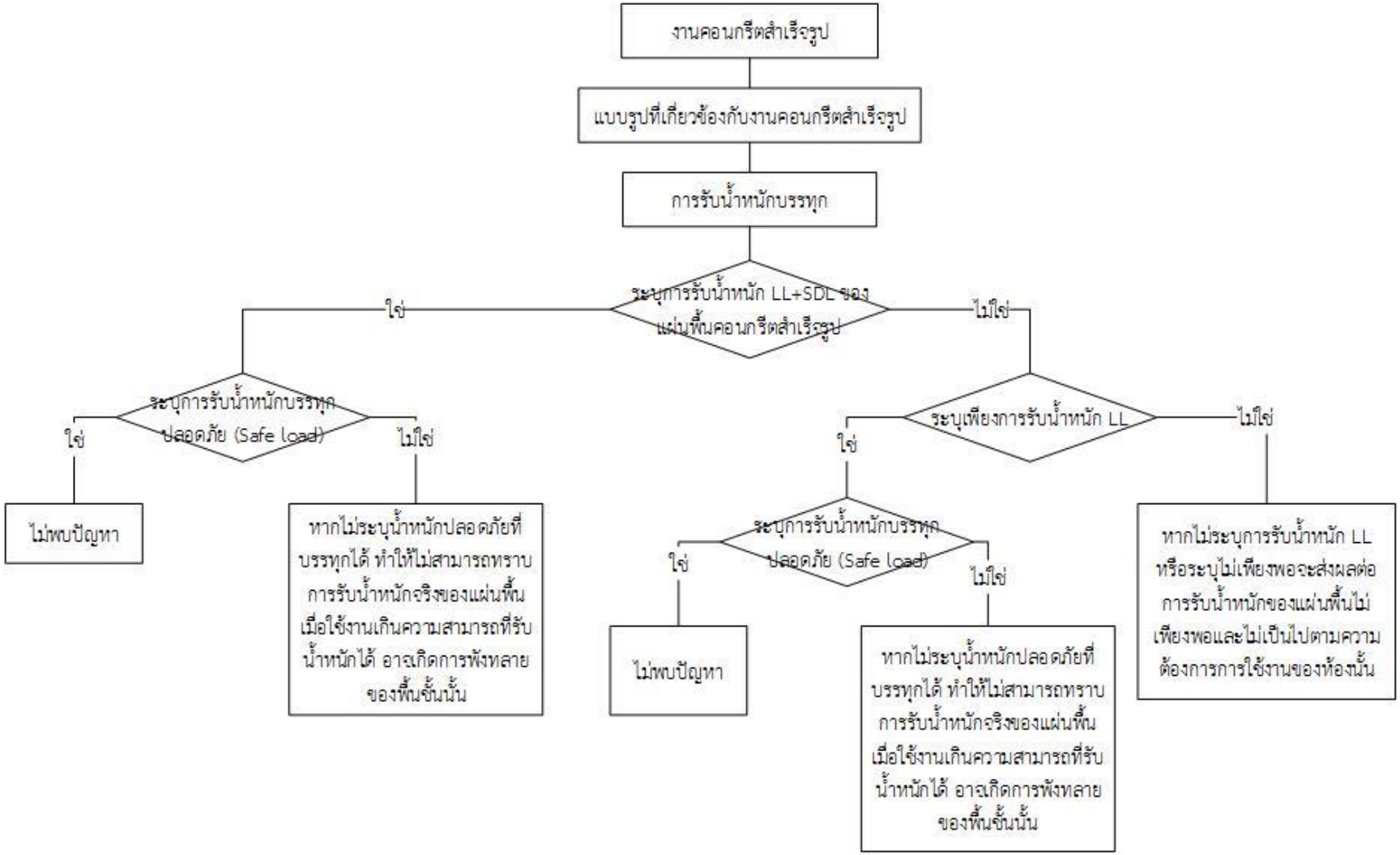
5.2 การกำหนดรายละเอียดคำนึงการติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ได้แก่ เว้นส่วนพื้นที่เสา, การวางแผ่นพื้นบน Span ด้านสั้น

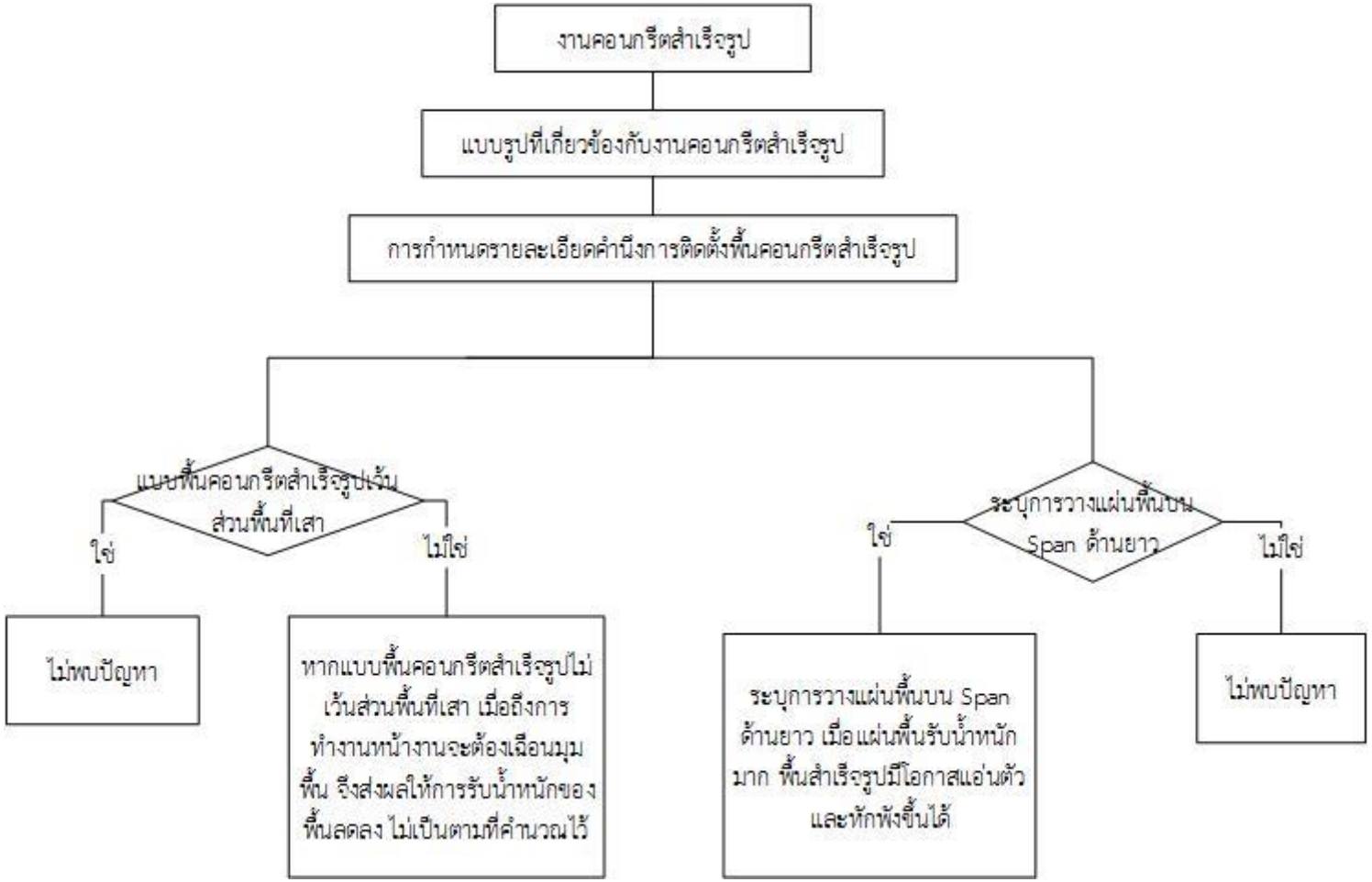
5.3 การกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมคำนึงบริเวณที่ใช้ ได้แก่ บริเวณที่จอดรถ ระยะจากจุดต่ำสุดของวัตถุด้านบนถึงพื้นของทุกชั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 2.1 ม. และควรคำนึงถึงการเสียดสีของล้อรถยนต์ที่กระทำต่อพื้น, บริเวณดาดฟ้า/ห้องน้ำควรคำนึงถึงปัญหาการรั่วซึม

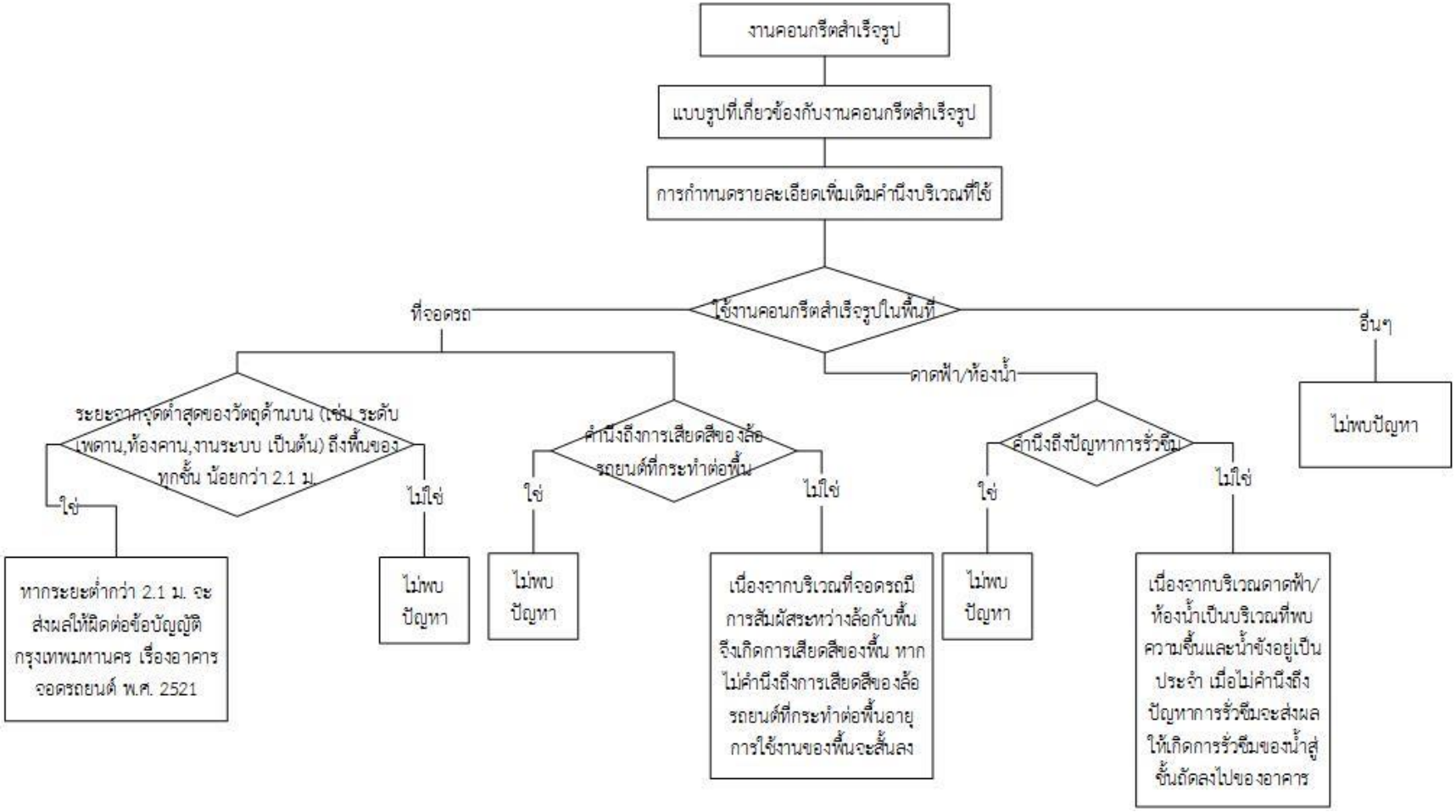
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

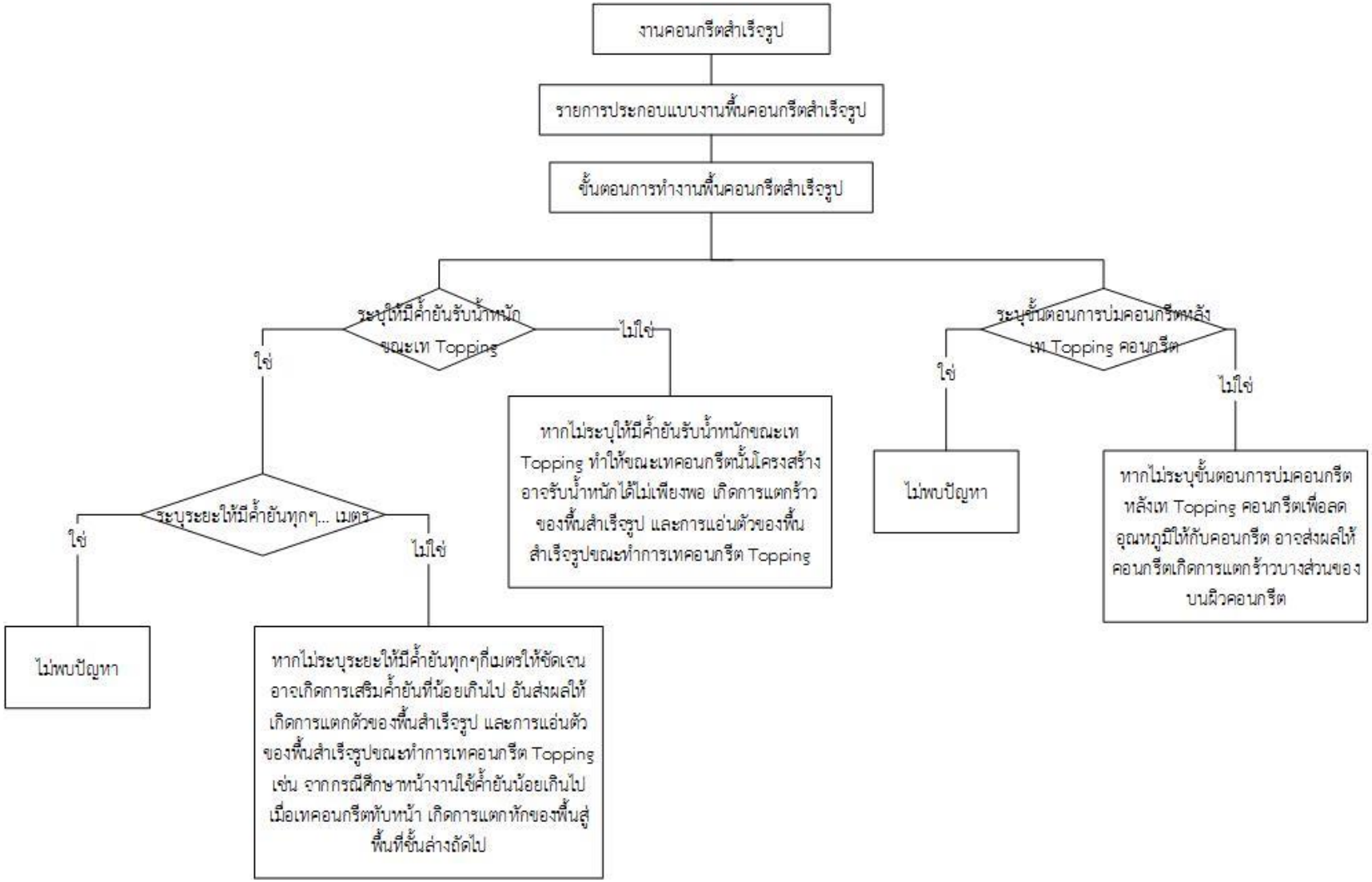
5.4 ขั้นตอนการทำงานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ได้แก่ มีค้ำยันรับน้ำหนักขณะเท Topping, ระยะที่ต้องมีค้ำยัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


งานคอนกรีตสำเร็จรูป
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานคอนกรีตสำเร็จรูป
การรับน้ำหนักบรรทุก
ระบุการรับน้ำหนัก LL+SDL ของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป
ใช่
ไม่ใช่
ระบุการรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย (Safe load)
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุน้ำหนักปลอดภัยที่บรรทุกได้ ทำให้ไม่สามารถทราบการรับน้ำหนักจริงของแผ่นพื้นเมื่อใช้งานเกินความสามารถที่รับน้ำหนักได้ อาจเกิดการพังทลายของพื้นชั้นนั้น
ระบุเพียงการรับน้ำหนัก LL
ใช่
ไม่ใช่
ระบุการรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย (Safe load)
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุน้ำหนักปลอดภัยที่บรรทุกได้ ทำให้ไม่สามารถทราบการรับน้ำหนักจริงของแผ่นพื้นเมื่อใช้งานเกินความสามารถที่รับน้ำหนักได้ อาจเกิดการพังทลายของพื้นชั้นนั้น
หากไม่ระบุการรับน้ำหนัก LL หรือระบุไม่เพียงพอจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของแผ่นพื้นไม่เพียงพอและไม่เป็นไปตามความต้องการการใช้งานของห้องนั้น


งานคอนกรีตสำเร็จรูป
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานคอนกรีตสำเร็จรูป
การกำหนดรายละเอียดคำนึงการติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป
แบบพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเว้นส่วนพื้นที่เสา
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากแบบพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปไม่เว้นส่วนพื้นที่เสา เมื่อถึงการทำงานหน้างานจะต้องเฉือนมุมพื้น จึงส่งผลให้การรับน้ำหนักของพื้นลดลง ไม่เป็นตามที่คำนวณไว้
ระบุการวางแผ่นพื้นบน Span ด้านยาว
ใช่
ไม่ใช่
ระบุการวางแผ่นพื้นบน Span ด้านยาว เมื่อแผ่นพื้นรับน้ำหนักมาก พื้นสำเร็จรูปมีโอกาสแอ่นตัวและหักพังขึ้นได้
ไม่พบปัญหา


งานคอนกรีตสำเร็จรูป
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานคอนกรีตสำเร็จรูป
การกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมคำนึงบริเวณที่ใช้
ใช้งานคอนกรีตสำเร็จรูปในพื้นที่
ที่จอดรถ
ดาดฟ้า/ห้องน้ำ
อื่นๆ
ไม่พบปัญหา
ระยะจากจุดต่ำสุดของวัตถุด้านบน (เช่น ระดับพดาน,ท้องคาน,งานระบบ เป็นต้น) ถึงพื้นของทุกชั้น น้อยกว่า 2.1 ม.
ใช่
ไม่ใช่
หากระยะต่ำกว่า 2.1 ม. จะส่งผลให้ผิดต่อข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องอาคารจอดรถยนต์ พ.ศ. 2521
ไม่พบปัญหา
คำนึงถึงการเสียดสีของล้อรถยนต์ที่กระทำต่อพื้น
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากบริเวณที่จอดรถมีการสัมผัสระหว่างล้อกับพื้นจึงเกิดการเสียดสีของพื้น หากไม่คำนึงถึงการเสียดสีของล้อรถยนต์ที่กระทำต่อพื้นอายุการใช้งานของพื้นจะสั้นลง
คำนึงถึงปัญหาการรั่วซึม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากบริเวณดาดฟ้า/ห้องน้ำเป็นบริเวณที่พบความชื้นและน้ำขังอยู่เป็นประจำ เมื่อไม่คำนึงถึงปัญหาการรั่วซึมจะส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของน้ำสู่ชั้นถัดลงไปของอาคาร


งานคอนกรีตสำเร็จรูป
รายการประกอบแบบงานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป
ขั้นตอนการทำงานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป
ระบุให้มีค้ำยันรับน้ำหนักขณะเท Topping
ใช่
ไม่ใช่
ระบุระยะให้มีค้ำยันทุกๆ... เมตร
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุระยะให้มีค้ำยันทุกๆกี่เมตรให้ชัดเจน อาจเกิดการเสริมค้ำยันที่น้อยเกินไป อันส่งผลให้เกิดการแตกตัวของพื้นสำเร็จรูป และการแอ่นตัวของพื้นสำเร็จรูปขณะทำการเทคอนกรีต Topping เช่น จากกรณีศึกษาหน้างานใช้ค้ำยันน้อยเกินไป เมื่อเทคอนกรีตทับหน้า เกิดการแตกหักของพื้นสู่พื้นที่ชั้นล่างถัดไป
หากไม่ระบุให้มีค้ำยันรับน้ำหนักขณะเท Topping ทำให้ขณะเทคอนกรีตนั้นโครงสร้างอาจรับน้ำหนักได้ไม่เพียงพอ เกิดการแตกร้าวของพื้นสำเร็จรูป และการแอ่นตัวของพื้นสำเร็จรูปขณะทำการเทคอนกรีต Topping
ระบุขั้นตอนการบ่มคอนกรีตหลังเท Topping คอนกรีต
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขั้นตอนการบ่มคอนกรีตหลังเท Topping คอนกรีตเพื่อลดอุณหภูมิให้กับคอนกรีต อาจส่งผลให้คอนกรีตเกิดการแตกร้าวบางส่วนของบนผิวคอนกรีต

6.งานเหล็กรูปพรรณ

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

6.1 การกำหนดรายละเอียดเหล็กรูปพรรณ ได้แก่ ชนิดของเหล็กรูปพรรณ, ขนาดของเหล็กรูปพรรณ

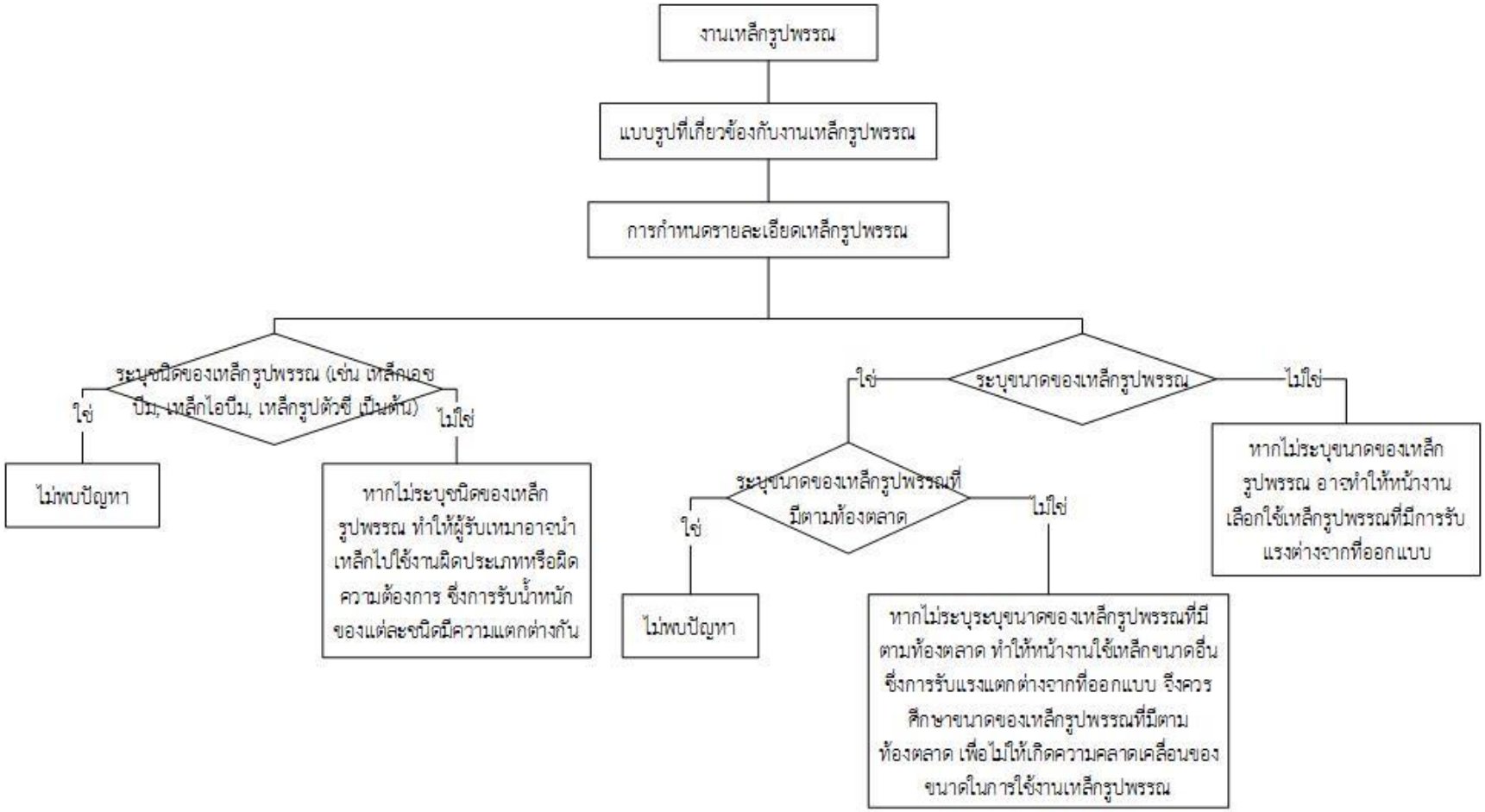
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

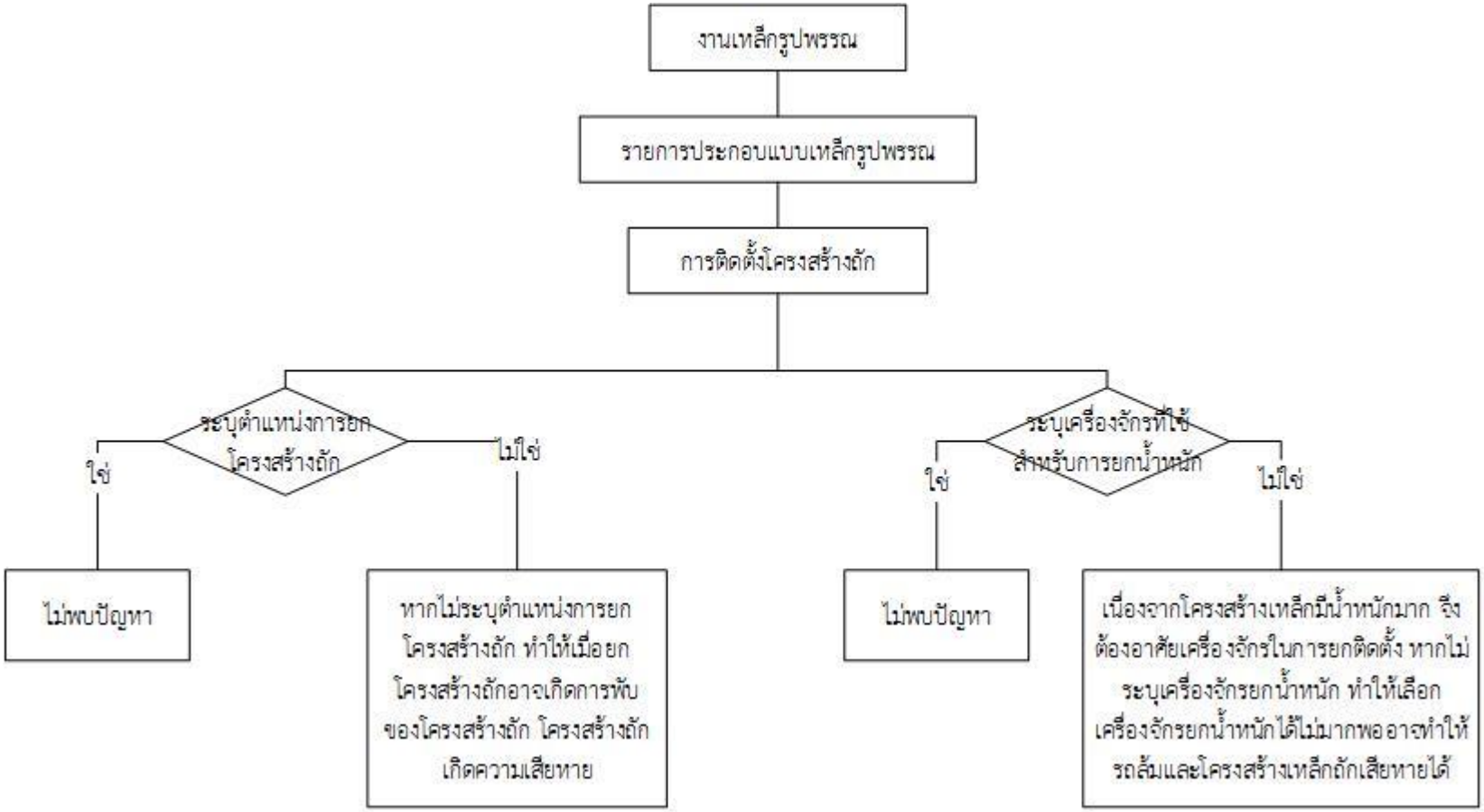
6.2 การติดตั้งโครงสร้างถัก ได้แก่ ตำแหน่งการยกโครงสร้างถัก, เครื่องจักรที่ใช้สำหรับการยกน้ำหนัก

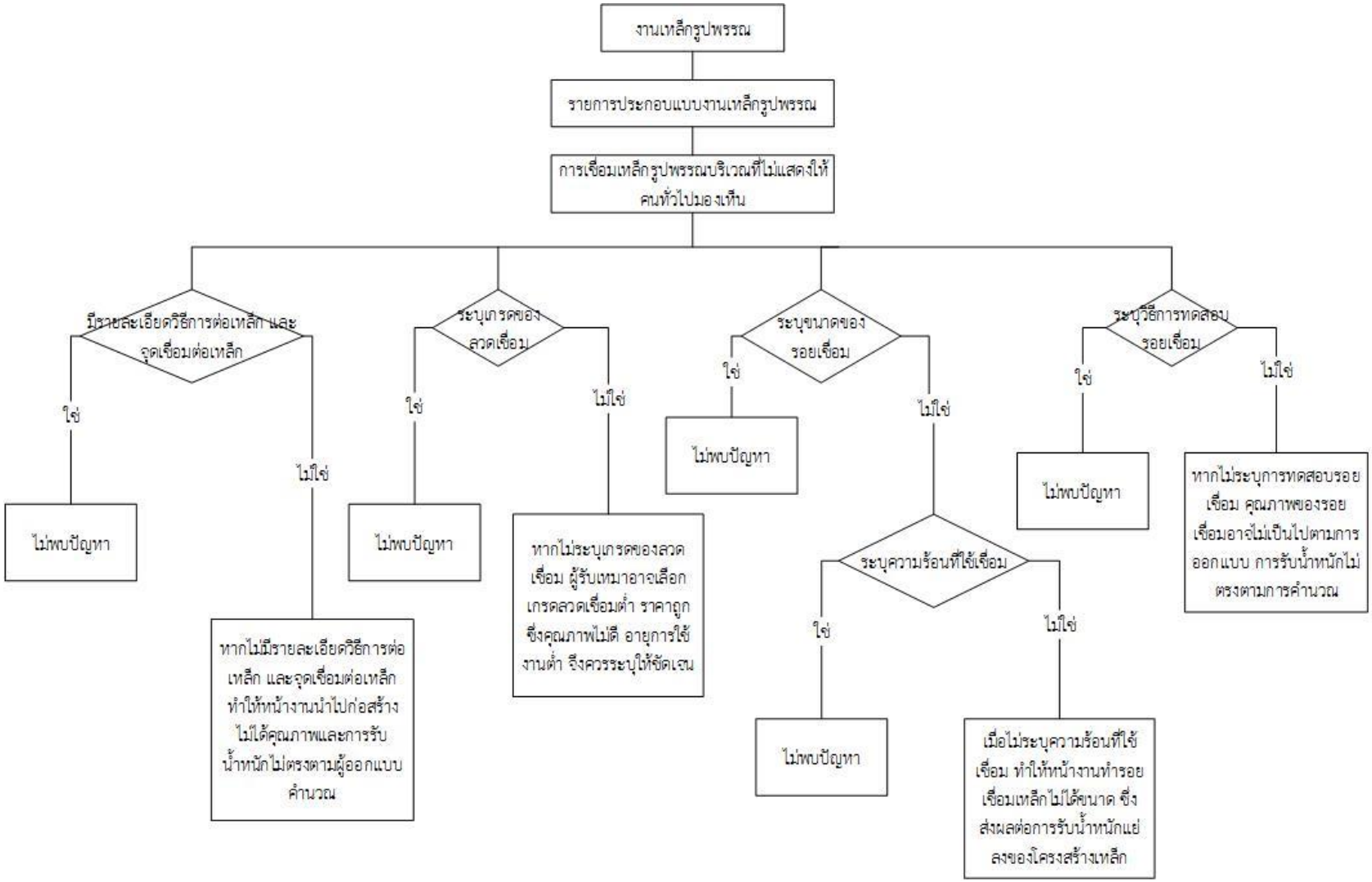
6.3 การเชื่อมเหล็กรูปพรรณบริเวณที่ไม่แสดงให้คนทั่วไปมองเห็น ได้แก่ รายละเอียดวิธีการต่อเหล็กและจุดเชื่อมต่อเหล็ก, เกรดของลวดเชื่อม, ขนาดของรอยเชื่อม หรือความร้อนที่ใช้เชื่อม, วิธีการทดสอบรอยเชื่อม

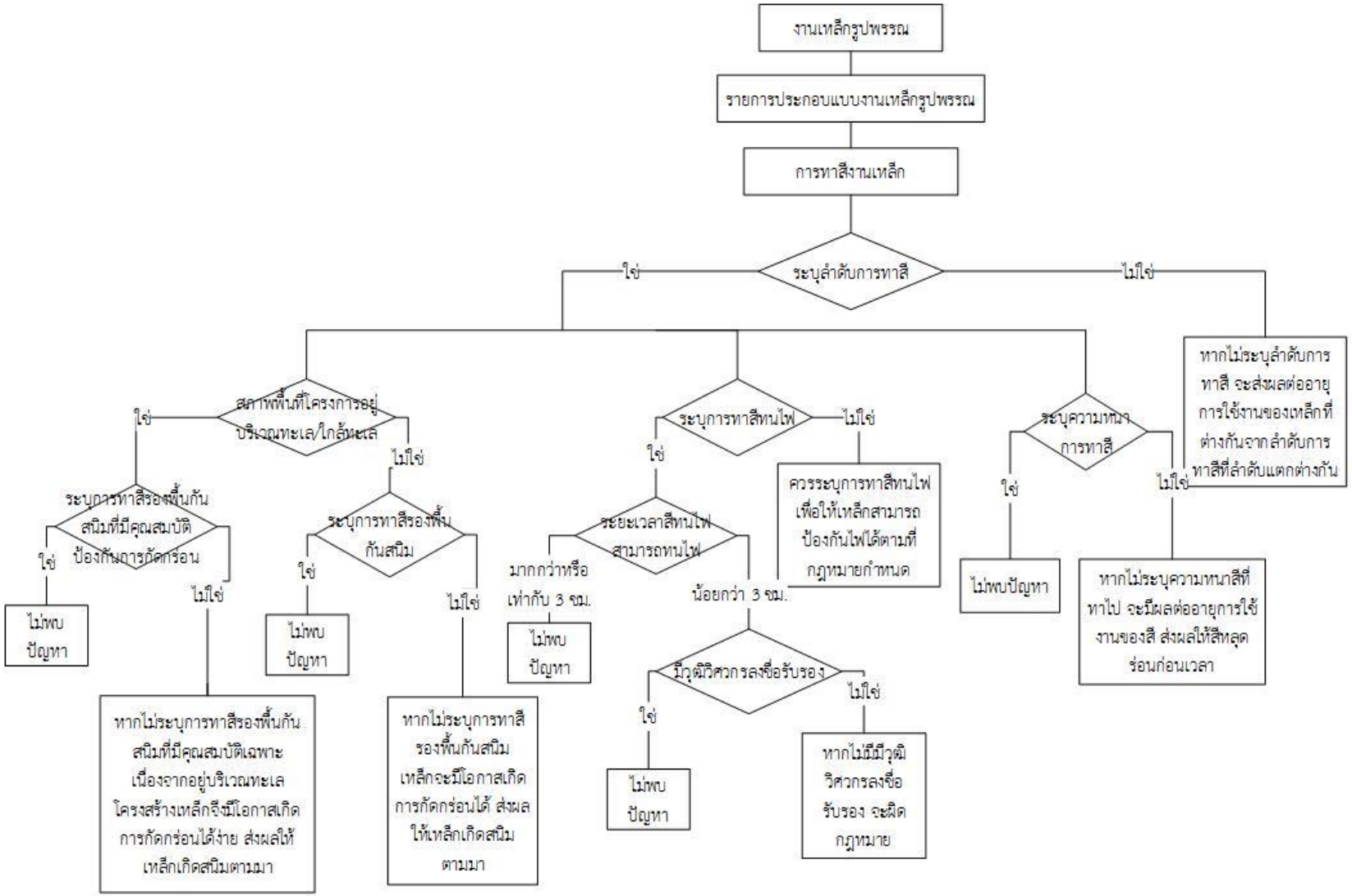
6.4 การทาสีงานเหล็ก ได้แก่ ลำดับการทาสี, สภาพพื้นที่โครงการอยู่บริเวณทะเล/ใกล้ทะเลต้องทาสีรองพื้นกันสนิมที่มีคุณสมบัติป้องกันการกัดกร่อน, ทาสีรองพื้นกันสนิม, ทาสีทนไฟและระยะเวลาสีทนไฟสามารถทนไฟ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานเหล็กรูปพรรณ
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานเหล็กรูปพรรณ
การกำหนดรายละเอียดเหล็กรูปพรรณ
ระบุชนิดของเหล็กรูปพรรณ (เช่น เหล็กเอช ปีม, เหล็กไอบีม, เหล็กรูปตัวซี เป็นต้น)
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุชนิดของเหล็กรูปพรรณ ทำให้ผู้รับเหมาอาจนำเหล็กไปใช้งานผิดประเภทหรือผิดความต้องการ ซึ่งการรับน้ำหนักของแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน
ระบุขนาดของเหล็กรูปพรรณ
ใช่
ไม่ใช่
ระบุขนาดของเหล็กรูปพรรณที่มีตามท้องตลาด
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุระบุขนาดของเหล็กรูปพรรณที่มีตามท้องตลาด ทำให้หน้างานใช้เหล็กขนาดอื่น ซึ่งการรับแรงแตกต่างจากที่ออกแบบ จึงควรศึกษาขนาดของเหล็กรูปพรรณที่มีตามท้องตลาด เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของขนาดในการใช้งานเหล็กรูปพรรณ
หากไม่ระบุขนาดของเหล็กรูปพรรณ อาจทำให้หน้างานเลือกใช้เหล็กรูปพรรณที่มีการรับแรงต่างจากที่ออกแบบ


งานเหล็กรูปพรรณ
รายการประกอบแบบเหล็กรูปพรรณ
การติดตั้งโครงสร้างถัก
ระบุตำแหน่งการยกโครงสร้างถัก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุตำแหน่งการยกโครงสร้างถัก ทำให้เมื่อยกโครงสร้างถักอาจเกิดการพับของโครงสร้างถัก โครงสร้างถักเกิดความเสียหาย
ระบุเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการยกน้ำหนัก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากโครงสร้างเหล็กมีน้ำหนักมาก จึงต้องอาศัยเครื่องจักรในการยกติดตั้ง หากไม่ระบุเครื่องจักรยกน้ำหนัก ทำให้เลือกเครื่องจักรยกน้ำหนักได้ไม่มากพออาจทำให้รถล้มและโครงสร้างเหล็กถักเสียหายได้


งานเหล็กรูปพรรณ
รายการประกอบแบบงานเหล็กรูปพรรณ
การเชื่อมเหล็กรูปพรรณบริเวณที่ไม่แสดงให้คนทั่วไปมองเห็น
มีรายละเอียดวิธีการต่อเหล็ก และจุดเชื่อมต่อเหล็ก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่มีรายละเอียดวิธีการต่อเหล็ก และจุดเชื่อมต่อเหล็ก ทำให้หน้างานนำไปก่อสร้างไม่ได้คุณภาพและการรับน้ำหนักไม่ตรงตามผู้ออกแบบคำนวณ
ระบุเกรดของลวดเชื่อม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุเกรดของลวดเชื่อม ผู้รับเหมาอาจเลือกเกรดลวดเชื่อมต่ำ ราคาถูก ซึ่งคุณภาพไม่ดี อายุการใช้งานต่ำ จึงควรระบุให้ชัดเจน
ระบุขนาดของรอยเชื่อม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ระบุความร้อนที่ใช้เชื่อม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เมื่อไม่ระบุความร้อนที่ใช้เชื่อม ทำให้หน้างานทำรอยเชื่อมเหล็กไม่ได้ขนาด ซึ่งส่งผลต่อการรับน้ำหนักแย่ลงของโครงสร้างเหล็ก
ระบุวิธีการทดสอบรอยเชื่อม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุการทดสอบรอยเชื่อม คุณภาพของรอยเชื่อมอาจไม่เป็นไปตามการออกแบบ การรับน้ำหนักไม่ตรงตามการคำนวณ


งานเหล็กรูปพรรณ
รายการประกอบแบบงานเหล็กรูปพรรณ
การทาสีงานเหล็ก
ระบุลำดับการทาสี
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุลำดับการทาสี จะส่งผลต่ออายุการใช้งานของเหล็กที่ต่างกันจากลำดับการทาสีที่ลำดับแตกต่างกัน
ระบุความหนาการทาสี
ใช่
ไม่พบปัญหา
ไม่ใช่
หากไม่ระบุความหนาสีที่ทาไป จะมีผลต่ออายุการใช้งานของสี ส่งผลให้สีหลุดร่อนก่อนเวลา
ระบุการทาสีทนไฟ
ใช่
ระยะเวลาสีทนไฟสามารถทนไฟ
มากกว่าหรือเท่ากับ 3 ชม.
ไม่พบปัญหา
น้อยกว่า 3 ชม.
มีวุฒิวิศวกรลงชื่อรับรอง
ใช่
ไม่พบปัญหา
ไม่ใช่
หากไม่มีมีวุฒิวิศวกรลงชื่อรับรอง จะผิดกฎหมาย
ไม่ใช่
ควรระบุการทาสีทนไฟเพื่อให้เหล็กสามารถป้องกันไฟได้ตามที่กฎหมายกำหนด
สภาพพื้นที่โครงการอยู่บริเวณทะเล/ใกล้ทะเล
ใช่
ระบุการทาสีรองพื้นกันสนิมที่มีคุณสมบัติป้องกันการกัดกร่อน
ใช่
ไม่พบปัญหา
ไม่ใช่
หากไม่ระบุการทาสีรองพื้นกันสนิมที่มีคุณสมบัติเฉพาะ เนื่องจากอยู่บริเวณทะเล โครงสร้างเหล็กจึงมีโอกาสเกิดการกัดกร่อนได้ง่าย ส่งผลให้เหล็กเกิดสนิมตามมา
ไม่ใช่
ระบุการทาสีรองพื้นกันสนิม
ใช่
ไม่พบปัญหา
ไม่ใช่
หากไม่ระบุการทาสีรองพื้นกันสนิม เหล็กจะมีโอกาสเกิดการกัดกร่อนได้ ส่งผลให้เหล็กเกิดสนิมตามมา

7.งานผนัง

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

7.1 รายละเอียดทั่วไปของวัสดุก่อ ได้แก่ สัญลักษณ์วัสดุก่อที่ใช้, ขนาดวัสดุก่อที่ใช้

7.2 รายละเอียดทั่วไปของงานผนัง ได้แก่ รายละเอียดของเสาเอ็น/ทับหลัง, ตำแหน่งของเสาเอ็น/ทับหลัง, ระยะห่างระหว่างเสาเอ็น/ทับหลัง, ขนาดของทับหลังบริเวณช่องเปิดขนาดใหญ่กว่าบริเวณอื่น, รายละเอียดเหล็กหนวดกุ้งของงานผนัง

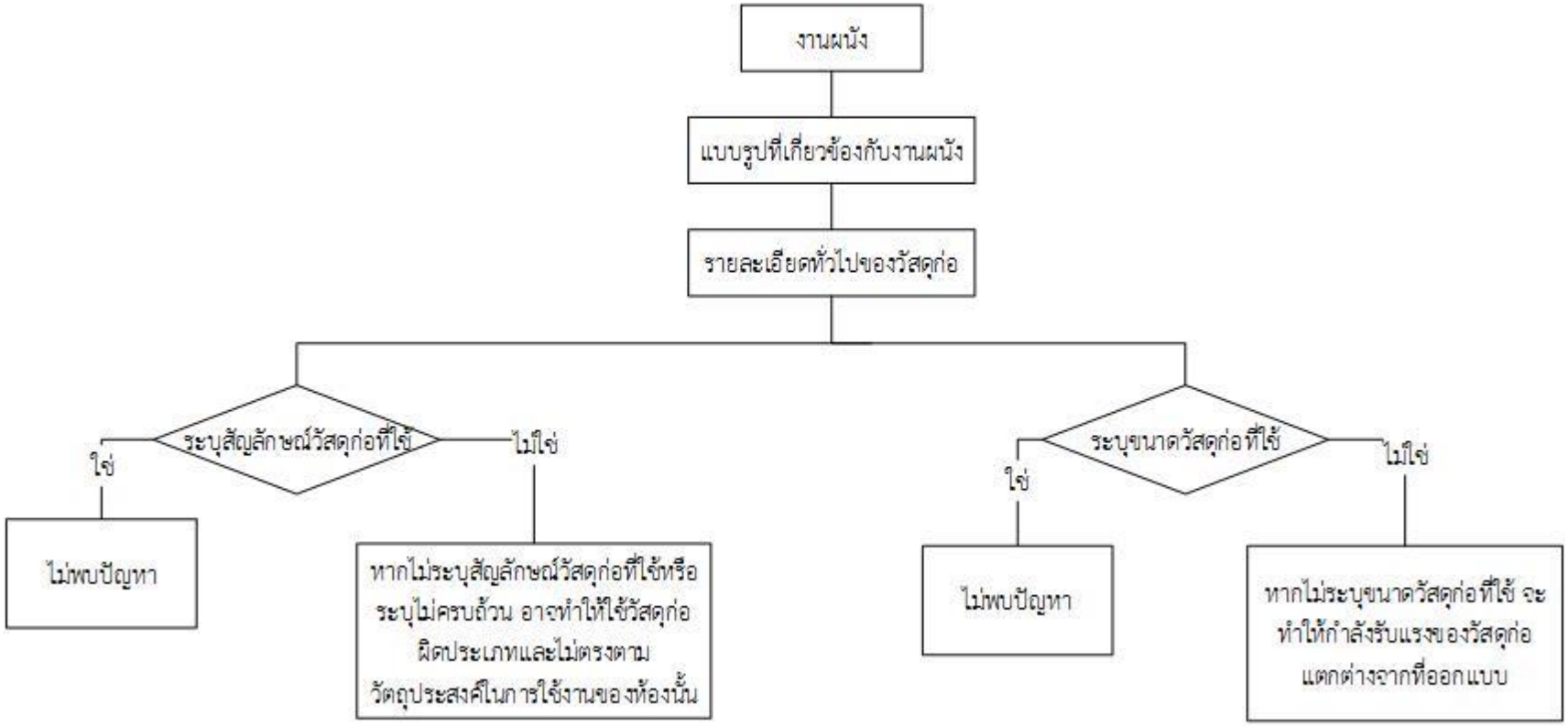
7.3 รายละเอียดบริเวณงานผนังกับงานระบบ ได้แก่ งานผนังมีงานระบบผ่านต้องระบุตาข่ายกรงไก่

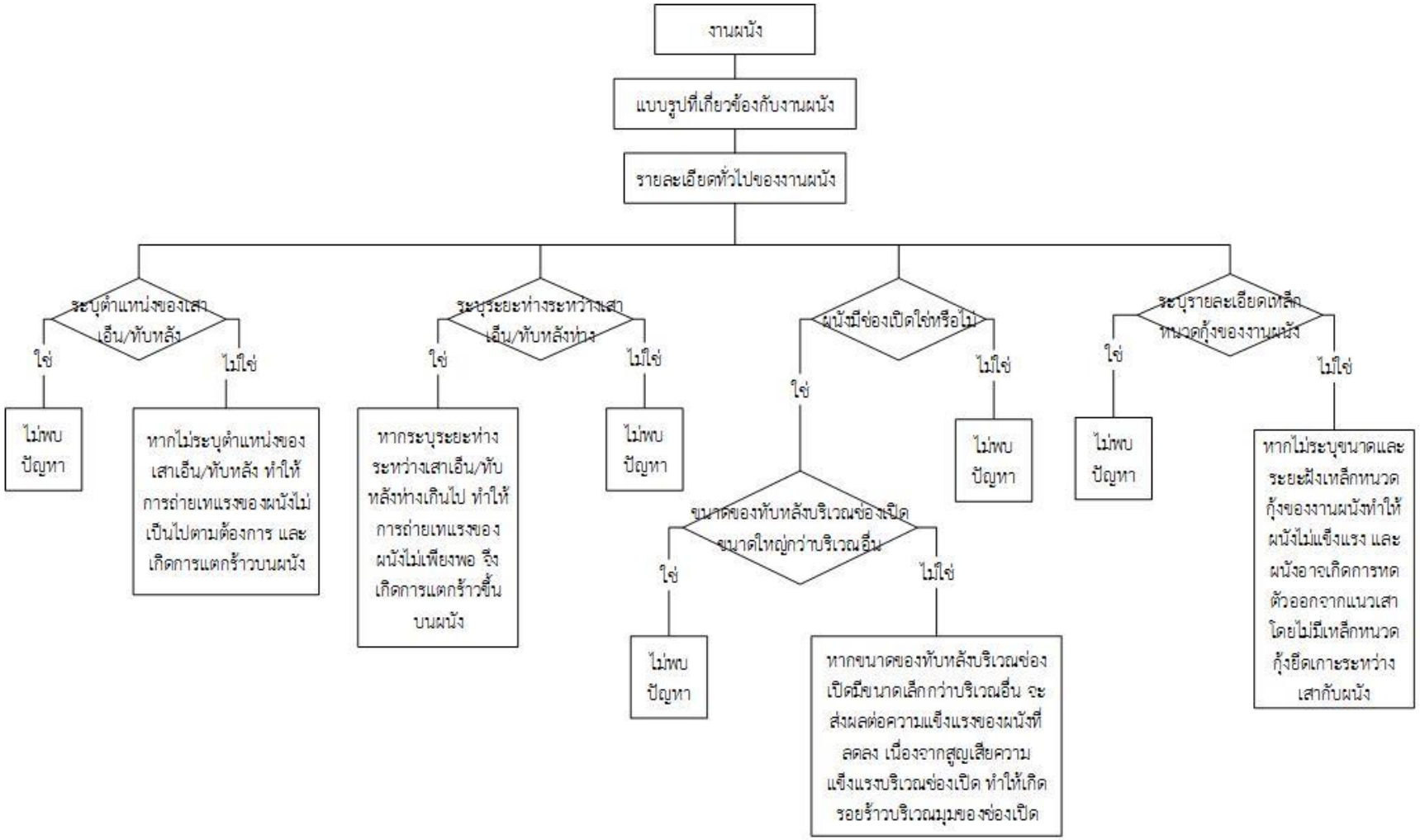
7.4 งานผนังกับพื้น Post tension ได้แก่ ผนังก่ออิฐชนกับท้องพื้น Post tension ต้องเว้นระยะผนังกับท้องพื้นเพื่อใส่แผ่นโฟม

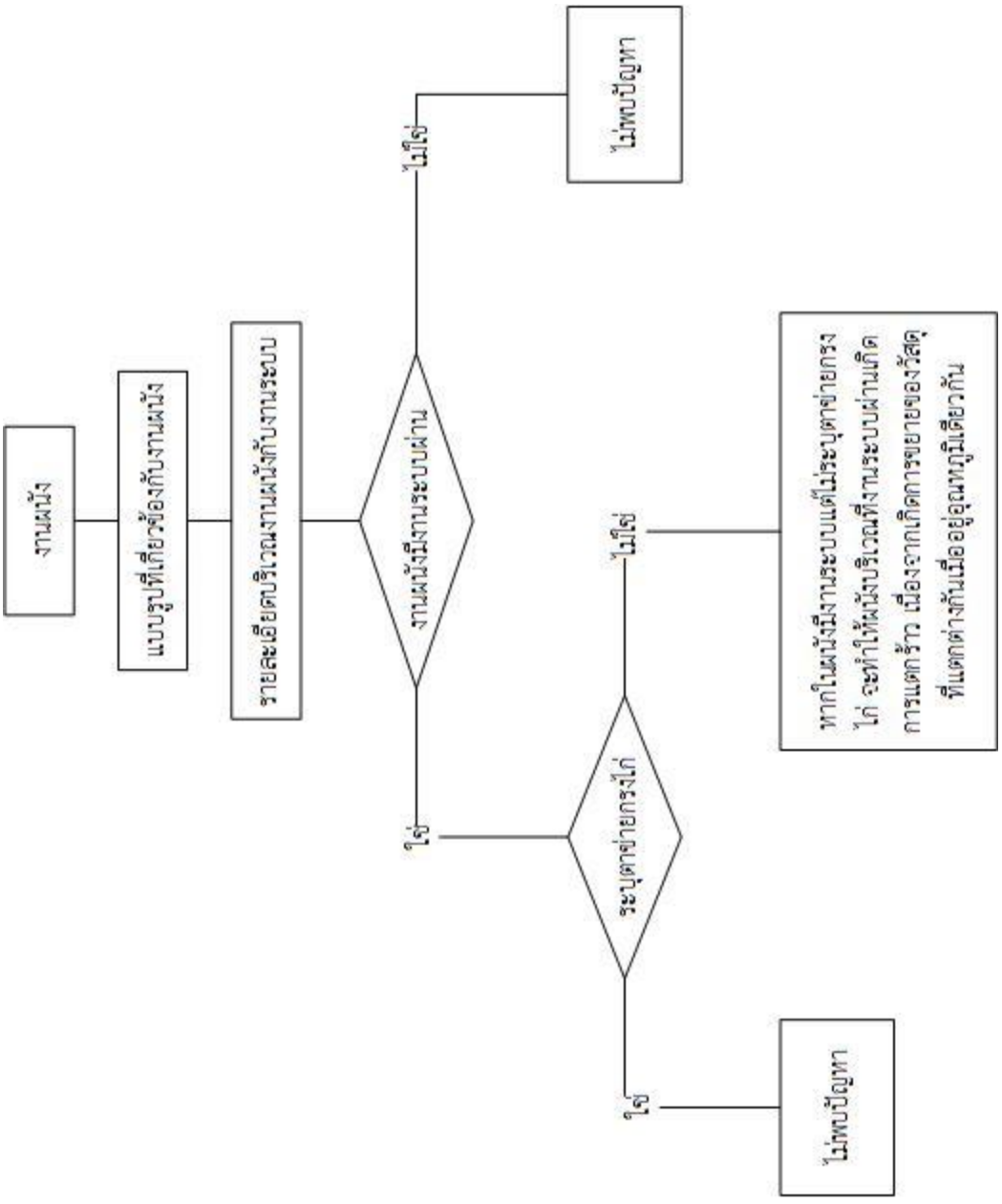
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

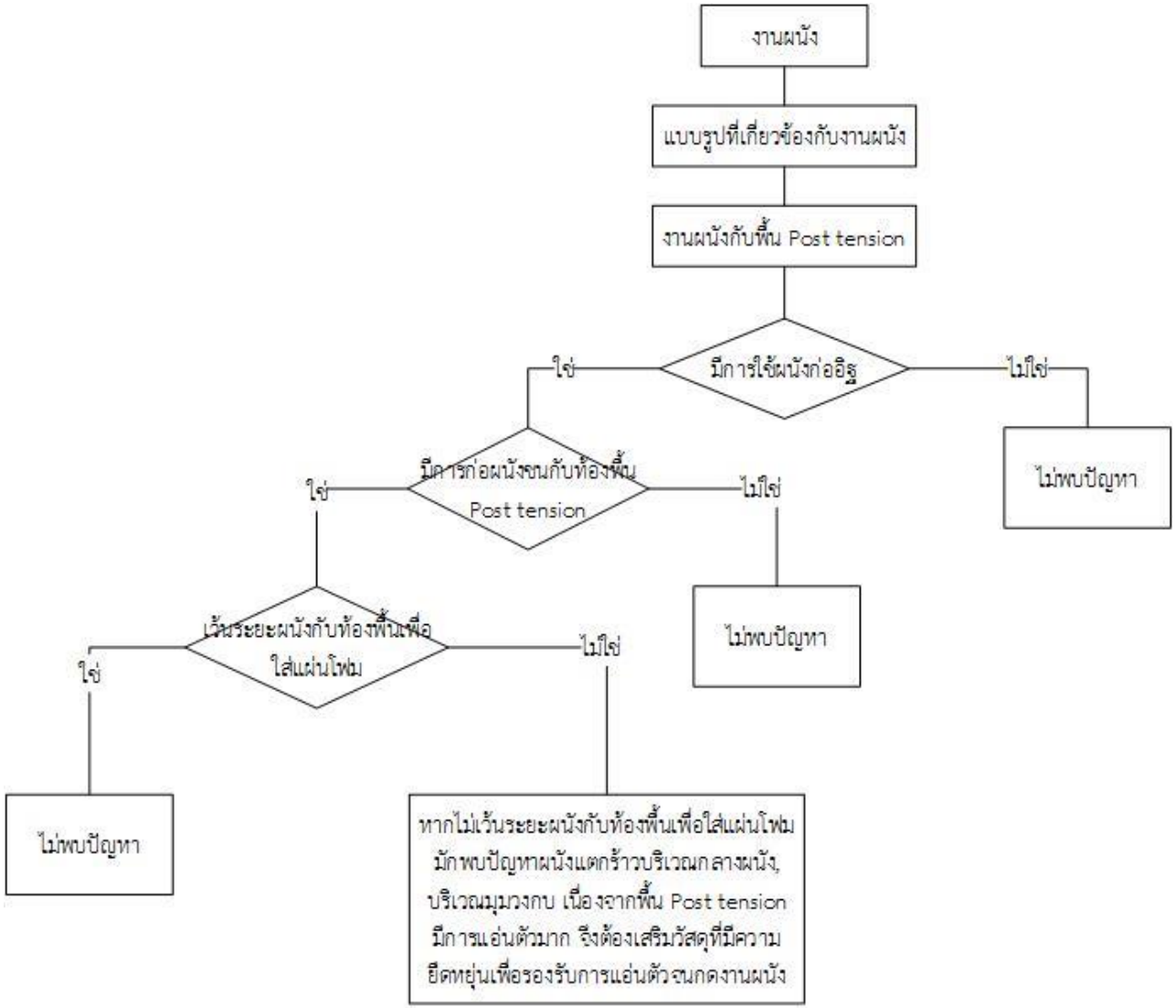
7.5 รายละเอียดการทำงานผนังก่อที่มีงานระบบ ได้แก่ เมื่องานระบบผ่านผนังก่อ หลังงานก่อผนังให้เว้นระยะเวลาก่อนทำงานฉาบผนัง และระบุการทดสอบการซึมน้ำในวัสดุก่อก่อนทำงานฉาบ

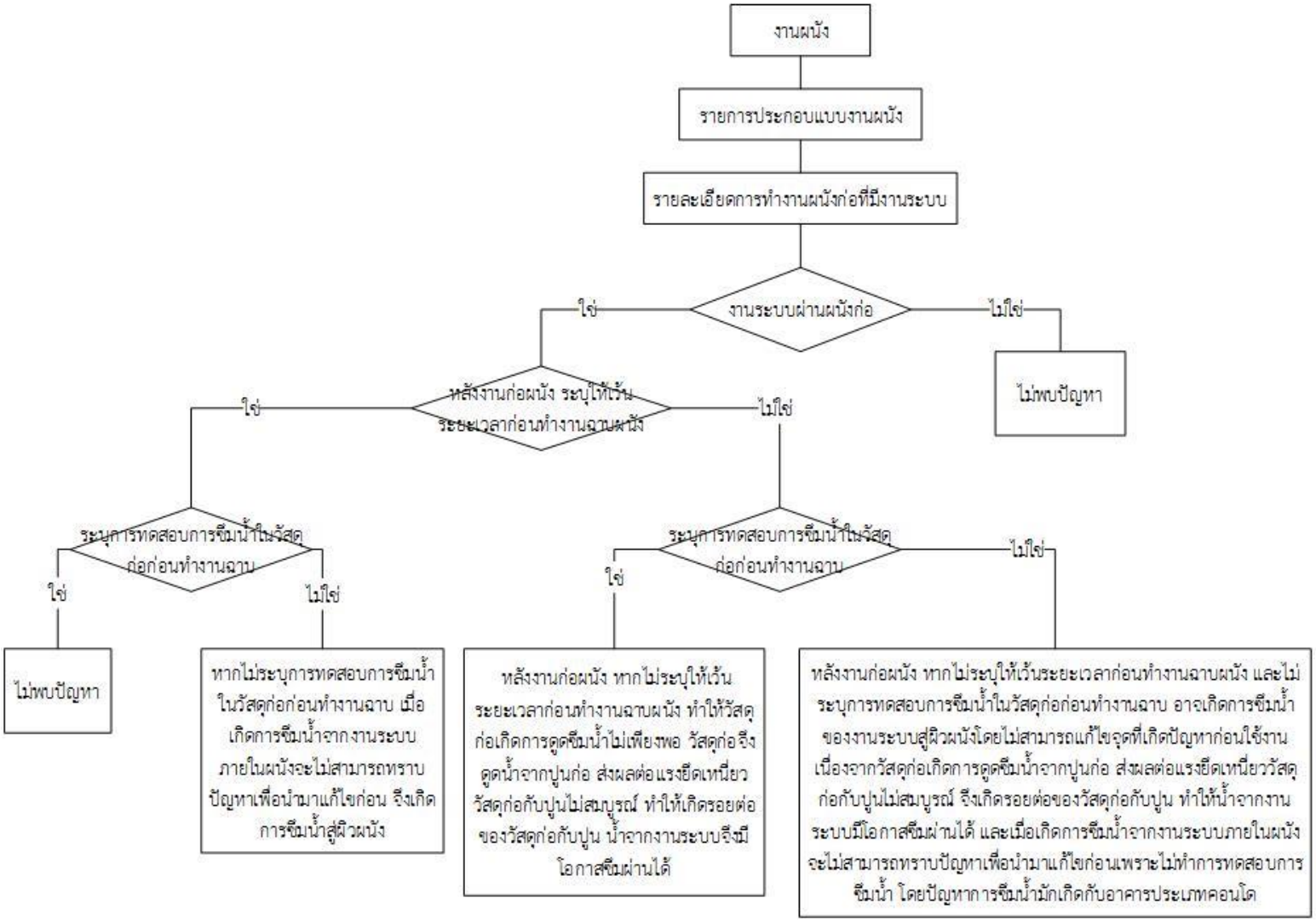
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานผนัง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานผนัง
รายละเอียดทั่วไปของวัสดุก่อ
ระบุสัญลักษณ์วัสดุก่อที่ใช้
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุสัญลักษณ์วัสดุก่อที่ใช้หรือ
ระบุไม่ครบถ้วน อาจทำให้ใช้วัสดุก่อ
ผิดประเภทและไม่ตรงตาม
วัตถุประสงค์ในการใช้งานของห้องนั้น
ระบุขนาดวัสดุก่อที่ใช้
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขนาดวัสดุก่อที่ใช้ จะ
ทำให้กำลังรับแรงของวัสดุก่อ
แตกต่างจากที่ออกแบบ


งานผนัง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานผนัง
รายละเอียดทั่วไปของงานผนัง
ระบุตำแหน่งของเสาเอ็น/ทับหลัง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุตำแหน่งของเสาเอ็น/ทับหลัง ทำให้การถ่ายเทแรงของผนังไม่เป็นไปตามต้องการ และเกิดการแตกร้าวบนผนัง
ระบุระยะห่างระหว่างเสาเอ็น/ทับหลังห่าง
ใช่
ไม่ใช่
หากระบุระยะห่างระหว่างเสาเอ็น/ทับหลังห่างเกินไป ทำให้การถ่ายเทแรงของผนังไม่เพียงพอ จึงเกิดการแตกร้าวขึ้นบนผนัง
ไม่พบปัญหา
ผนังมีช่องเปิดใช่หรือไม่
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ขนาดของทับหลังบริเวณช่องเปิดขนาดใหญ่กว่าบริเวณอื่น
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากขนาดของทับหลังบริเวณช่องเปิดมีขนาดเล็กกว่าบริเวณอื่น จะส่งผลต่อความแข็งแรงของผนังที่ลดลง เนื่องจากสูญเสียความแข็งแรงบริเวณช่องเปิด ทำให้เกิดรอยร้าวบริเวณมุมของช่องเปิด
ระบุรายละเอียดเหล็กหนวดกุ้งของงานผนัง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขนาดและระยะฝังเหล็กหนวดกุ้งของงานผนังทำให้ผนังไม่แข็งแรง และผนังอาจเกิดการหดตัวออกจากแนวเสาโดยไม่มีเหล็กหนวดกุ้งยึดเกาะระหว่างเสากับผนัง


งานผนัง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานผนัง
รายละเอียดปริมาณงานผนังกับงานระบบ
งานผนังมีงานระบบผ่าน
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ใช่
ระบุตำแหน่งไก่
ไม่ใช่
หากในผนังมีงานระบบแต่ไม่ระบุตำแหน่งไก่ จะทำให้ผนังปริมาณที่งานระบบผ่านเกิดการแตกร้าว เนื่องจากเกิดการขยายตัวที่แตกต่างกันเมื่ออยู่อุณหภูมิเดียวกัน
ใช่
ไม่พบปัญหา


งานผนัง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานผนัง
งานผนังกับพื้น Post tension
มีการใช้ผนังก่ออิฐ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
มีการก่อผนังชนกับท้องพื้น Post tension
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เว้นระยะผนังกับท้องพื้นเพื่อใส่แผ่นโฟม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่เว้นระยะผนังกับท้องพื้นเพื่อใส่แผ่นโฟม มักพบปัญหาผนังแตกร้าวบริเวณกลางผนัง, บริเวณมุมวงกบ เนื่องจากพื้น Post tension มีการแอ่นตัวมาก จึงต้องเสริมวัสดุที่มีความยืดหยุ่นเพื่อรองรับการแอ่นตัวจนกดงานผนัง


งานผนัง
รายการประกอบแบบงานผนัง
รายละเอียดการทำงานผนังก่อที่มีงานระบบ
งานระบบผ่านผนังก่อ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หลังงานก่อผนัง ระบุให้เว้นระยะเวลาก่อนทำงานฉาบผนัง
ใช่
ไม่ใช่
ระบุการทดสอบการซึมน้ำในวัสดุก่อก่อนทำงานฉาบ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุการทดสอบการซึมน้ำในวัสดุก่อก่อนทำงานฉาบ เมื่อเกิดการซึมน้ำจากงานระบบภายในผนังจะไม่สามารถทราบปัญหาเพื่อนำมาแก้ไขก่อน จึงเกิดการซึมน้ำสู่ผิวผนัง
ระบุการทดสอบการซึมน้ำในวัสดุก่อก่อนทำงานฉาบ
ใช่
ไม่ใช่
หลังงานก่อผนัง หากไม่ระบุให้เว้นระยะเวลาก่อนทำงานฉาบผนัง ทำให้วัสดุก่อเกิดการดูดซึมน้ำไม่เพียงพอ วัสดุก่อจึงดูดน้ำจากปูนก่อ ส่งผลต่อแรงยึดเหนี่ยววัสดุก่อกับปูนไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดรอยต่อของวัสดุก่อกับปูน น้ำจากงานระบบจึงมีโอกาสซึมผ่านได้
หลังงานก่อผนัง หากไม่ระบุให้เว้นระยะเวลาก่อนทำงานฉาบผนัง และไม่ระบุการทดสอบการซึมน้ำในวัสดุก่อก่อนทำงานฉาบ อาจเกิดการซึมน้ำของงานระบบสู่ผิวผนังโดยไม่สามารถแก้ไขจุดที่เกิดปัญหาก่อนใช้งาน เนื่องจากวัสดุก่อเกิดการดูดซึมน้ำจากปูนก่อ ส่งผลต่อแรงยึดเหนี่ยววัสดุก่อกับปูนไม่สมบูรณ์ จึงเกิดรอยต่อของวัสดุก่อกับปูน ทำให้น้ำจากงานระบบมีโอกาสซึมผ่านได้ และเมื่อเกิดการซึมน้ำจากงานระบบภายในผนังจะไม่สามารถทราบปัญหาเพื่อนำมาแก้ไขก่อนเพราะไม่ทำการทดสอบการซึมน้ำ โดยปัญหาการซึมน้ำมักเกิดกับอาคารประเภทคอนโด

8.งานผิวพื้น/ผิวผนัง

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

8.1 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณห้องน้ำ) ได้แก่ ไม่ควรใช้วัสดุไม้, วัสดุปูนไม่ปูกระเบื้อง, วัสดุพื้นผิวเรียบ, ผนังอิฐมวลเบา

8.2 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณดาดฟ้าหรืองานภายนอก) ได้แก่ ไม่ควรใช้วัสดุพื้นกระเบื้องดินเผา, ผนังปูนฉาบ

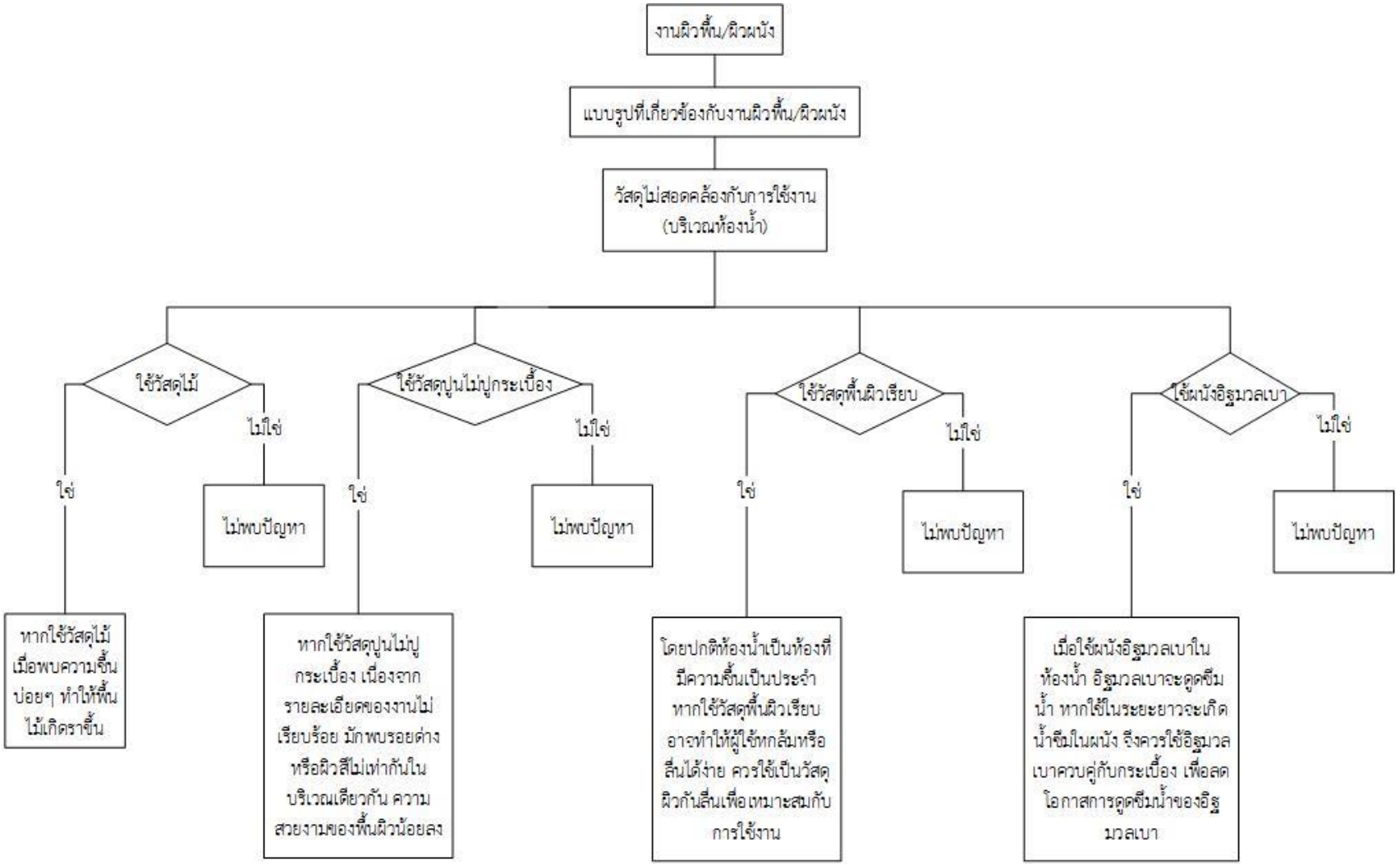
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

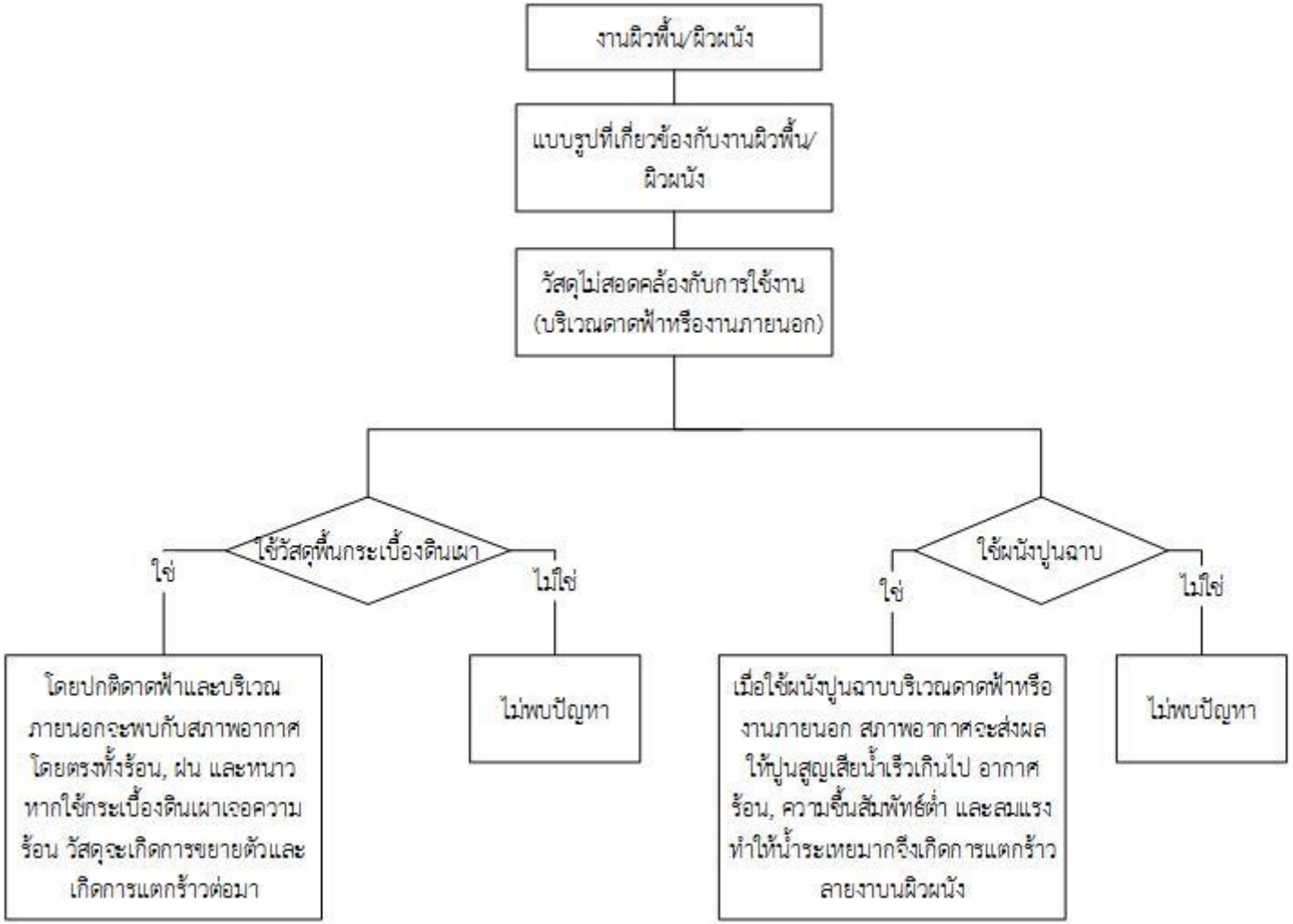
8.3 รายละเอียดงานผิวผนังปูนฉาบ ได้แก่ ขั้นตอนการฉาบ, ระยะเวลาบ่มผิวปูนซีเมนต์, การเตรียมพื้นผิวปูนฉาบ (ทำความสะอาด), การตรวจสอบความชื้นก่อนทาสี, วัสดุผิวตบแต่งที่ใช้

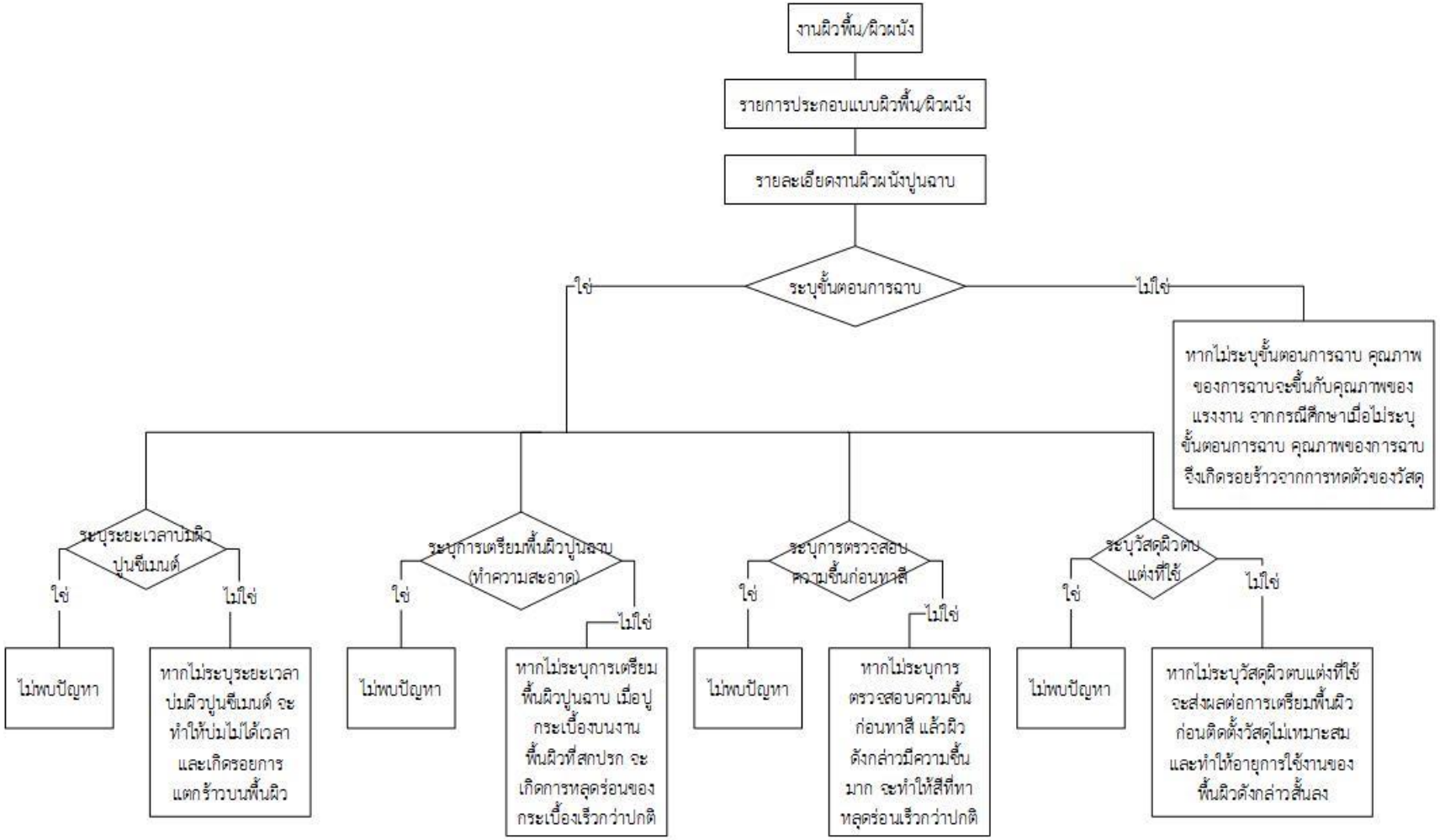
8.4 รายละเอียดการเตรียมพื้นผิว ได้แก่ การทำความสะอาดพื้นผิวหลังเท Topping, วัสดุผิวตบแต่ง, วิธีการเตรียมพื้นที่ของวัสดุตบแต่งนั้นๆ

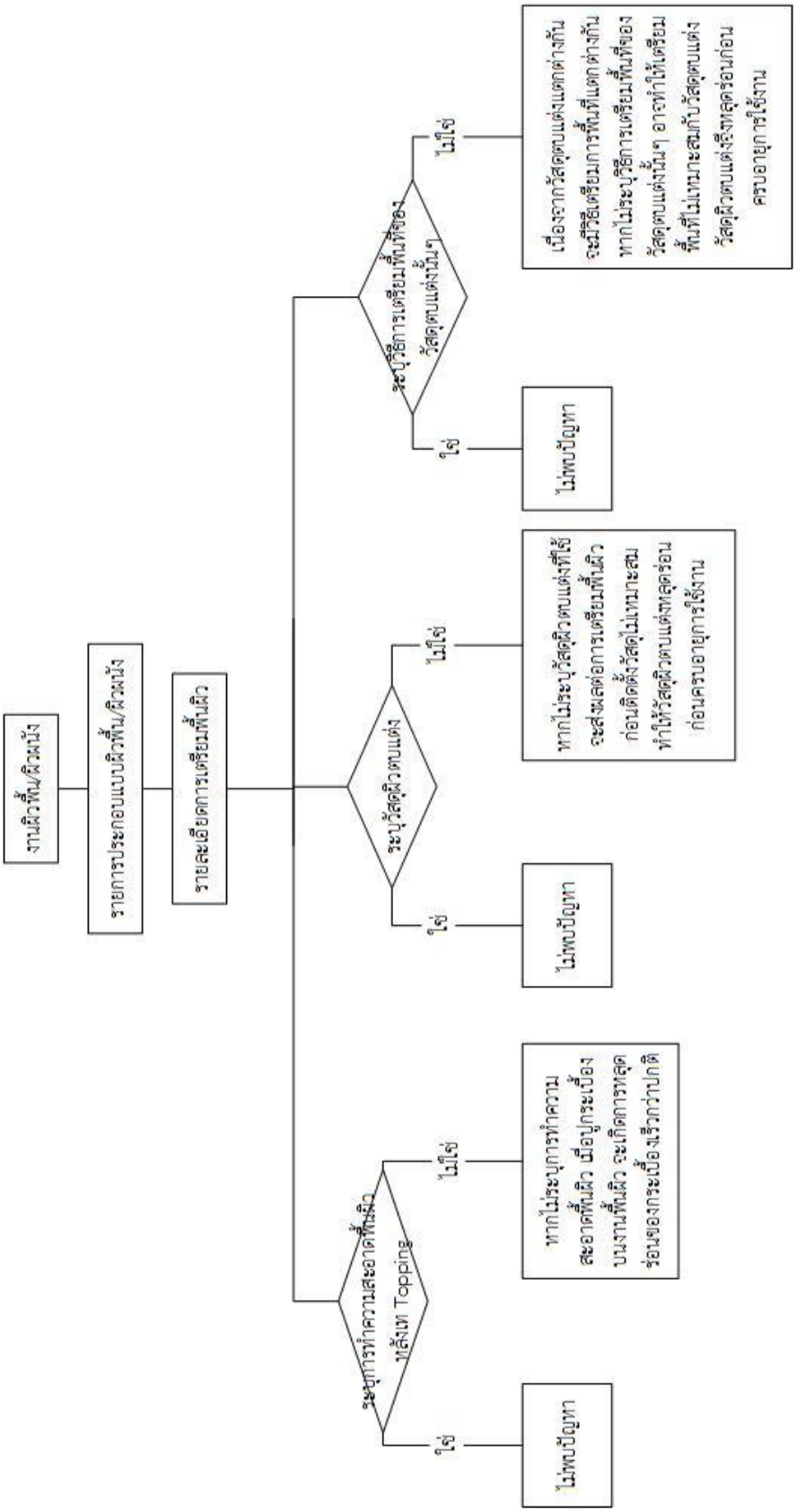
8.5 รายละเอียดงานปูกระเบื้อง ได้แก่ ใช้เครื่องจักรในการผสมวัสดุปู, ไม่ระบุการปูกระเบื้องชิด, ระบุขนาดยาแนว

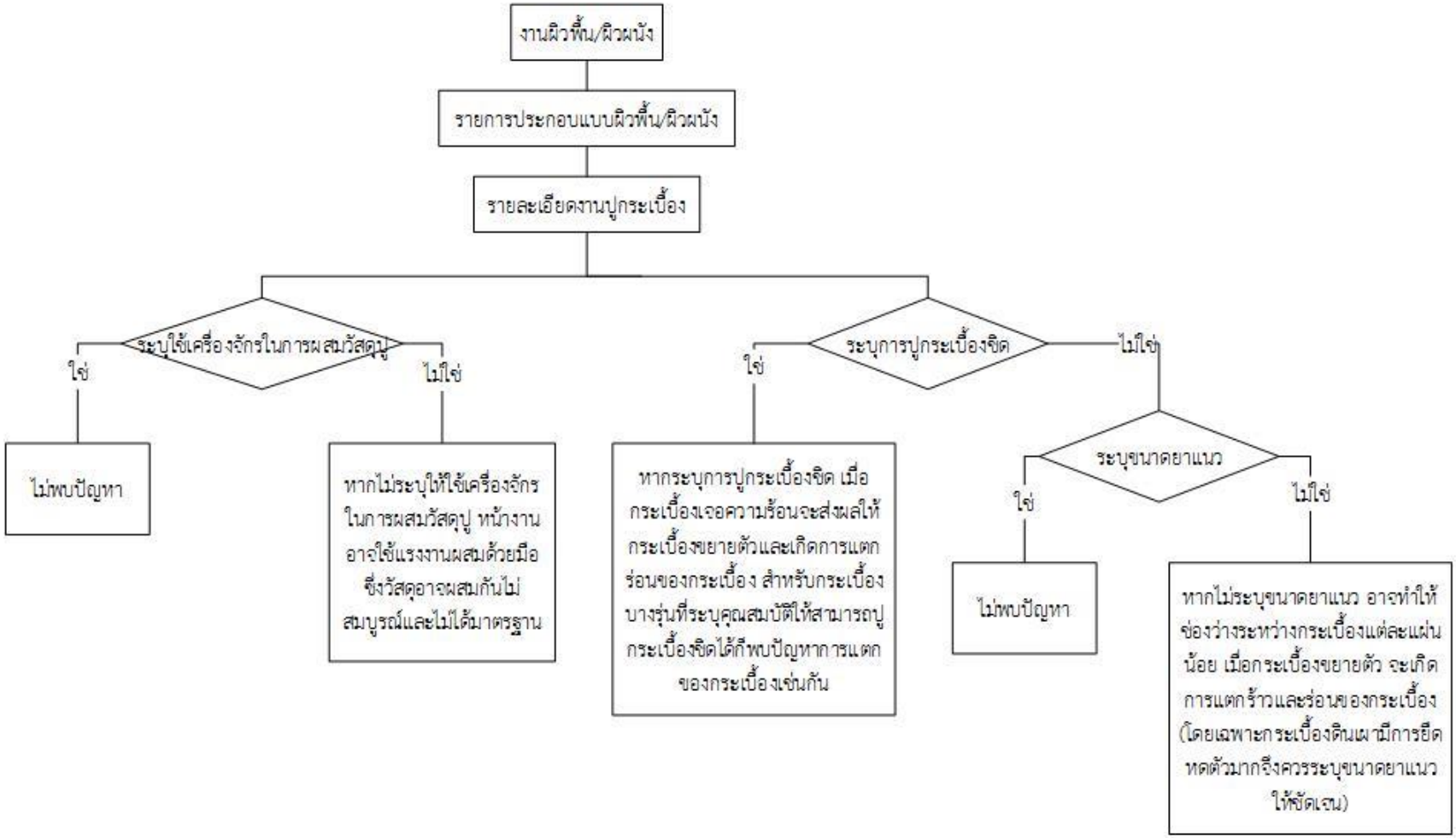
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานผิวพื้น/ผิวผนัง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานผิวพื้น/ผิวผนัง
วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณห้องน้ำ)
ใช้วัสดุไม้
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้วัสดุไม้เมื่อพบความชื้นบ่อยๆ ทำให้พื้นไม้เกิดราขึ้น
ไม่พบปัญหา
ใช้วัสดุปูนไม่ปูกระเบื้อง
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้วัสดุปูนไม่ปูกระเบื้อง เนื่องจากรายละเอียดของงานไม่เรียบร้อย มักพบรอยด่างหรือผิวสีไม่เท่ากันในบริเวณเดียวกัน ความสวยงามของพื้นผิวน้อยลง
ไม่พบปัญหา
ใช้วัสดุพื้นผิวเรียบ
ใช่
ไม่ใช่
โดยปกติห้องน้ำเป็นห้องที่มีความชื้นเป็นประจำ หากใช้วัสดุพื้นผิวเรียบอาจทำให้ผู้ใช้หกล้มหรือลื่นได้ง่าย ควรใช้เป็นวัสดุผิวกันลื่นเพื่อเหมาะสมกับการใช้งาน
ไม่พบปัญหา
ใช้ผนังอิฐมวลเบา
ใช่
ไม่ใช่
เมื่อใช้ผนังอิฐมวลเบาในห้องน้ำ อิฐมวลเบาจะดูดซึมน้ำ หากใช้ในระยะยาวจะเกิดน้ำซึมในผนัง จึงควรใช้อิฐมวลเบาควบคู่กับกระเบื้อง เพื่อลดโอกาสการดูดซึมน้ำของอิฐมวลเบา
ไม่พบปัญหา


งานผิวพื้น/ผิวผนัง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานผิวพื้น/ผิวผนัง
วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณดาดฟ้าหรืองานภายนอก)
ใช้วัสดุพื้นกระเบื้องดินเผา
ใช่
ไม่ใช่
โดยปกติดาดฟ้าและบริเวณภายนอกจะพบกับสภาพอากาศโดยตรงทั้งร้อน, ฝน และหนาว หากใช้กระเบื้องดินเผาเจอความร้อน วัสดุจะเกิดการขยายตัวและเกิดการแตกร้าวต่อมา
ไม่พบปัญหา
ใช้ผนังปูนฉาบ
ใช่
ไม่ใช่
เมื่อใช้ผนังปูนฉาบบริเวณดาดฟ้าหรืองานภายนอก สภาพอากาศจะส่งผลให้ปูนสูญเสียน้ำเร็วเกินไป อากาศร้อน, ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และลมแรง ทำให้น้ำระเหยมากจึงเกิดการแตกร้าวลายงาบนผิวผนัง
ไม่พบปัญหา


งานผิวพื้น/ผิวผนัง
รายการประกอบแบบผิวพื้น/ผิวผนัง
รายละเอียดงานผิวผนังปูนฉาบ
ระบุขั้นตอนการฉาบ
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุขั้นตอนการฉาบ คุณภาพของการฉาบจะขึ้นกับคุณภาพของแรงงาน จากกรณีศึกษาเมื่อไม่ระบุขั้นตอนการฉาบ คุณภาพของการฉาบจึงเกิดรอยร้าวจากการหดตัวของวัสดุ
ระบุระยะเวลาบ่มผิวปูนซีเมนต์
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุระยะเวลาบ่มผิวปูนซีเมนต์ จะทำให้บ่มไม่ได้เวลา และเกิดรอยการแตกร้าวบนพื้นผิว
ระบุการเตรียมพื้นผิวปูนฉาบ (ทำความสะอาด)
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุการเตรียมพื้นผิวปูนฉาบ เมื่อปูกระเบื้องบนงานพื้นผิวที่สกปรก จะเกิดการหลุดร่อนของกระเบื้องเร็วกว่าปกติ
ระบุการตรวจสอบความชื้นก่อนทาสี
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุการตรวจสอบความชื้นก่อนทาสี แล้วผิวดังกล่าวมีความชื้นมาก จะทำให้สีที่ทาหลุดร่อนเร็วกว่าปกติ
ระบุวัสดุผิวตบแต่งที่ใช้
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุวัสดุผิวตบแต่งที่ใช้ จะส่งผลต่อการเตรียมพื้นผิวก่อนติดตั้งวัสดุไม่เหมาะสม และทำให้อายุการใช้งานของพื้นผิวดังกล่าวสั้นลง


งานผิวพื้น/ผิวหน้า
รายการประกอบแบบผิวพื้น/ผิวหน้า
รายละเอียดการเตรียมพื้นผิว
ระบุวัสดุผิวตกแต่ง
ไม่ใช่
ทากไม่ระบุวัสดุผิวตกแต่งที่ใช้ จะส่งผลต่อการเตรียมพื้นผิว ก่อนติดตั้งวัสดุไม่ทาการผสม ทำให้วัสดุผิวตกแต่งตกตะกอน ก่อนครบอายุการใช้งาน
ใช่
ไม่พบปัญหา
ระบุวิธีการเตรียมพื้นที่ของวัสดุตกแต่งนั้นๆ
ไม่ใช่
เนื่องจากวัสดุตกแต่งแตกต่างกัน จะมีวิธีเตรียมการที่แตกต่างกัน ทากไม่ระบุวิธีการเตรียมพื้นที่ของวัสดุตกแต่งนั้นๆ อาจทำให้เตรียมพื้นที่ไม่เหมาะสมกับวัสดุตกแต่ง วัสดุผิวตกแต่งจึงหลุดร่อนก่อนครบอายุการใช้งาน
ใช่
ไม่พบปัญหา
ระบุการทำความสะอาดพื้นผิวหลังเท Topping
ไม่ใช่
ทากไม่ระบุการทำความสะอาดพื้นผิว เมื่อปูกระเบื้องบางงานพื้นผิว จะเกิดการหลุดร่อนของกาวและเบื้องแข็งกว่าปกติ
ใช่
ไม่พบปัญหา


งานผิวพื้น/ผิวผนัง
รายการประกอบแบบผิวพื้น/ผิวผนัง
รายละเอียดงานปูกระเบื้อง
ระบุใช้เครื่องจักรในการผสมวัสดุปู
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุให้ใช้เครื่องจักรในการผสมวัสดุปู หน้างานอาจใช้แรงงานผสมด้วยมือ ซึ่งวัสดุอาจผสมกันไม่สมบูรณ์และไม่ได้มาตรฐาน
ระบุการปูกระเบื้องชิด
ใช่
ไม่ใช่
หากระบุการปูกระเบื้องชิด เมื่อกระเบื้องเจอความร้อนจะส่งผลให้กระเบื้องขยายตัวและเกิดการแตกร่อนของกระเบื้อง สำหรับกระเบื้องบางรุ่นที่ระบุคุณสมบัติให้สามารถปูกระเบื้องชิดได้ก็พบปัญหาการแตกของกระเบื้องเช่นกัน
ระบุขนาดยาแนว
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขนาดยาแนว อาจทำให้ช่องว่างระหว่างกระเบื้องแต่ละแผ่นน้อย เมื่อกระเบื้องขยายตัว จะเกิดการแตกร้าวและร่อนของกระเบื้อง (โดยเฉพาะกระเบื้องดินเผามีการยืดหดตัวมากจึงควรระบุขนาดยาแนวให้ชัดเจน)

9.งานฝ้าเพดาน

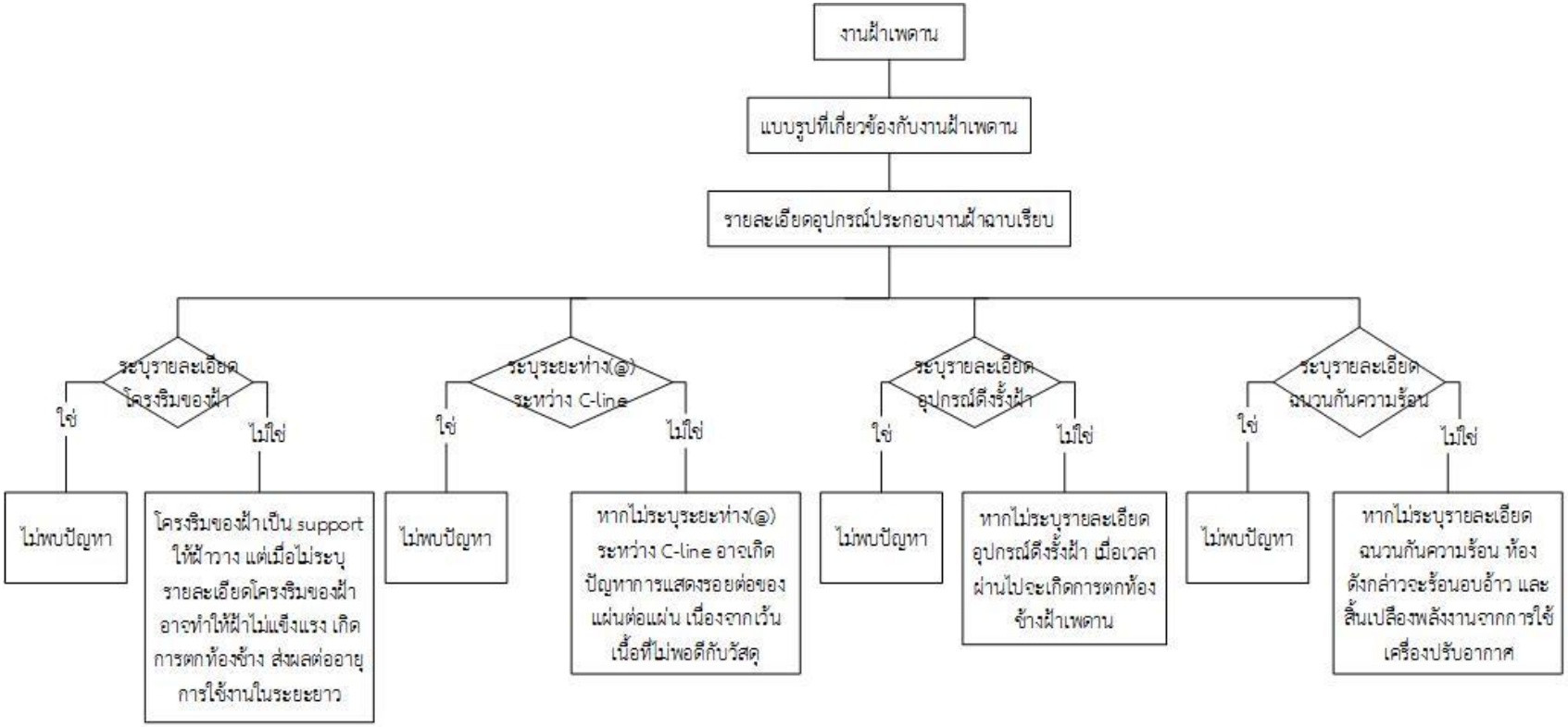
<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

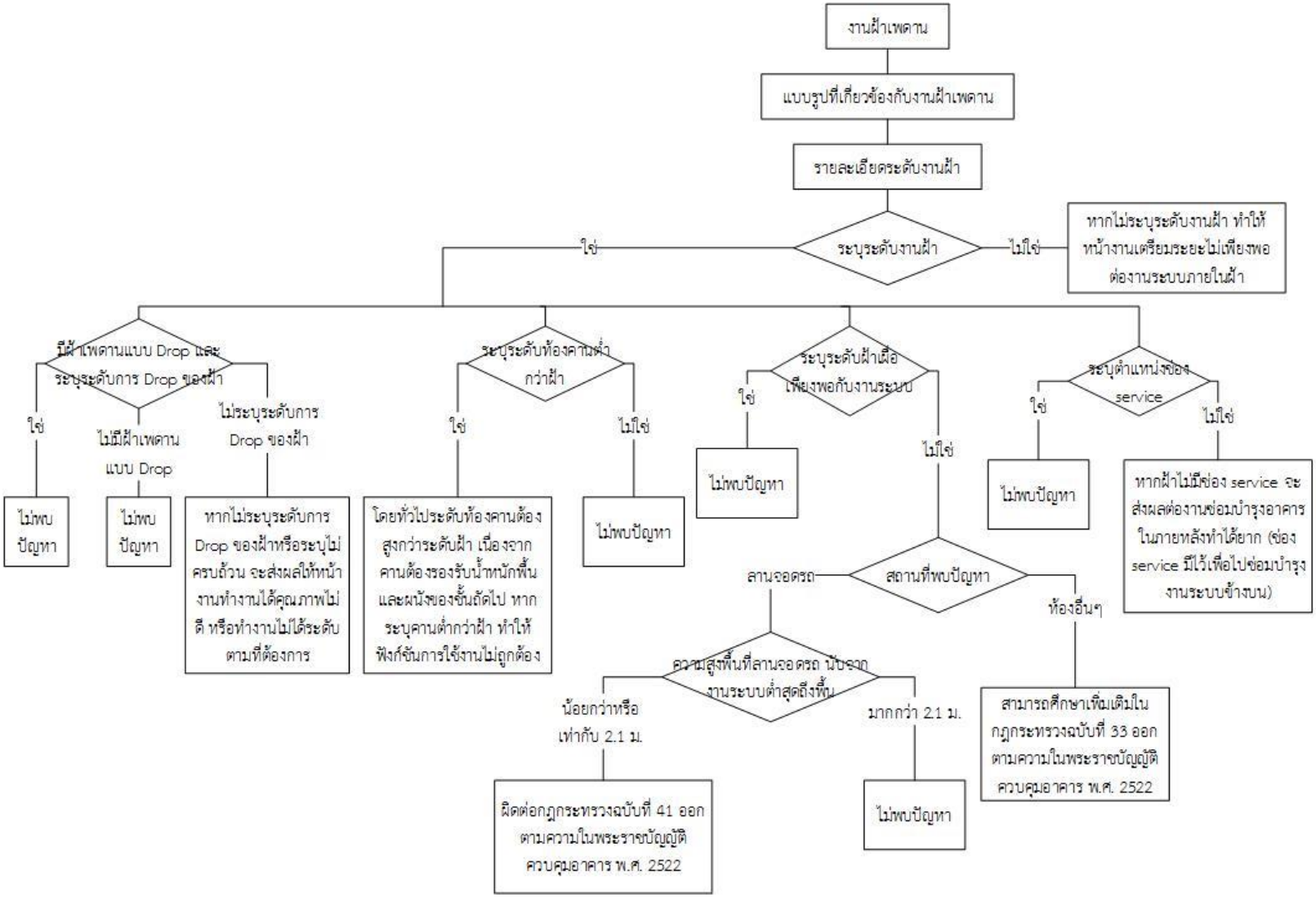
9.1 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบงานฝ้าฉาบเรียบ ได้แก่ รายละเอียดโครงริมของฝ้า, ระยะห่าง (@) ระหว่าง C-line, รายละเอียดอุปกรณ์ดึงรั้งฝ้า, รายละเอียดฉนวนกันความร้อน

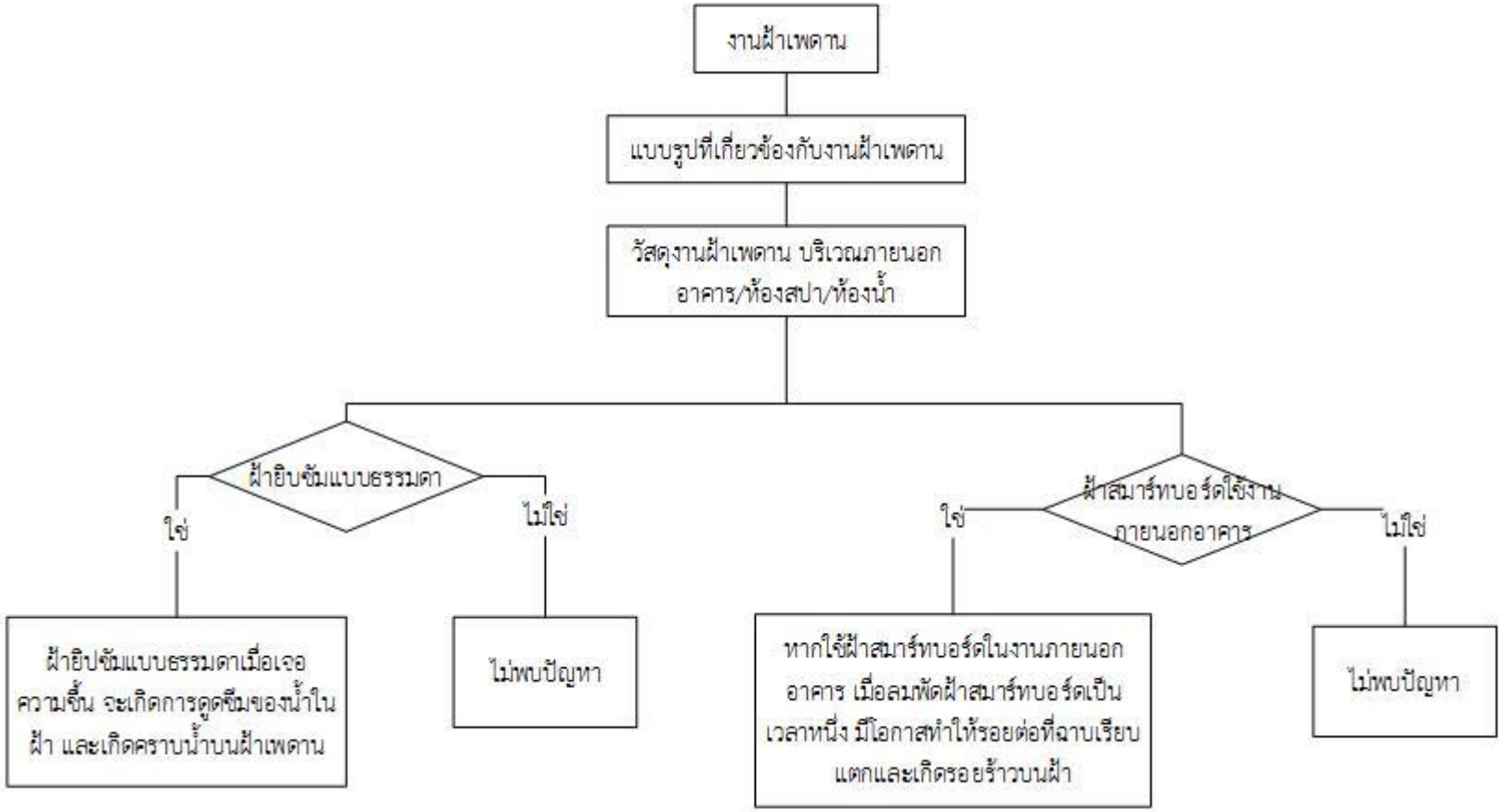
9.2 รายละเอียดระดับงานฝ้า ได้แก่ ระดับงานฝ้า, ระดับการ Drop ของฝ้า, ระดับท้องคานต้องไม่ต่ำกว่าฝ้า, ตำแหน่งช่อง service

9.3 วัสดุงานฝ้าเพดาน บริเวณภายนอกอาคาร/ห้องสปา/ห้องน้ำ ได้แก่ ไม่ควรใช้ฝ้ายิบซัมแบบธรรมดา, ฝ้าสมาร์ทบอร์ดใช้งานภายนอกอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานฝ้าเพดาน
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานฝ้าเพดาน
รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบงานฝ้าฉาบเรียบ
ระบุรายละเอียดโครงริมของฝ้า
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
โครงริมของฝ้าเป็น support ให้ฝ้าวาง แต่เมื่อไม่ระบุรายละเอียดโครงริมของฝ้า อาจทำให้ฝ้าไม่แข็งแรง เกิดการตกท้องช้าง ส่งผลต่ออายุการใช้งานในระยะยาว
ระบุระยะห่าง(@) ระหว่าง C-line
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุระยะห่าง(@) ระหว่าง C-line อาจเกิดปัญหาการแสดงรอยต่อของแผ่นต่อแผ่น เนื่องจากเว้นเนื้อที่ไม่พอดีกับวัสดุ
ระบุรายละเอียดอุปกรณ์ดึงรั้งฝ้า
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุรายละเอียดอุปกรณ์ดึงรั้งฝ้า เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดการตกท้องช้างฝ้าเพดาน
ระบุรายละเอียดฉนวนกันความร้อน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุรายละเอียดฉนวนกันความร้อน ห้องดังกล่าวจะร้อนอบอ้าว และสิ้นเปลืองพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศ


งานฝ้าเพดาน
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานฝ้าเพดาน
รายละเอียดระดับงานฝ้า
ระบุระดับงานฝ้า
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุระดับงานฝ้า ทำให้หน้างานเตรียมระยะไม่เพียงพอต่องานระบบภายในฝ้า
มีฝ้าเพดานแบบ Drop และระบุระดับการ Drop ของฝ้า
ใช่
ไม่มีฝ้าเพดานแบบ Drop
ไม่ระบุระดับการ Drop ของฝ้า
ไม่พบปัญหา
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุระดับการ Drop ของฝ้าหรือระบุไม่ครบถ้วน จะส่งผลให้หน้างานทำงานได้คุณภาพไม่ดี หรือทำงานไม่ได้ระดับตามที่ต้องการ
ระบุระดับท้องคานต่ำกว่าฝ้า
ใช่
ไม่ใช่
โดยทั่วไประดับท้องคานต้องสูงกว่าระดับฝ้า เนื่องจากคานต้องรองรับน้ำหนักพื้นและผนังของชั้นถัดไป หากระบุคานต่ำกว่าฝ้า ทำให้ฟังก์ชันการใช้งานไม่ถูกต้อง
ไม่พบปัญหา
ระบุระดับฝ้าเผื่อเพียงพอกับงานระบบ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
สถานที่พบปัญหา
ลานจอดรถ
ความสูงพื้นที่ลานจอดรถ นับจากงานระบบต่ำสุดถึงพื้น
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.1 ม.
มากกว่า 2.1 ม.
ผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 41 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
ไม่พบปัญหา
ห้องอื่นๆ
สามารถศึกษาเพิ่มเติมในกฎกระทรวงฉบับที่ 33 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
ระบุตำแหน่งช่อง service
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากฝ้าไม่มีช่อง service จะส่งผลต่องานซ่อมบำรุงอาคารในภายหลังทำได้ยาก (ช่อง service มีไว้เพื่อไปซ่อมบำรุงงานระบบข้างบน)


งานฝ้าเพดาน
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานฝ้าเพดาน
วัสดุงานฝ้าเพดาน บริเวณภายนอกอาคาร/ห้องสปา/ห้องน้ำ
ฝ้ายิบซัมแบบธรรมดา
ใช่
ไม่ใช่
ฝ้ายิปซัมแบบธรรมดาเมื่อเจอความชื้น จะเกิดการดูดซึมของน้ำในฝ้า และเกิดคราบน้ำบนฝ้าเพดาน
ไม่พบปัญหา
ฝ้าสมาร์ทบอร์ดใช้งานภายนอกอาคาร
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้ฝ้าสมาร์ทบอร์ดในงานภายนอกอาคาร เมื่อลมพัดฝ้าสมาร์ทบอร์ดเป็นเวลาหนึ่ง มีโอกาสทำให้รอยต่อที่ฉาบเรียบแตกและเกิดรอยร้าวบนฝ้า
ไม่พบปัญหา

10.งานดาดฟ้า

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

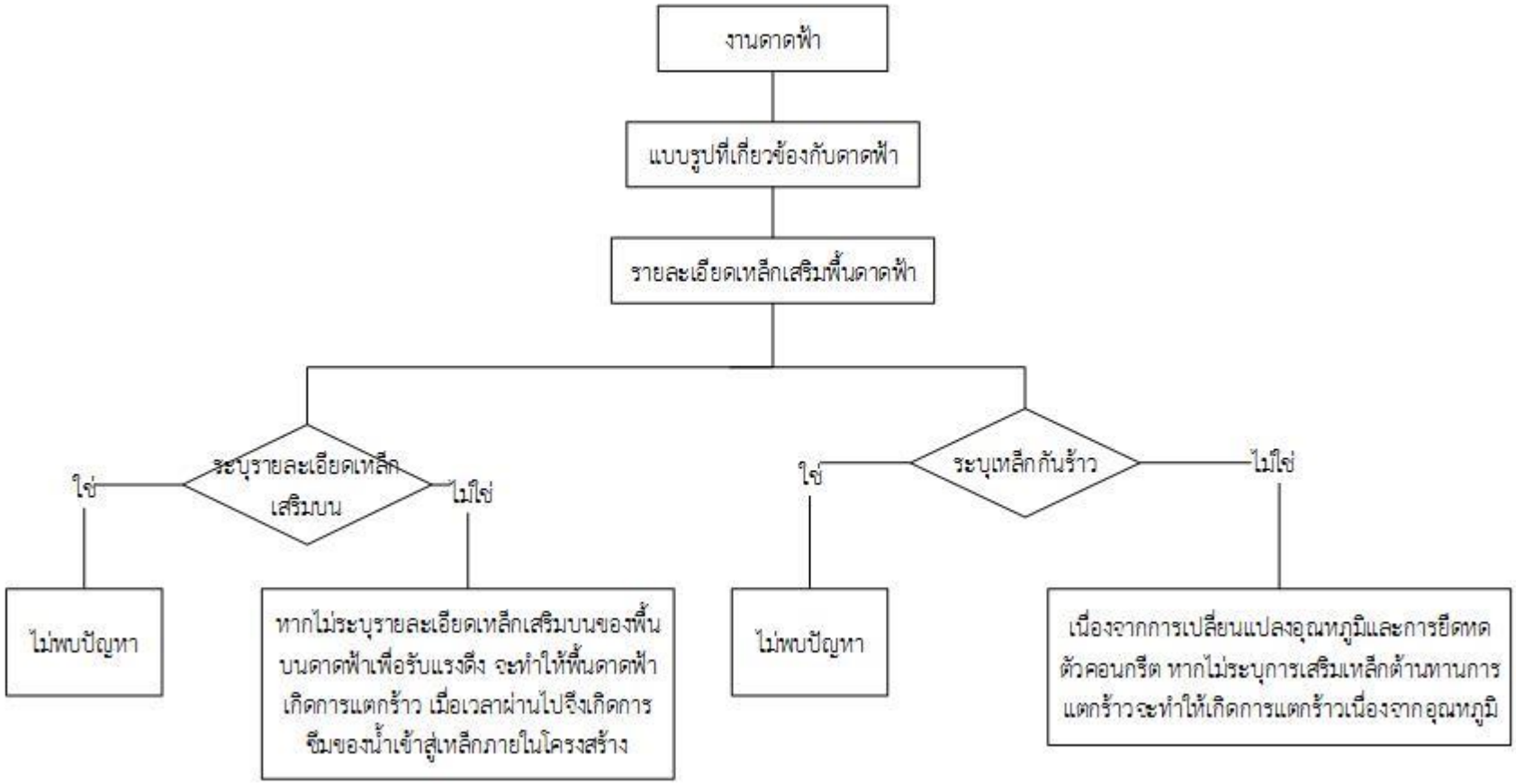
10.1 รายละเอียดเหล็กเสริมพื้นดาดฟ้า ได้แก่ รายละเอียดเหล็กเสริมบน, เหล็กกันร้าว

10.2 รายละเอียดระบบระบายน้ำบนชั้นดาดฟ้า ได้แก่ ความชันของพื้นชั้นดาดฟ้า, ทิศทางการไหลของน้ำ, จำนวนจุดระบายน้ำ, Roof Drain บนชั้นดาดฟ้า, ช่องน้ำล้น (Overflow)

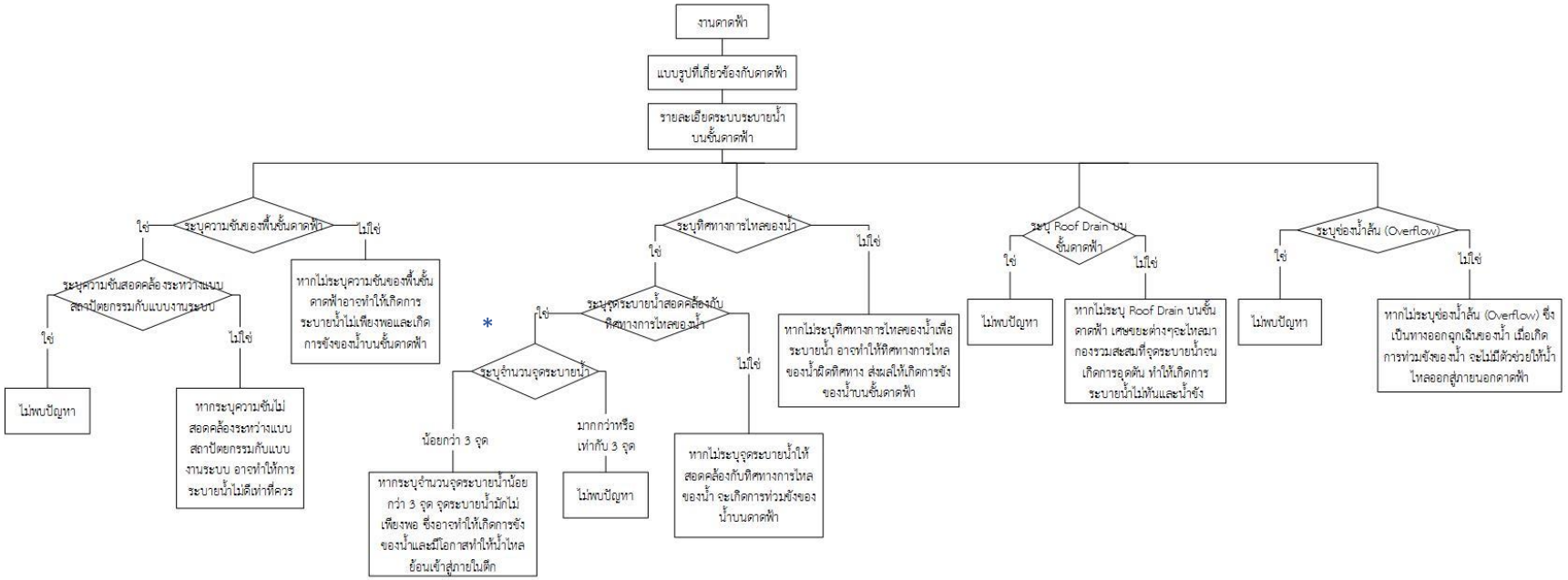
10.3 รายละเอียดงานกันซึมชั้นดาดฟ้า ได้แก่ ชนิดกันซึมบนชั้นดาดฟ้าที่ต้องคำนึงถึงการใช้งานบนดาดฟ้า

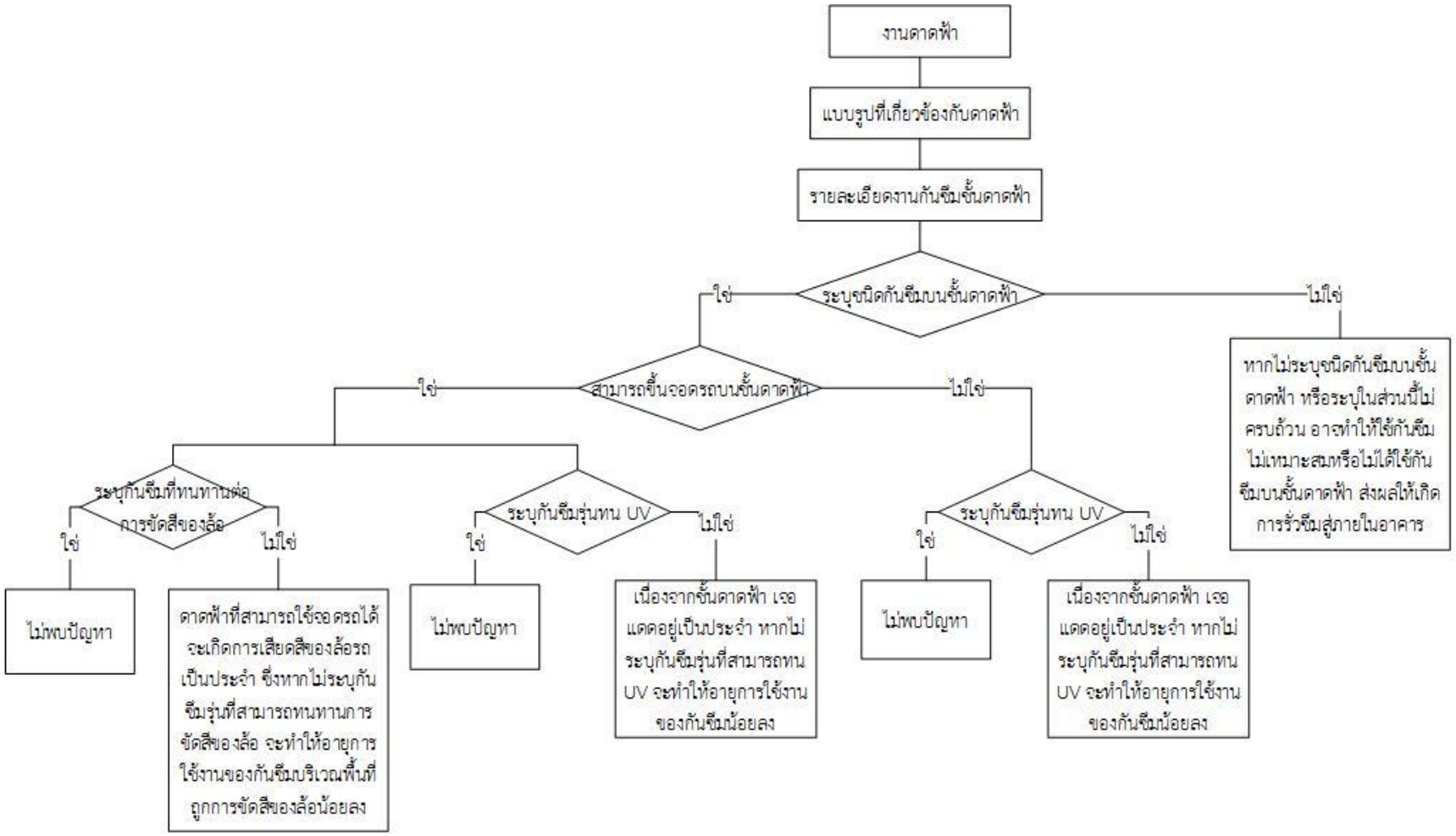
10.4 รายละเอียดบริเวณรอยต่อ ได้แก่ รายละเอียดบริเวณรอยต่อผนังกับพื้นชั้นดาดฟ้า, รอยต่อระบุวัสดุป้องกันความชื้น/น้ำและป้องกันลม

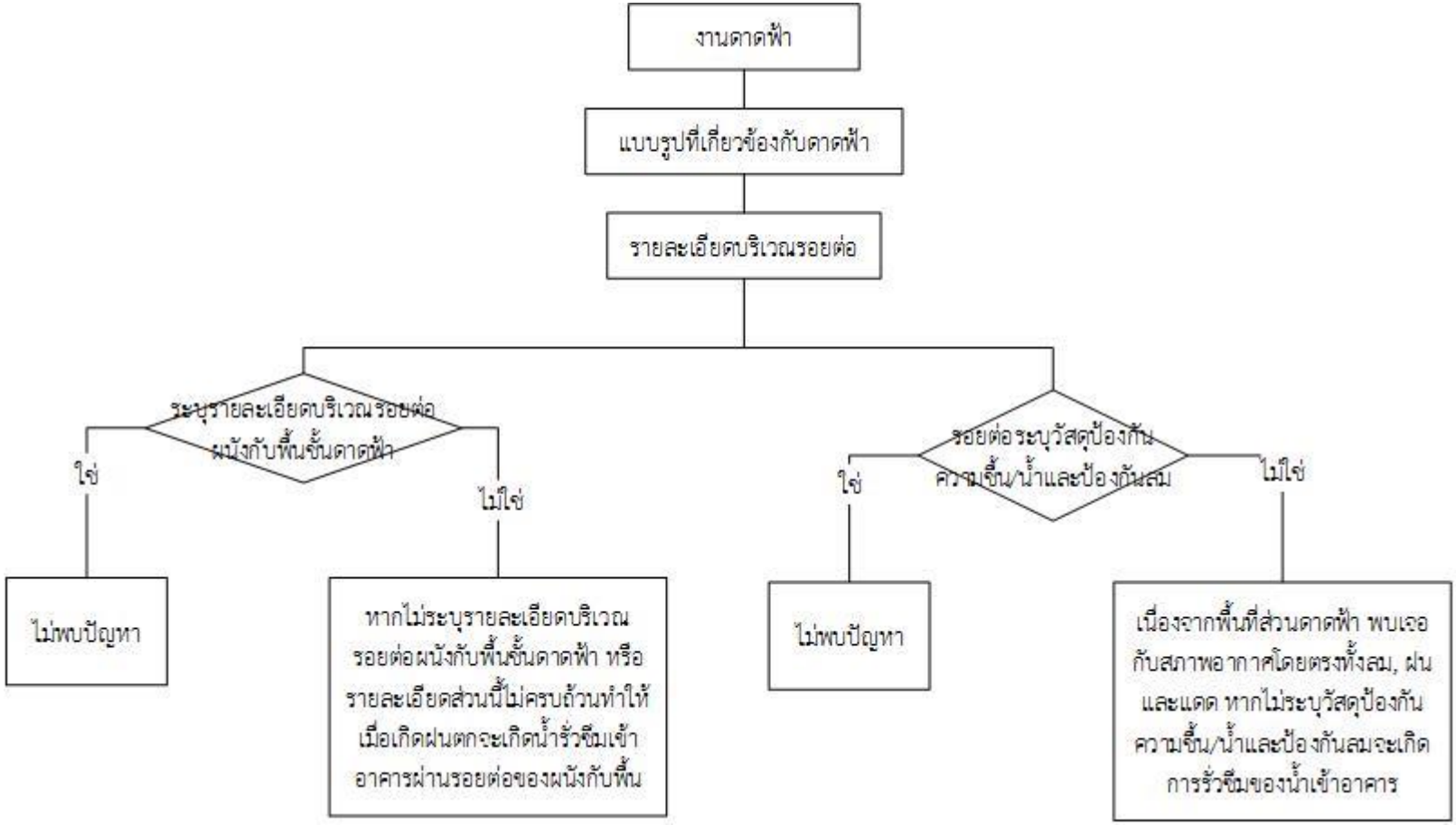
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานดาดฟ้า
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับดาดฟ้า
รายละเอียดเหล็กเสริมพื้นดาดฟ้า
ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมบน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุรายละเอียดเหล็กเสริมบนของพื้นบนดาดฟ้าเพื่อรับแรงดึง จะทำให้พื้นดาดฟ้าเกิดการแตกร้าว เมื่อเวลาผ่านไปจึงเกิดการซึมของน้ำเข้าสู่เหล็กภายในโครงสร้าง
ระบุเหล็กกันร้าว
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการยืดหดตัวคอนกรีต หากไม่ระบุการเสริมเหล็กต้านทานการแตกร้าวจะทำให้เกิดการแตกร้าวเนื่องจากอุณหภูมิ

*กรณีศึกษาที่เกิดปัญหาขึ้นเฉพาะบางโครงการ




งานดาดฟ้า
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับดาดฟ้า
รายละเอียดงานกันซึมชั้นดาดฟ้า
ระบุชนิดกันซึมบนชั้นดาดฟ้า
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุชนิดกันซึมบนชั้นดาดฟ้า หรือระบุในส่วนนี้ไม่ครบถ้วน อาจทำให้ใช้กันซึมไม่เหมาะสมหรือไม่ได้ใช้กันซึมบนชั้นดาดฟ้า ส่งผลให้เกิดการรั่วซึมสู่ภายในอาคาร
สามารถขึ้นจอดรถบนชั้นดาดฟ้า
ใช่
ไม่ใช่
ระบุกันซึมที่ทนทานต่อการขัดสีของล้อ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ดาดฟ้าที่สามารถใช้จอดรถได้จะเกิดการเสียดสีของล้อรถเป็นประจำ ซึ่งหากไม่ระบุกันซึมรุ่นที่สามารถทนทานการขัดสีของล้อ จะทำให้อายุการใช้งานของกันซึมบริเวณพื้นที่ถูกการขัดสีของล้อน้อยลง
ระบุกันซึมรุ่นทน UV
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากชั้นดาดฟ้า เจอแดดอยู่เป็นประจำ หากไม่ระบุกันซึมรุ่นที่สามารถทน UV จะทำให้อายุการใช้งานของกันซึมน้อยลง
ระบุกันซึมรุ่นทน UV
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากชั้นดาดฟ้า เจอแดดอยู่เป็นประจำ หากไม่ระบุกันซึมรุ่นที่สามารถทน UV จะทำให้อายุการใช้งานของกันซึมน้อยลง


งานดาดฟ้า
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับดาดฟ้า
รายละเอียดบริเวณรอยต่อ
ระบุรายละเอียดบริเวณ รอยต่อ ผนังกับพื้นชั้นดาดฟ้า
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุรายละเอียดบริเวณ รอยต่อผนังกับพื้นชั้นดาดฟ้า หรือ รายละเอียดส่วนนี้ไม่ครบถ้วนทำให้ เมื่อเกิดฝนตกจะเกิดน้ำรั่วซึมเข้า อาคารผ่านรอยต่อของผนังกับพื้น
รอยต่อ ระบุวัสดุป้องกัน ความชื้น/น้ำและป้องกันลม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากพื้นที่ส่วนดาดฟ้า พบเจอ กับสภาพอากาศโดยตรงทั้งลม, ฝน และแดด หากไม่ระบุวัสดุป้องกัน ความชื้น/น้ำและป้องกันลมจะเกิด การรั่วซึมของน้ำเข้าอาคาร

11.งานไม้

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

11.1 รายละเอียดการติดตั้งไม้ ได้แก่ วิธีการต่อ/เข้าไม้, รายละเอียดการต่อจุดปลายของวัสดุ, ระยะการต่อ/เข้างานไม้

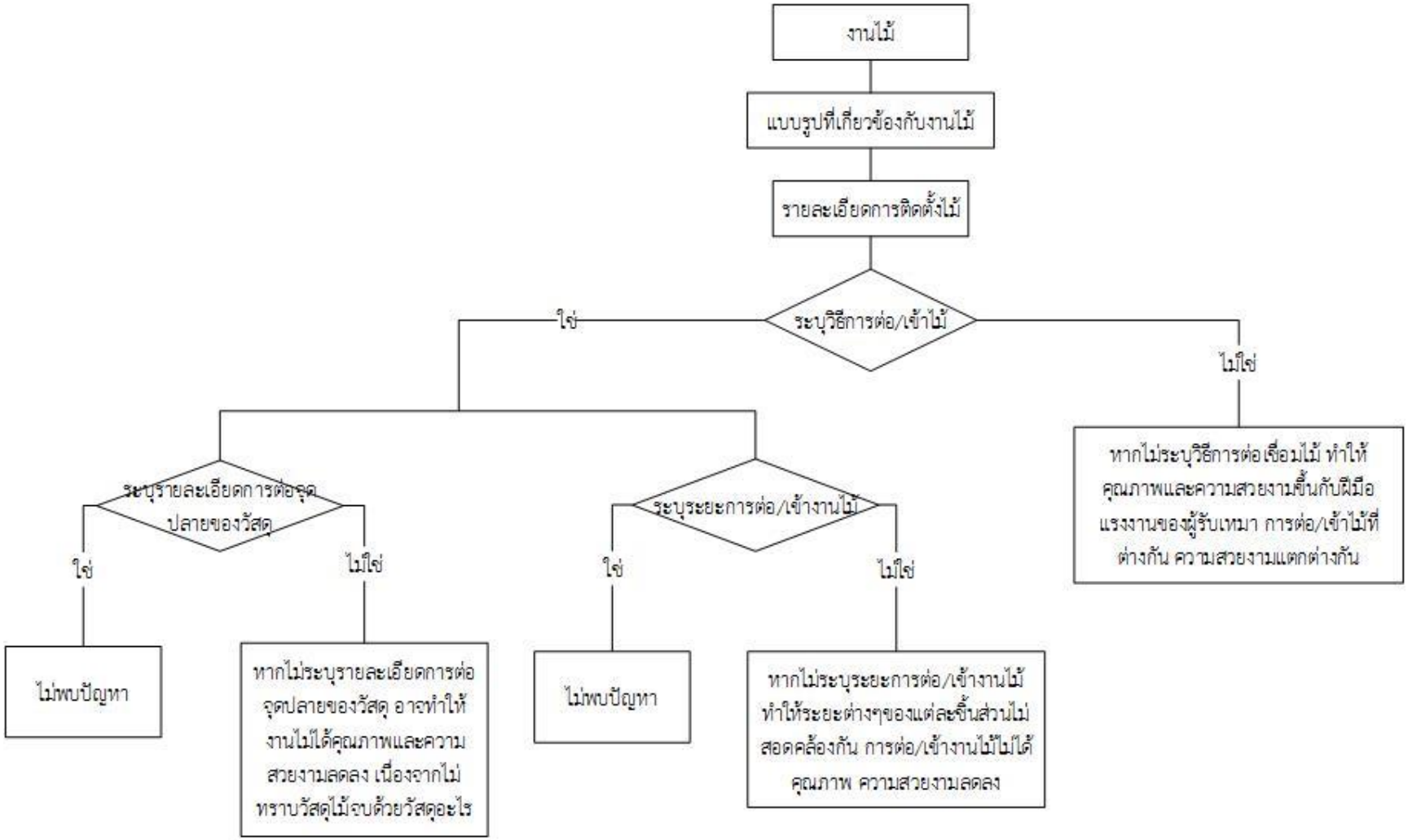
11.2 การใช้งานไม้ในบริเวณที่มีความชื้น ได้แก่ ใช้วัสดุไม้ภายนอกอาคาร, ห้องน้ำ

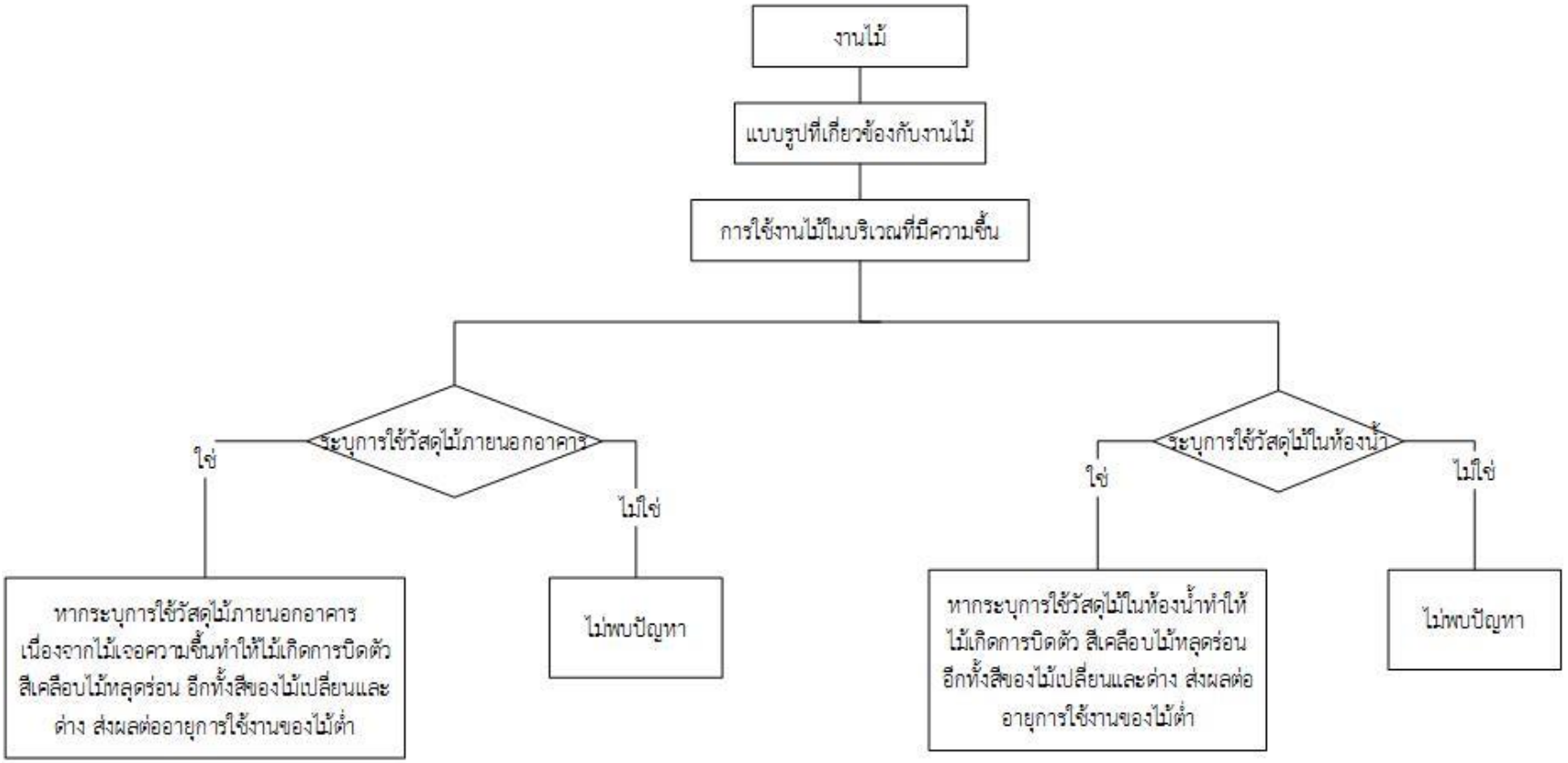
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

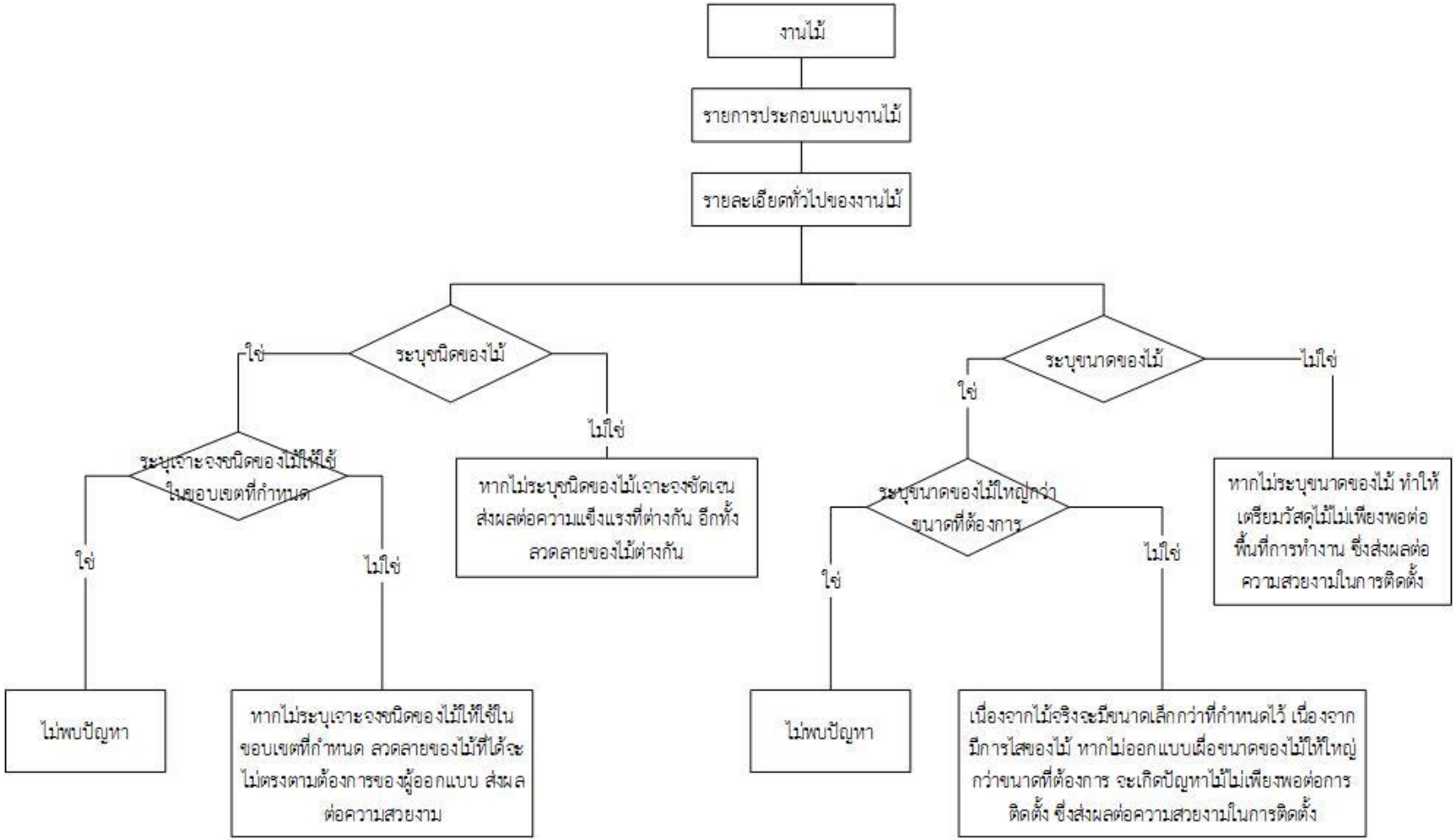
11.3 รายละเอียดทั่วไปของงานไม้ ได้แก่ ชนิดของไม้, ขนาดของไม้

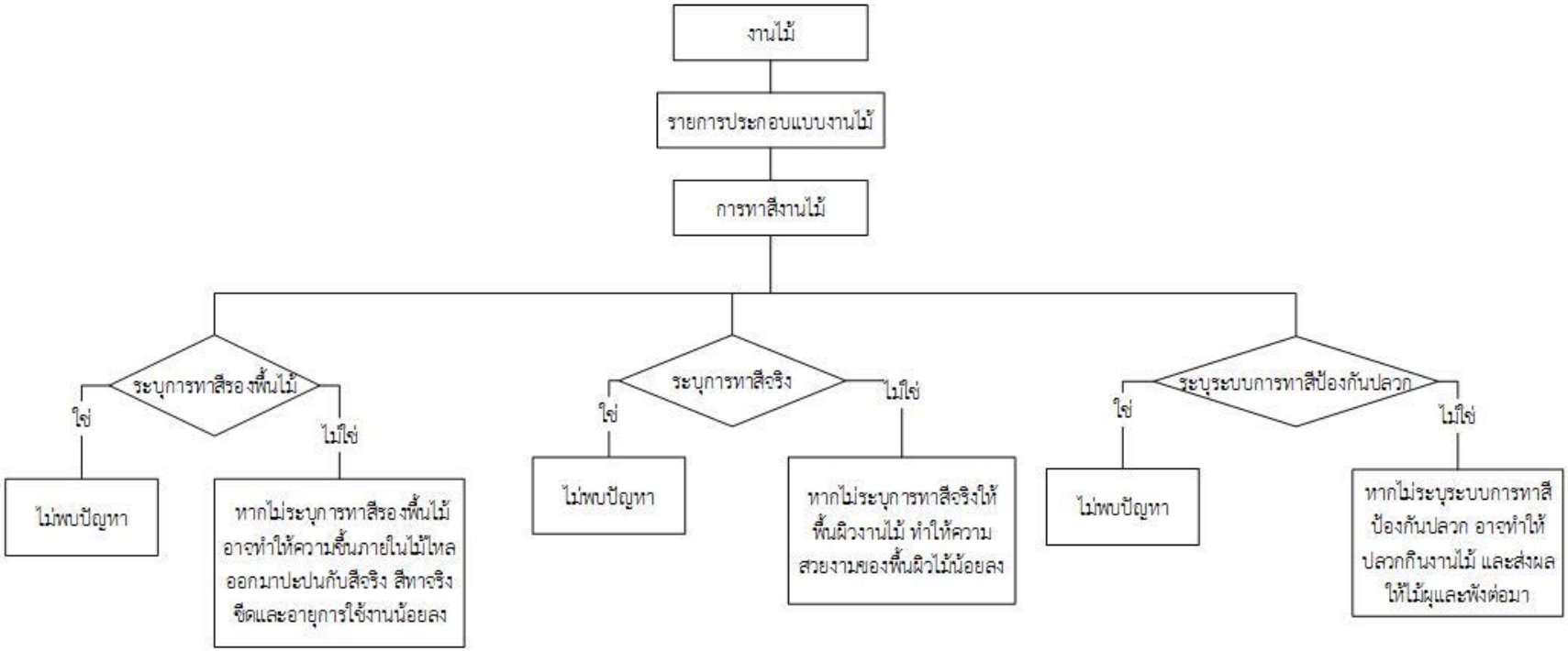
11.4 การทาสีงานไม้ ได้แก่ การทาสีรองพื้นไม้, ทาสีจริง, ทาสีป้องกันปลวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานไม้
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานไม้
รายละเอียดการติดตั้งไม้
ระบุวิธีการต่อ/เข้าไม้
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุวิธีการต่อเชื่อมไม้ ทำให้คุณภาพและความสวยงามขึ้นกับฝีมือแรงงานของผู้รับเหมา การต่อ/เข้าไม้ที่ต่างกัน ความสวยงามแตกต่างกัน
ระบุรายละเอียดการต่อจุดปลายของวัสดุ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุรายละเอียดการต่อจุดปลายของวัสดุ อาจทำให้งานไม่ได้คุณภาพและความสวยงามลดลง เนื่องจากไม่ทราบวัสดุไม้จบด้วยวัสดุอะไร
ระบุระยะการต่อ/เข้างานไม้
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุระยะการต่อ/เข้างานไม้ ทำให้ระยะต่างๆของแต่ละชิ้นส่วนไม่สอดคล้องกัน การต่อ/เข้างานไม้ไม่ได้คุณภาพ ความสวยงามลดลง


งานไม้
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานไม้
การใช้งานไม้ในบริเวณที่มีความชื้น
ระบุการใช้วัสดุไม้ภายนอกอาคาร
ใช่
ไม่ใช่
หากระบุการใช้วัสดุไม้ภายนอกอาคาร เนื่องจากไม้เจอความชื้นทำให้ไม้เกิดการบิดตัว สีเคลือบไม้หลุดร่อน อีกทั้งสีของไม้เปลี่ยนและด่าง ส่งผลต่ออายุการใช้งานของไม้ต่ำ
ไม่พบปัญหา
ระบุการใช้วัสดุไม้ในห้องน้ำ
ใช่
ไม่ใช่
หากระบุการใช้วัสดุไม้ในห้องน้ำทำให้ไม้เกิดการบิดตัว สีเคลือบไม้หลุดร่อน อีกทั้งสีของไม้เปลี่ยนและด่าง ส่งผลต่ออายุการใช้งานของไม้ต่ำ
ไม่พบปัญหา


งานไม้
รายการประกอบแบบงานไม้
รายละเอียดทั่วไปของงานไม้
ระบุชนิดของไม้
ใช่
ไม่ใช่
ระบุเฉาะจงชนิดของไม้ให้ใช้ในขอบเขตที่กำหนด
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุเฉาะจงชนิดของไม้ให้ใช้ในขอบเขตที่กำหนด ลวดลายของไม้ที่ได้จะไม่ตรงตามต้องการของผู้ออกแบบ ส่งผลต่อความสวยงาม
หากไม่ระบุชนิดของไม้เจาะจงชัดเจน ส่งผลต่อความแข็งแรงที่ต่างกัน อีกทั้งลวดลายของไม้ต่างกัน
ระบุขนาดของไม้
ใช่
ไม่ใช่
ระบุขนาดของไม้ใหญ่กว่าขนาดที่ต้องการ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากไม้จริงจะมีขนาดเล็กกว่าที่กำหนดไว้ เนื่องจากมีการไสของไม้ หากไม่ออกแบบเผื่อขนาดของไม้ให้ใหญ่กว่าขนาดที่ต้องการ จะเกิดปัญหาไม้ไม่เพียงพอต่อการติดตั้ง ซึ่งส่งผลต่อความสวยงามในการติดตั้ง
หากไม่ระบุขนาดของไม้ ทำให้เตรียมวัสดุไม้ไม่เพียงพอต่อพื้นที่การทำงาน ซึ่งส่งผลต่อความสวยงามในการติดตั้ง


งานไม้
รายการประกอบแบบงานไม้
การทาสีงานไม้
ระบุการทาสีรองพื้นไม้
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุการทาสีรองพื้นไม้ อาจทำให้ความชื้นภายในไม้ไหลออกมาปะปนกับสีจริง สีทาจริงซีดและอายุการใช้งานน้อยลง
ระบุการทาสีจริง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุการทาสีจริงให้พื้นผิวงานไม้ ทำให้ความสวยงามของพื้นผิวไม้น้อยลง
ระบุระบบการทาสีป้องกันปลวก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุระบบการทาสีป้องกันปลวก อาจทำให้ปลวกกินงานไม้ และส่งผลให้ไม้ผุและพังต่อมา

12.งานกระจก

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

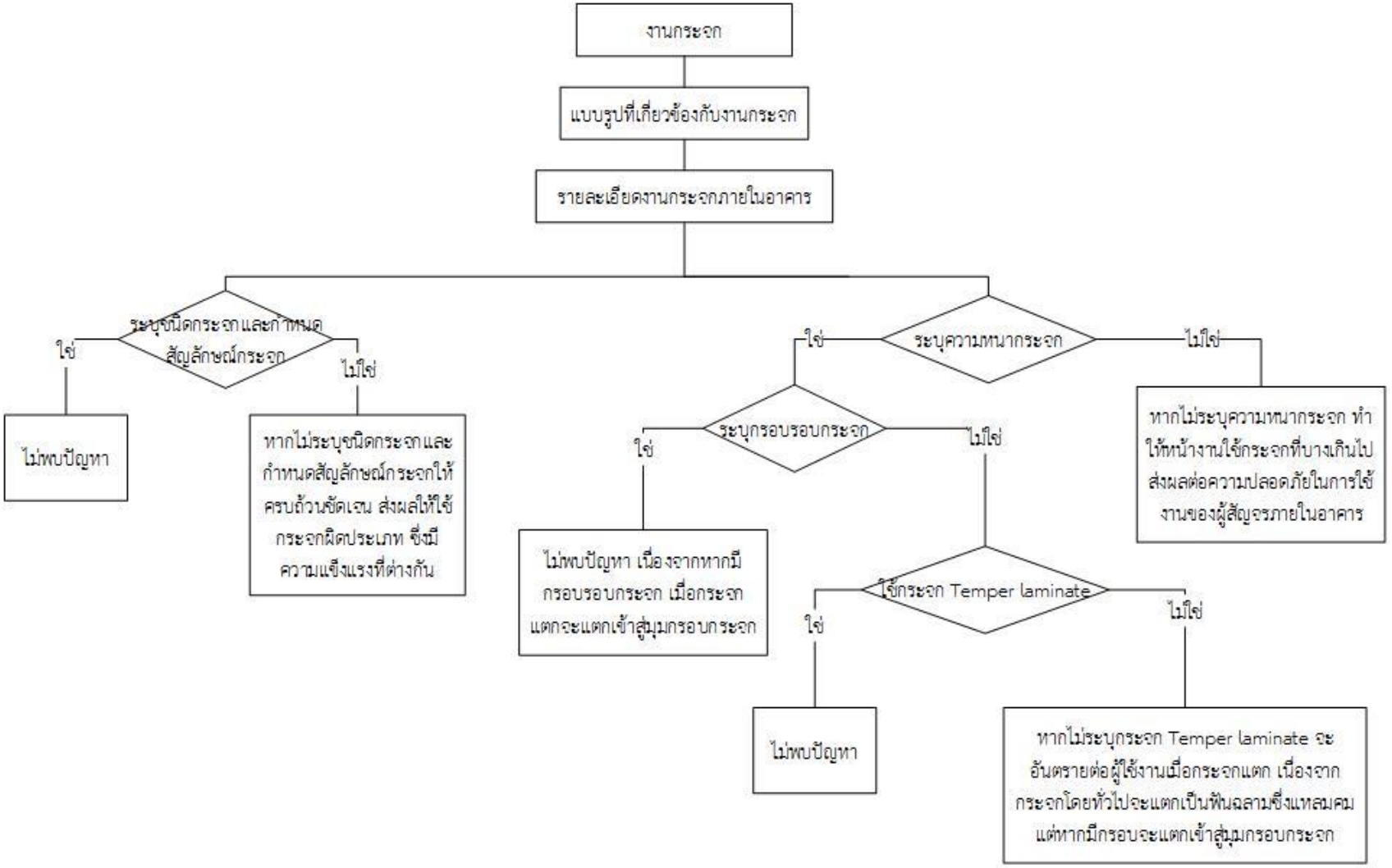
12.1 รายละเอียดงานกระจกภายในอาคาร ได้แก่ ชนิดกระจกและกำหนดสัญลักษณ์กระจก, ความหนากระจก

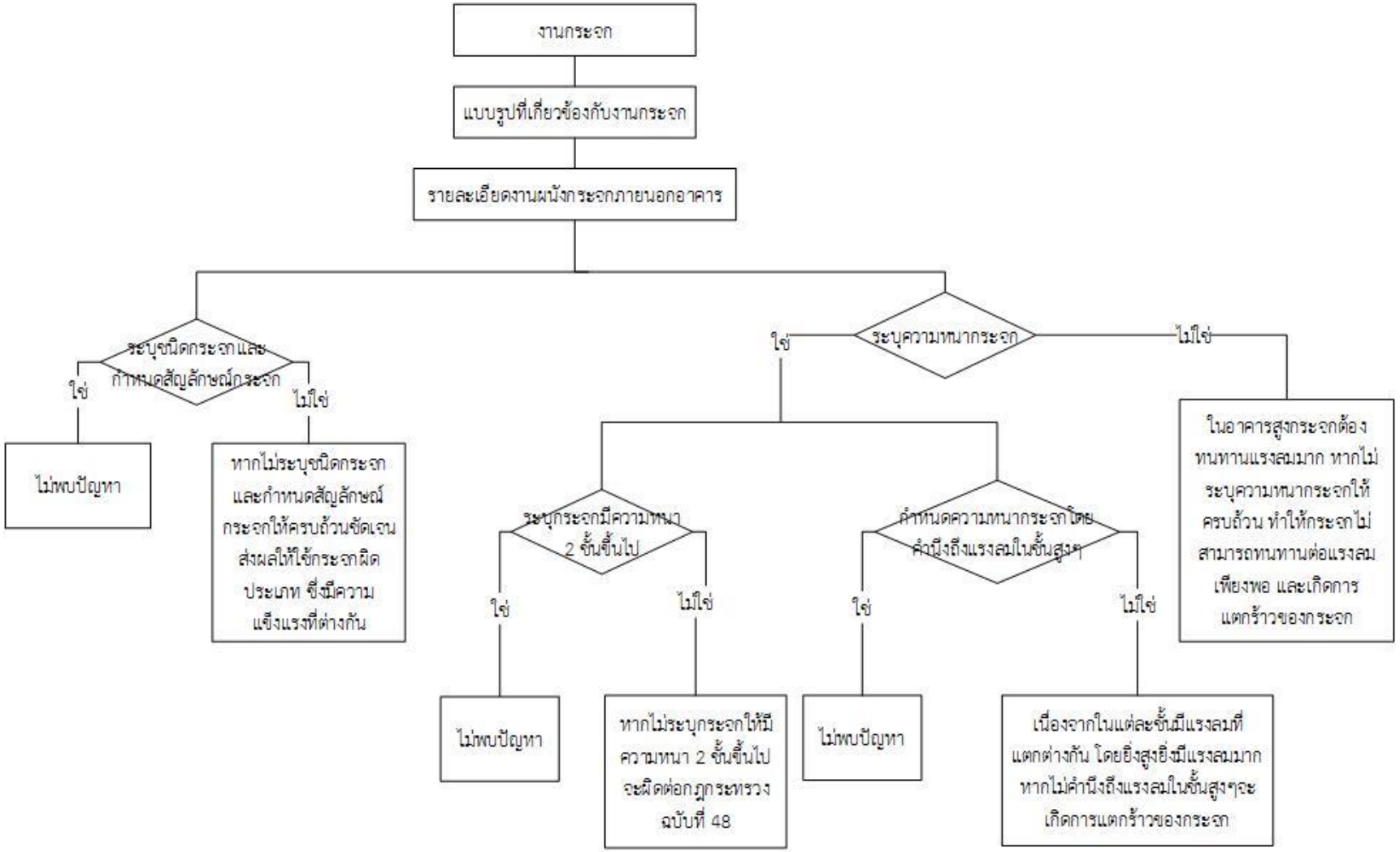
12.2 รายละเอียดงานผนังกระจกภายนอกอาคาร ได้แก่ ชนิดกระจกและกำหนดสัญลักษณ์กระจก, ความหนากระจก, กระจกมีความหนา 2 ชั้นขึ้นไป, ความหนากระจกโดยคำนึงถึงแรงลมในชั้นสูงๆ

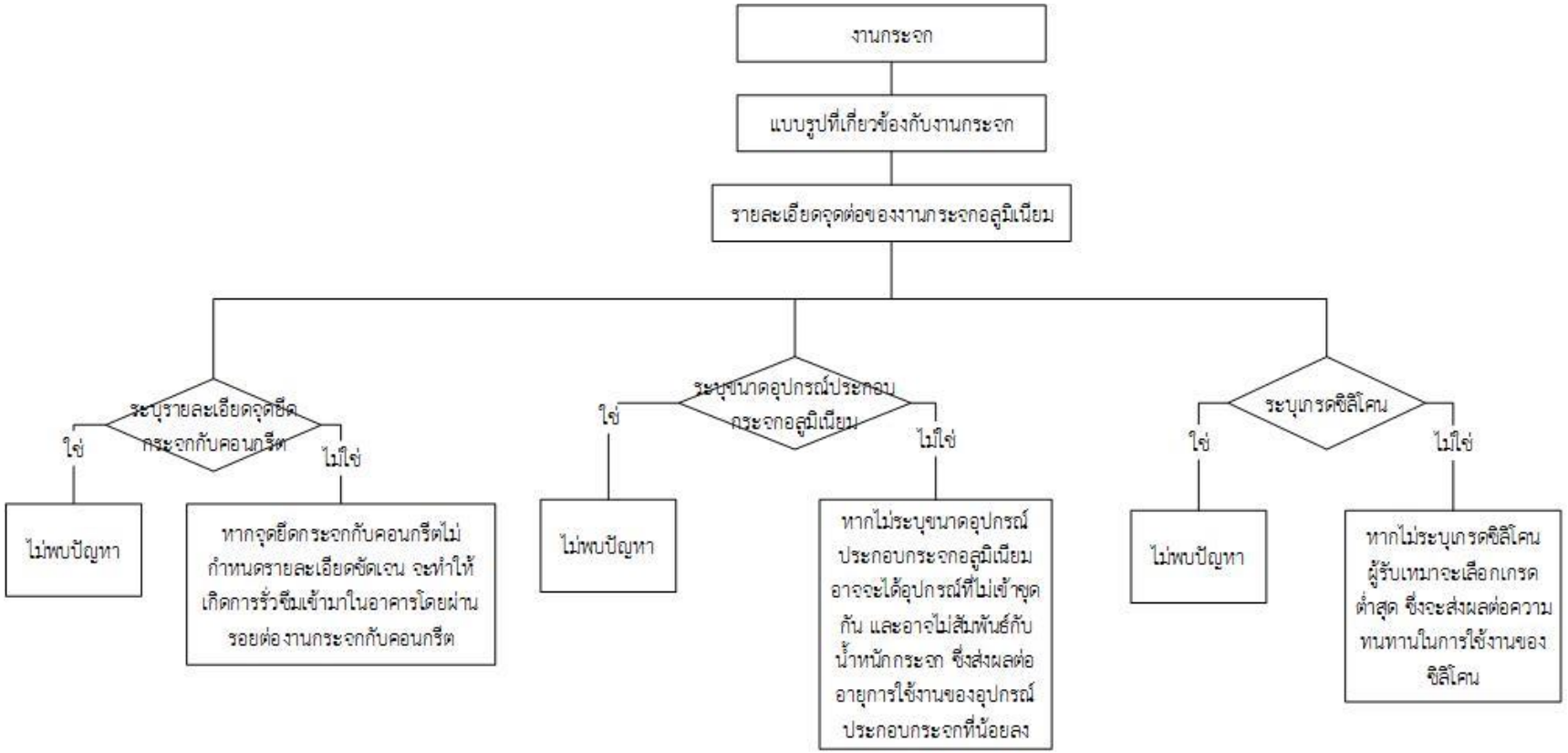
12.3 รายละเอียดจุดต่อของงานกระจกอลูมิเนียม ได้แก่ รายละเอียดจุดยึดกระจกกับคอนกรีต, ขนาดอุปกรณ์ประกอบกระจกอลูมิเนียม, เกรดซิลิโคน

12.4 งานลิฟต์กระจกภายนอกอาคาร ได้แก่ ใช้กระจกทำลิฟต์ภายนอกอาคารต้องมีระบบปรับอากาศ

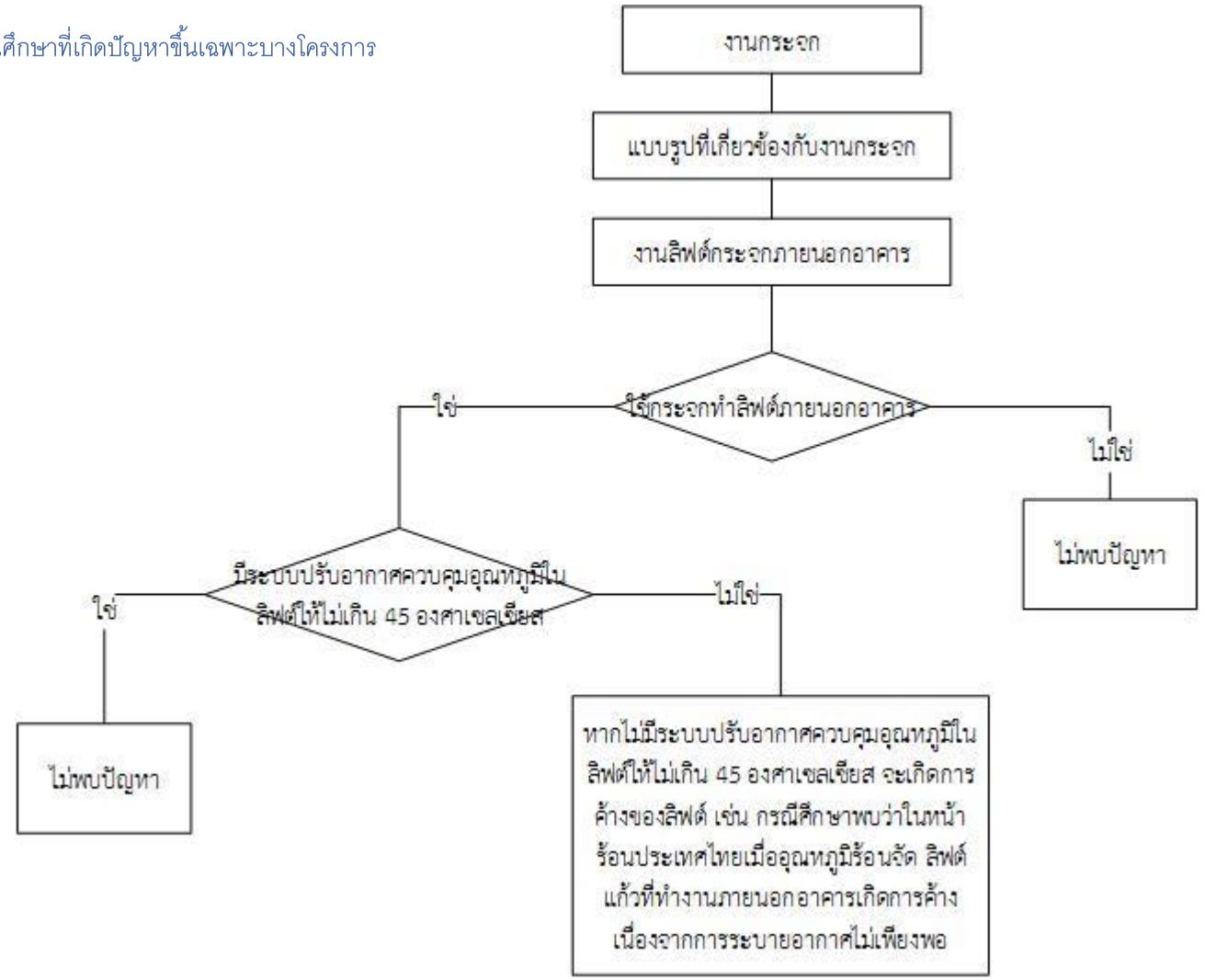
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานกระจก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานกระจก
รายละเอียดงานกระจกภายในอาคาร
ระบุชนิดกระจกและกำหนดสัญลักษณ์กระจก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุชนิดกระจกและกำหนดสัญลักษณ์กระจกให้ครบถ้วนชัดเจน ส่งผลให้ใช้กระจกผิดประเภท ซึ่งมีความแข็งแรงที่ต่างกัน
ระบุความหนากระจก
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุความหนากระจก ทำให้หน้างานใช้กระจกที่บางเกินไป ส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งานของผู้สัญจรภายในอาคาร
ระบุกรอบรอบกระจก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา เนื่องจากหากมีกรอบรอบกระจก เมื่อกระจกแตกจะแตกเข้าสู่มุมกรอบกระจก
ใช้กระจก Temper laminate
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุกระจก Temper laminate จะอันตรายต่อผู้ใช้งานเมื่อกระจกแตก เนื่องจากกระจกโดยทั่วไปจะแตกเป็นฟันฉลามซึ่งแหลมคม แต่หากมีกรอบจะแตกเข้าสู่มุมกรอบกระจก


งานกระจก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานกระจก
รายละเอียดงานผนังกระจกภายนอกอาคาร
ระบุชนิดกระจกและกำหนดสัญลักษณ์กระจก
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุชนิดกระจกและกำหนดสัญลักษณ์กระจกให้ครบถ้วนชัดเจน ส่งผลให้ใช้กระจกผิดประเภท ซึ่งมีความแข็งแรงที่ต่างกัน
ระบุความหนากระจก
ใช่
ไม่ใช่
ในอาคารสูงกระจกต้องทนทานแรงลมมาก หากไม่ระบุความหนากระจกให้ครบถ้วน ทำให้กระจกไม่สามารถทนทานต่อแรงลมเพียงพอ และเกิดการแตกร้าวของกระจก
ระบุกระจกมีความหนา 2 ชั้นขึ้นไป
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุกระจกให้มีความหนา 2 ชั้นขึ้นไป จะผิดต่อกฎกระทรวง ฉบับที่ 48
กำหนดความหนากระจกโดยคำนึงถึงแรงลมในชั้นสูงๆ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากในแต่ละชั้นมีแรงลมที่แตกต่างกัน โดยยิ่งสูงยิ่งมีแรงลมมาก หากไม่คำนึงถึงแรงลมในชั้นสูงๆจะเกิดการแตกร้าวของกระจก


งานกระจก
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานกระจก
รายละเอียดจุดต่อของงานกระจกอลูมิเนียม
ระบุรายละเอียดจุดยึดกระจกกับคอนกรีต
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากจุดยึดกระจกกับคอนกรีตไม่กำหนดรายละเอียดชัดเจน จะทำให้เกิดการรั่วซึมเข้ามาในอาคารโดยผ่านรอยต่องานกระจกกับคอนกรีต
ระบุขนาดอุปกรณ์ประกอบกระจกอลูมิเนียม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขนาดอุปกรณ์ประกอบกระจกอลูมิเนียม อาจจะได้อุปกรณ์ที่ไม่เข้าชุดกัน และอาจไม่สัมพันธ์กับน้ำหนักกระจก ซึ่งส่งผลต่ออายุการใช้งานของอุปกรณ์ประกอบกระจกที่น้อยลง
ระบุเกรดซิลิโคน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุเกรดซิลิโคน ผู้รับเหมาจะเลือกเกรดต่ำสุด ซึ่งจะส่งผลต่อความทนทานในการใช้งานของซิลิโคน

*กรณีศึกษาที่เกิดปัญหาขึ้นเฉพาะบางโครงการ



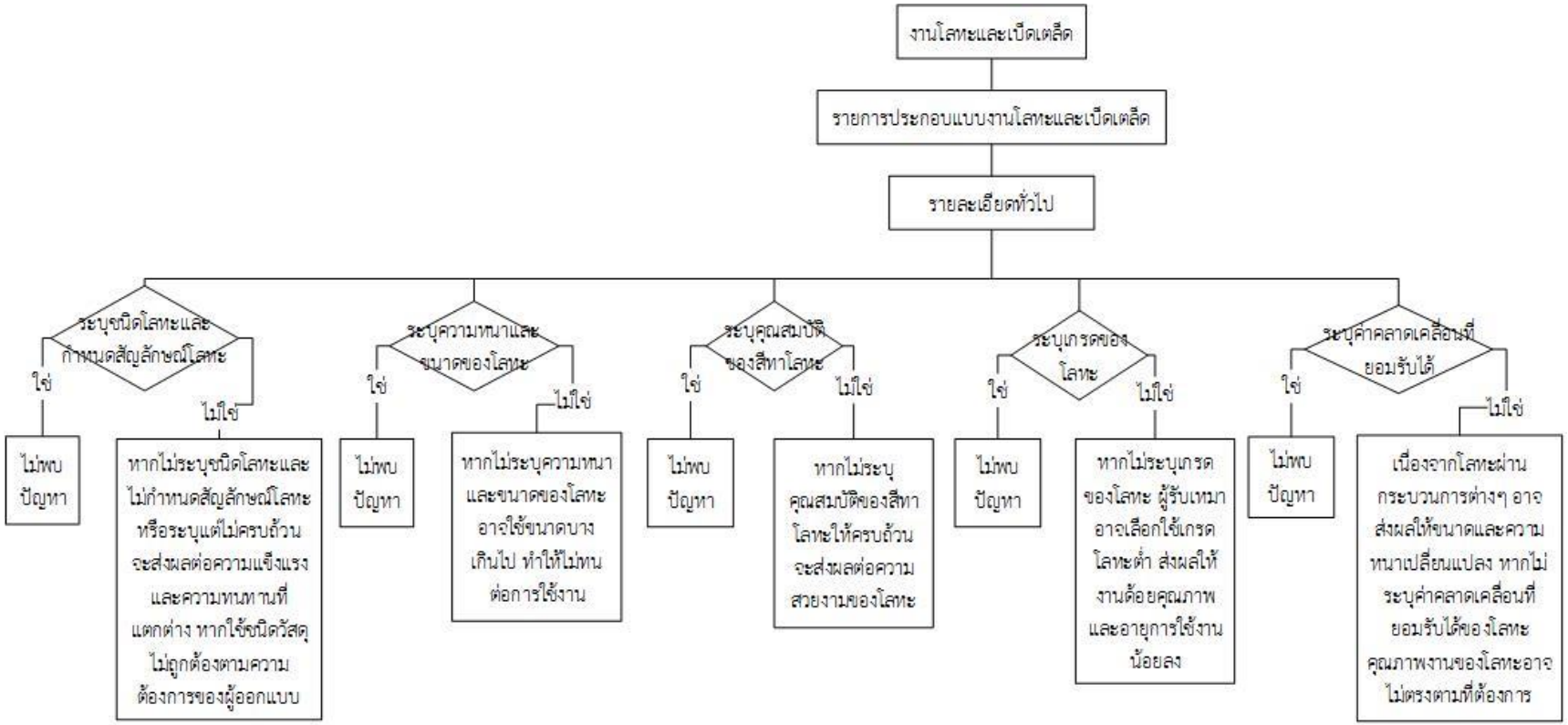
13.งานโลหะและเบ็ดเตล็ด

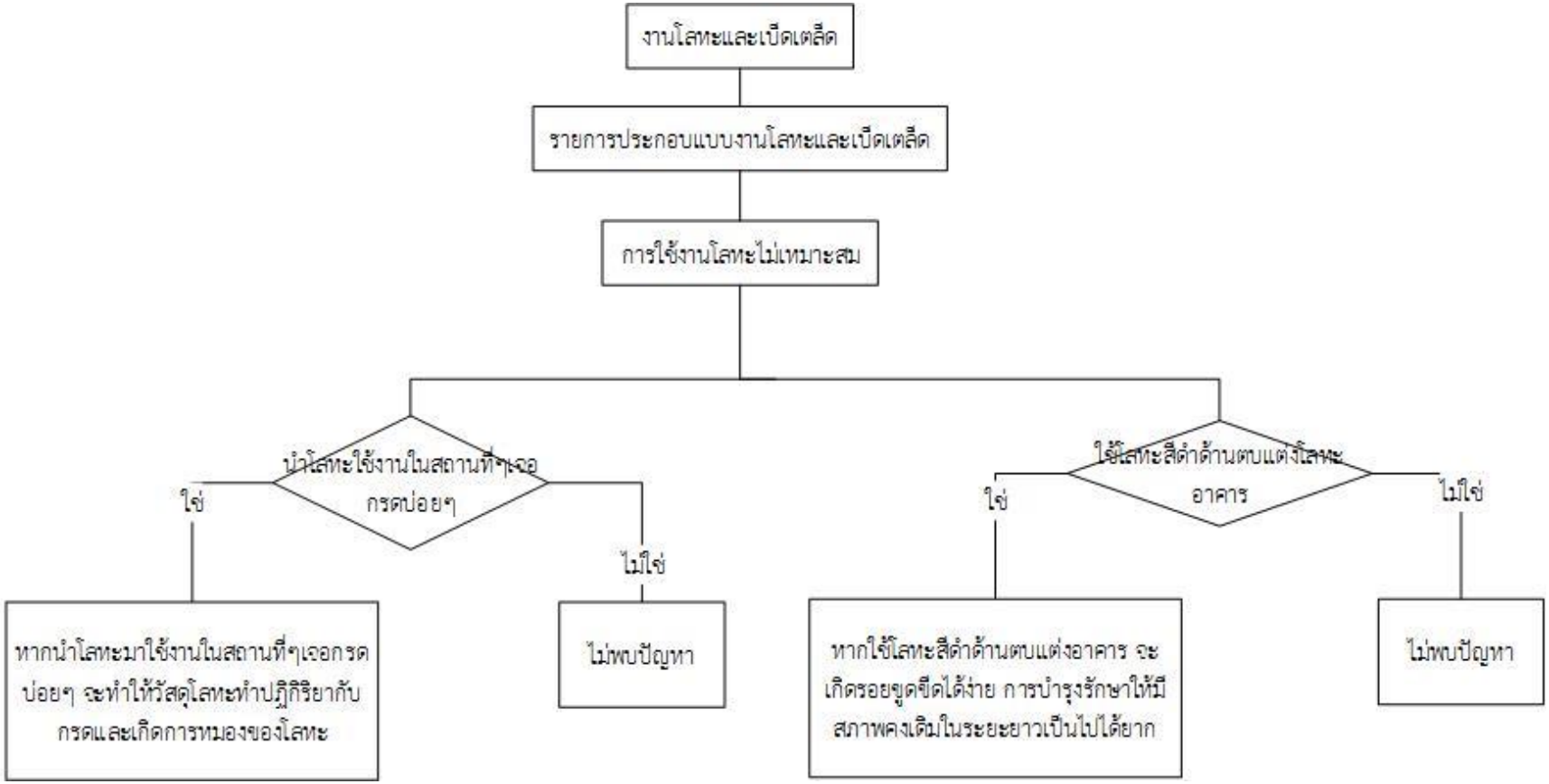
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

13.1 รายละเอียดทั่วไป ได้แก่ ชนิดโลหะและกำหนดสัญลักษณ์โลหะ, ความหนาและขนาดของโลหะ, คุณสมบัติของสีทาโลหะ, เกรดของโลหะ, ค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

13.2 การใช้งานโลหะไม่เหมาะสม ได้แก่ ไม่ใช้งานโลหะในสถานที่ๆเจอกรดบ่อยๆ, ไม่ใช้โลหะสีดำด้านตบแต่งโลหะอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานโลหะและเบ็ดเตล็ด
รายการประกอบแบบงานโลหะและเบ็ดเตล็ด
รายละเอียดทั่วไป
ระบุชนิดโลหะและกำหนดสัญลักษณ์โลหะ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุชนิดโลหะและไม่กำหนดสัญลักษณ์โลหะหรือระบุแต่ไม่ครบถ้วนจะส่งผลต่อความแข็งแรงและความทนทานที่แตกต่าง หากใช้ชนิดวัสดุไม่ถูกต้องตามความต้องการของผู้ออกแบบ
ระบุความหนาและขนาดของโลหะ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุความหนาและขนาดของโลหะอาจใช้ขนาดบางเกินไป ทำให้ไม่ทนต่อการใช้งาน
ระบุคุณสมบัติของสีทาโลหะ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุคุณสมบัติของสีทาโลหะให้ครบถ้วนจะส่งผลต่อความสวยงามของโลหะ
ระบุเกรดของโลหะ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุเกรดของโลหะ ผู้รับเหมาอาจเลือกใช้เกรดโลหะต่ำ ส่งผลให้งานด้อยคุณภาพและอายุการใช้งานน้อยลง
ระบุค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากโลหะผ่านกระบวนการต่างๆ อาจส่งผลให้ขนาดและความหนาเปลี่ยนแปลง หากไม่ระบุค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของโลหะ คุณภาพงานของโลหะอาจไม่ตรงตามที่ต้องการ


งานโลหะและเบ็ดเตล็ด
รายการประกอบแบบงานโลหะและเบ็ดเตล็ด
การใช้งานโลหะไม่เหมาะสม
นำโลหะใช้งานในสถานที่ๆเจอกรดบ่อยๆ
ใช่
ไม่ใช่
หากนำโลหะมาใช้งานในสถานที่ๆเจอกรดบ่อยๆ จะทำให้วัสดุโลหะทำปฏิกิริยากับกรดและเกิดการหมองของโลหะ
ไม่พบปัญหา
ใช้โลหะสีดำด้านตบแต่งโลหะอาคาร
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้โลหะสีดำด้านตบแต่งอาคาร จะเกิดรอยขูดขีดได้ง่าย การบำรุงรักษาให้มีสภาพคงเดิมในระยะยาวเป็นไปได้ยาก
ไม่พบปัญหา

14.งานกันซึม

<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

14.1 รายละเอียดงานกันซึมทั่วไป ได้แก่ ประเภทกันซึม, ชนิดกันซึม, ขอบเขตการทากันซึม ถึงรอยต่อต่างๆ, ความหนาหรือจำนวนรอบการทากันซึม

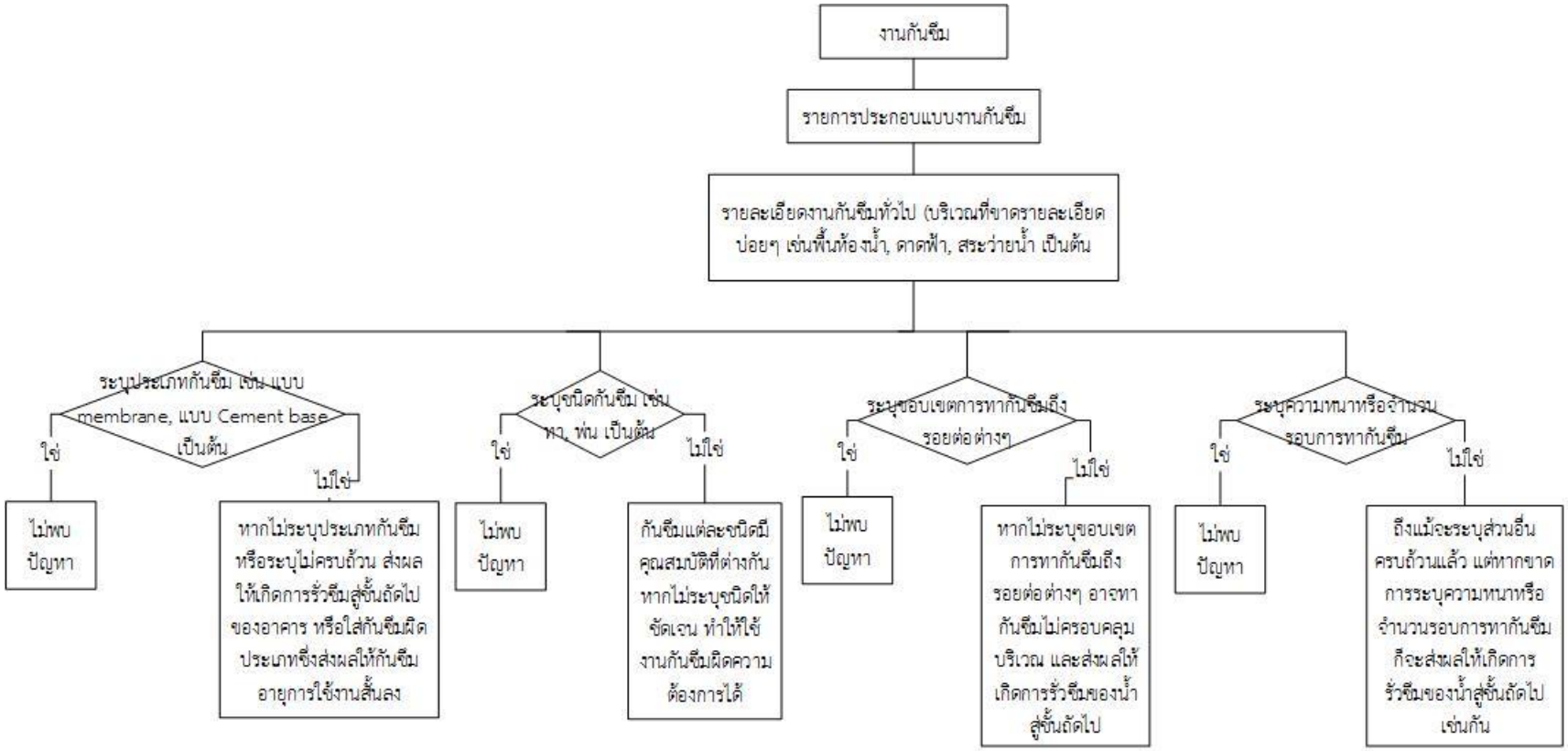
14.2 การใช้งานกันซึม บริเวณกระถางต้นไม้/พื้นปลูกต้นไม้ ได้แก่ ชนิดกันซึมคำนึงถึงความทนทานในการใช้งานเมื่อขนาดต้นไม้ต่างกัน

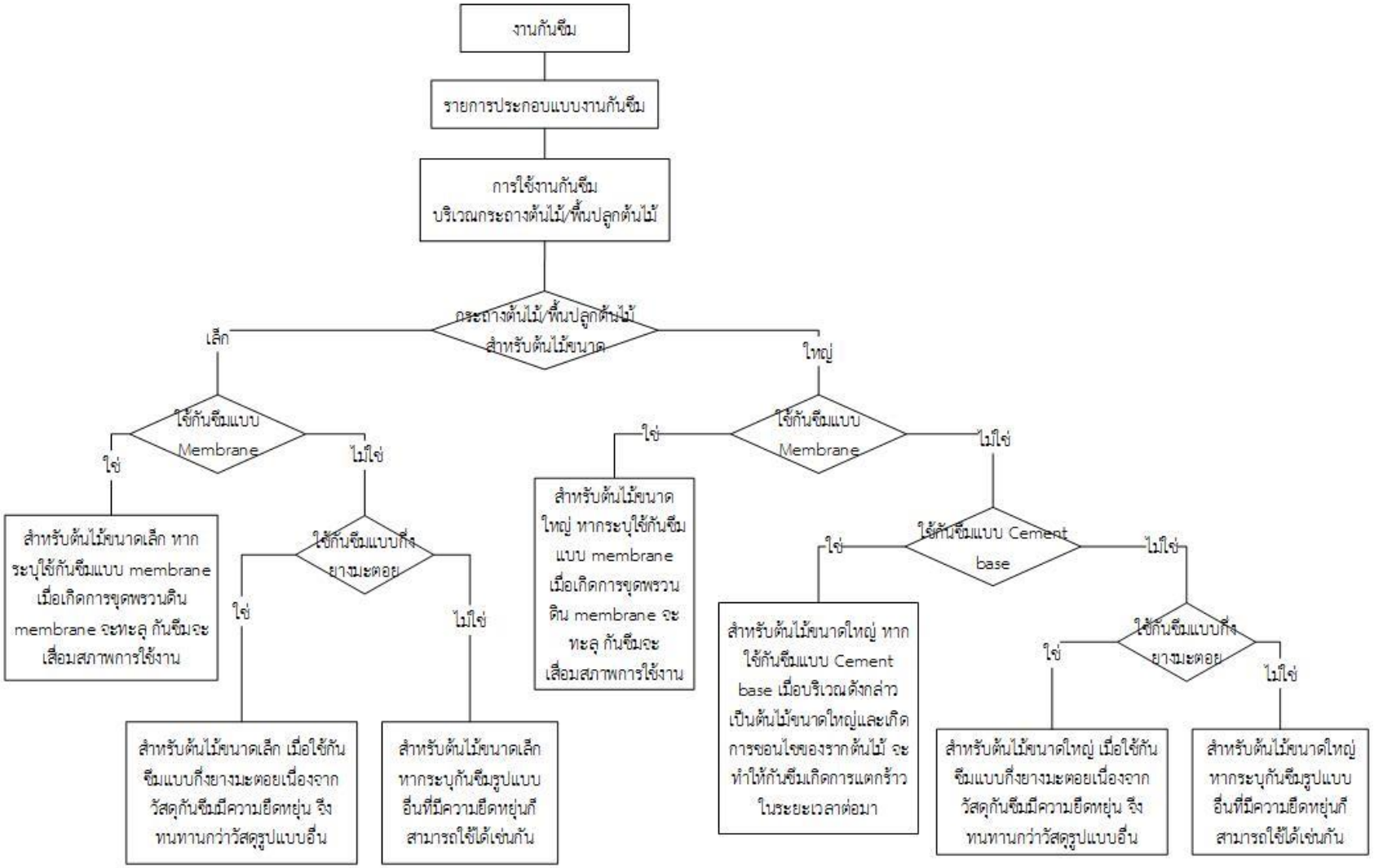
14.3 การใช้งานกันซึม บริเวณถังน้ำดี, ถังน้ำเสีย ได้แก่ ชนิดกันซึมคำนึงถึงสารปนเปื้อนในการใช้งานเมื่อใช้ถังต่างรูปแบบกัน

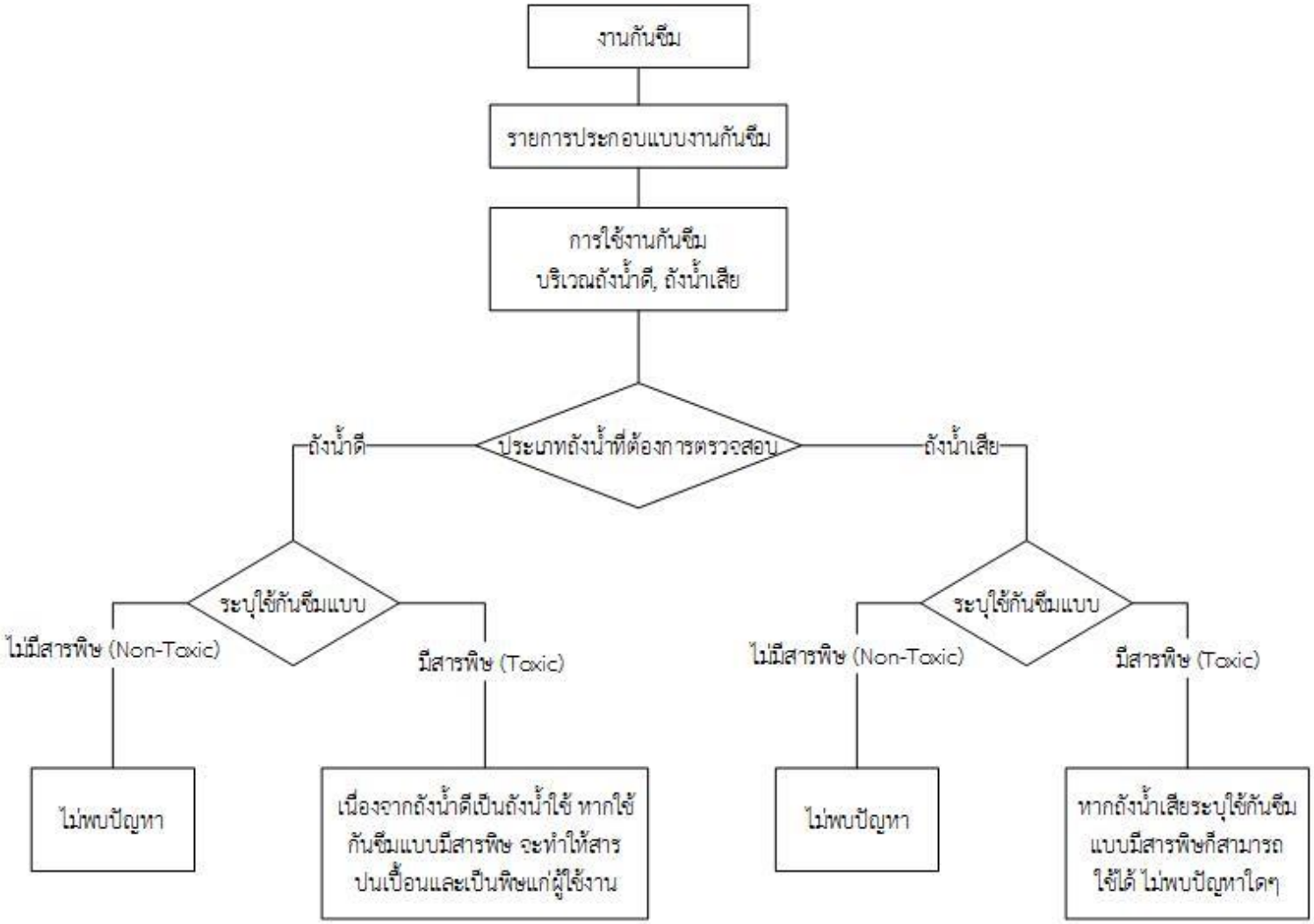
14.4 การใช้งานกันซึม บริเวณงานชั้นใต้ดิน ได้แก่ กันซึมงานชั้นใต้ดิน, วัสดุที่ใช้ป้องกันไอน้ำ

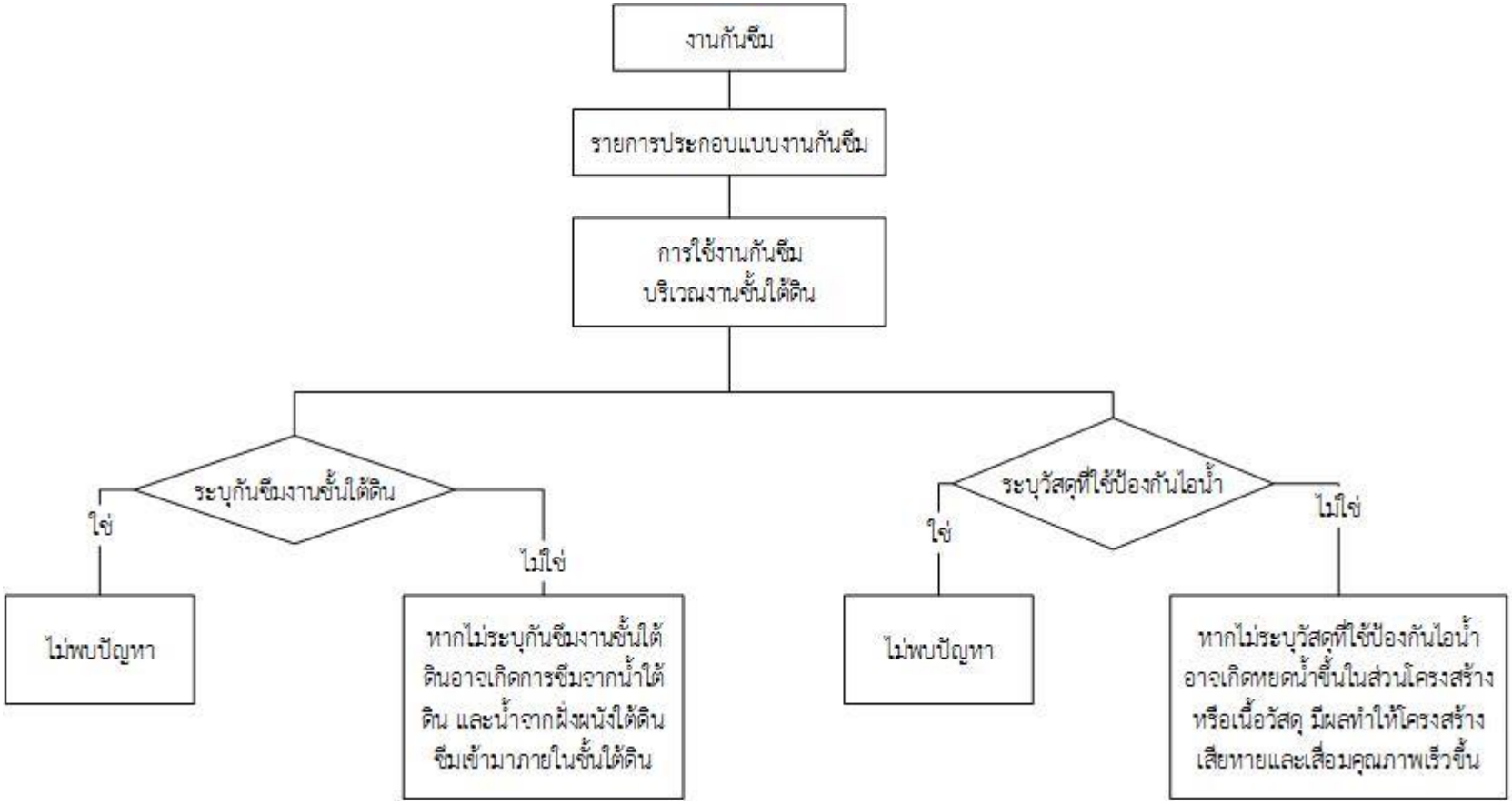
14.5 การใช้งานกันซึม บริเวณพื้นเคลือบ Epoxy ได้แก่ บริเวณพื้นชั้น 1 เคลือบสาร Epoxy ต้องระบุวัสดุที่ใช้ป้องกันไอน้ำ (Vapor barrier)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

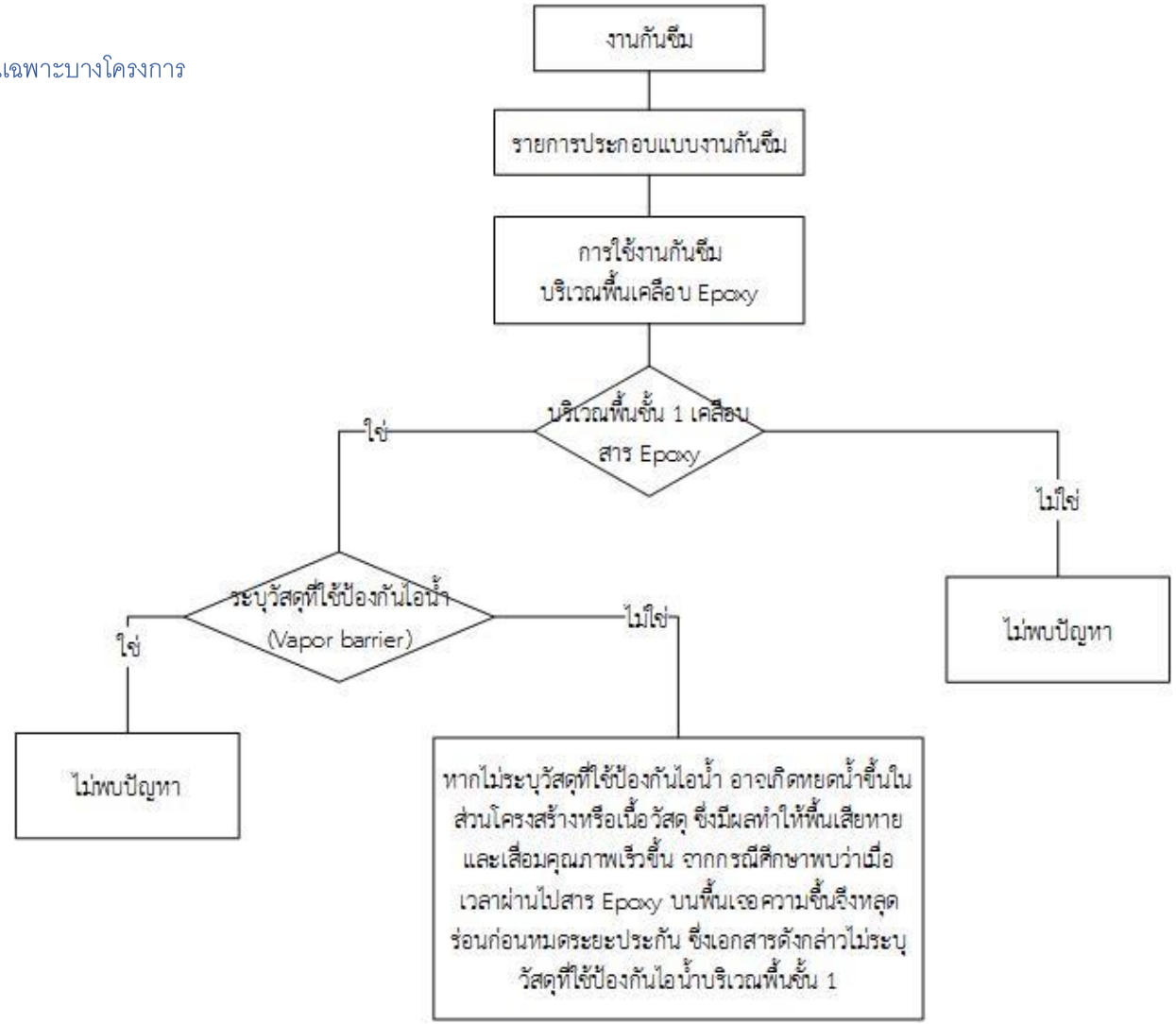

งานกันซึม
รายการประกอบแบบงานกันซึม
รายละเอียดงานกันซึมทั่วไป (บริเวณที่ขาดรายละเอียดบ่อยๆ เช่นพื้นท้องน้ำ, ดาดฟ้า, สระว่ายน้ำ เป็นต้น
ระบุประเภทกันซึม เช่น แบบ membrane, แบบ Cement base เป็นต้น
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุประเภทกันซึม หรือระบุไม่ครบถ้วน ส่งผลให้เกิดการรั่วซึมสู่ชั้นถัดไปของอาคาร หรือใส่กันซึมผิดประเภทซึ่งส่งผลให้กันซึมอายุการใช้งานสั้นลง
ระบุชนิดกันซึม เช่น ทา, พ่น เป็นต้น
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
กันซึมแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่ต่างกัน หากไม่ระบุชนิดให้ชัดเจน ทำให้ใช้งานกันซึมผิดความต้องการได้
ระบุขอบเขตการทากันซึมถึงรอยต่อต่างๆ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขอบเขตการทากันซึมถึงรอยต่อต่างๆ อาจทากันซึมไม่ครอบคลุมบริเวณ และส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของน้ำสู่ชั้นถัดไป
ระบุความหนาหรือจำนวนรอบการทากันซึม
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ถึงแม้จะระบุส่วนอื่นครบถ้วนแล้ว แต่หากขาดการระบุความหนาหรือจำนวนรอบการทากันซึมก็จะส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของน้ำสู่ชั้นถัดไปเช่นกัน


งานกันซึม
รายการประกอบแบบงานกันซึม
การใช้งานกันซึม
บริเวณกระถางต้นไม้/พื้นปลูกต้นไม้
กระถางต้นไม้/พื้นปลูกต้นไม้
สำหรับต้นไม้ขนาด
เล็ก
ใหญ่
ใช้กันซึมแบบ
Membrane
ใช่
ไม่ใช่
สำหรับต้นไม้ขนาดเล็ก หาก
ระบุใช้กันซึมแบบ membrane
เมื่อเกิดการขุดพรวนดิน
membrane จะทะลุ กันซึมจะ
เสื่อมสภาพการใช้งาน
ใช้กันซึมแบบกึ่ง
ยางมะตอย
ใช่
ไม่ใช่
สำหรับต้นไม้ขนาดเล็ก เมื่อใช้กัน
ซึมแบบกึ่งยางมะตอยเนื่องจาก
วัสดุกันซึมมีความยืดหยุ่น จึง
ทนทานกว่าวัสดุรูปแบบอื่น
สำหรับต้นไม้ขนาดเล็ก
หากระบุกันซึมรูปแบบ
อื่นที่มีความยืดหยุ่นก็
สามารถใช้ได้เช่นกัน
ใช้กันซึมแบบ
Membrane
ใช่
ไม่ใช่
สำหรับต้นไม้ขนาด
ใหญ่ หากระบุใช้กันซึม
แบบ membrane
เมื่อเกิดการขุดพรวน
ดิน membrane จะ
ทะลุ กันซึมจะ
เสื่อมสภาพการใช้งาน
ใช้กันซึมแบบ Cement
base
ใช่
ไม่ใช่
สำหรับต้นไม้ขนาดใหญ่ หาก
ใช้กันซึมแบบ Cement
base เมื่อบริเวณดังกล่าว
เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่และเกิด
การขอนไชของรากต้นไม้ จะ
ทำให้กันซึมเกิดการแตกร้าว
ในระยะเวลาต่อมา
ใช้กันซึมแบบกึ่ง
ยางมะตอย
ใช่
ไม่ใช่
สำหรับต้นไม้ขนาดใหญ่ เมื่อใช้กัน
ซึมแบบกึ่งยางมะตอยเนื่องจาก
วัสดุกันซึมมีความยืดหยุ่น จึง
ทนทานกว่าวัสดุรูปแบบอื่น
สำหรับต้นไม้ขนาดใหญ่
หากระบุกันซึมรูปแบบ
อื่นที่มีความยืดหยุ่นก็
สามารถใช้ได้เช่นกัน


งานกันซึม
รายการประกอบแบบงานกันซึม
การใช้งานกันซึม
บริเวณถังน้ำดี, ถังน้ำเสีย
ประเภทถังน้ำที่ต้องการตรวจสอบ
ถังน้ำดี
ถังน้ำเสีย
ระบุใช้กันซึมแบบ
ไม่มีสารพิษ (Non-Toxic)
มีสารพิษ (Toxic)
ระบุใช้กันซึมแบบ
ไม่มีสารพิษ (Non-Toxic)
มีสารพิษ (Toxic)
ไม่พบปัญหา
เนื่องจากถังน้ำดีเป็นถังน้ำใช้ หากใช้กันซึมแบบมีสารพิษ จะทำให้สารปนเปื้อนและเป็นพิษแก่ผู้ใช้งาน
ไม่พบปัญหา
หากถังน้ำเสียระบุใช้กันซึมแบบมีสารพิษก็สามารถใช้ได้ ไม่พบปัญหาใดๆ


งานกันซึม
รายการประกอบแบบงานกันซึม
การใช้งานกันซึม
บริเวณงานชั้นใต้ดิน
ระบุกันซึมงานชั้นใต้ดิน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุกันซึมงานชั้นใต้ดินอาจเกิดการซึมจากน้ำใต้ดิน และน้ำจากฝั่งผนังใต้ดินซึมเข้ามาภายในชั้นใต้ดิน
ระบุวัสดุที่ใช้ป้องกันไอน้ำ
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุวัสดุที่ใช้ป้องกันไอน้ำอาจเกิดหยดน้ำขึ้นในส่วนโครงสร้างหรือเนื้อวัสดุ มีผลทำให้โครงสร้างเสียหายและเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น

*กรณีศึกษาที่เกิดปัญหาขึ้นเฉพาะบางโครงการ



15.งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง

<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

15.1 การใช้วัสดุประตูผิดบริเวณ ได้แก่ ประตูบริเวณห้องน้ำและงานภายนอกไม่ควรใช้วัสดุกระดาษอัด, วัสดุไม้อัด, วัสดุไม้, บาน Swing

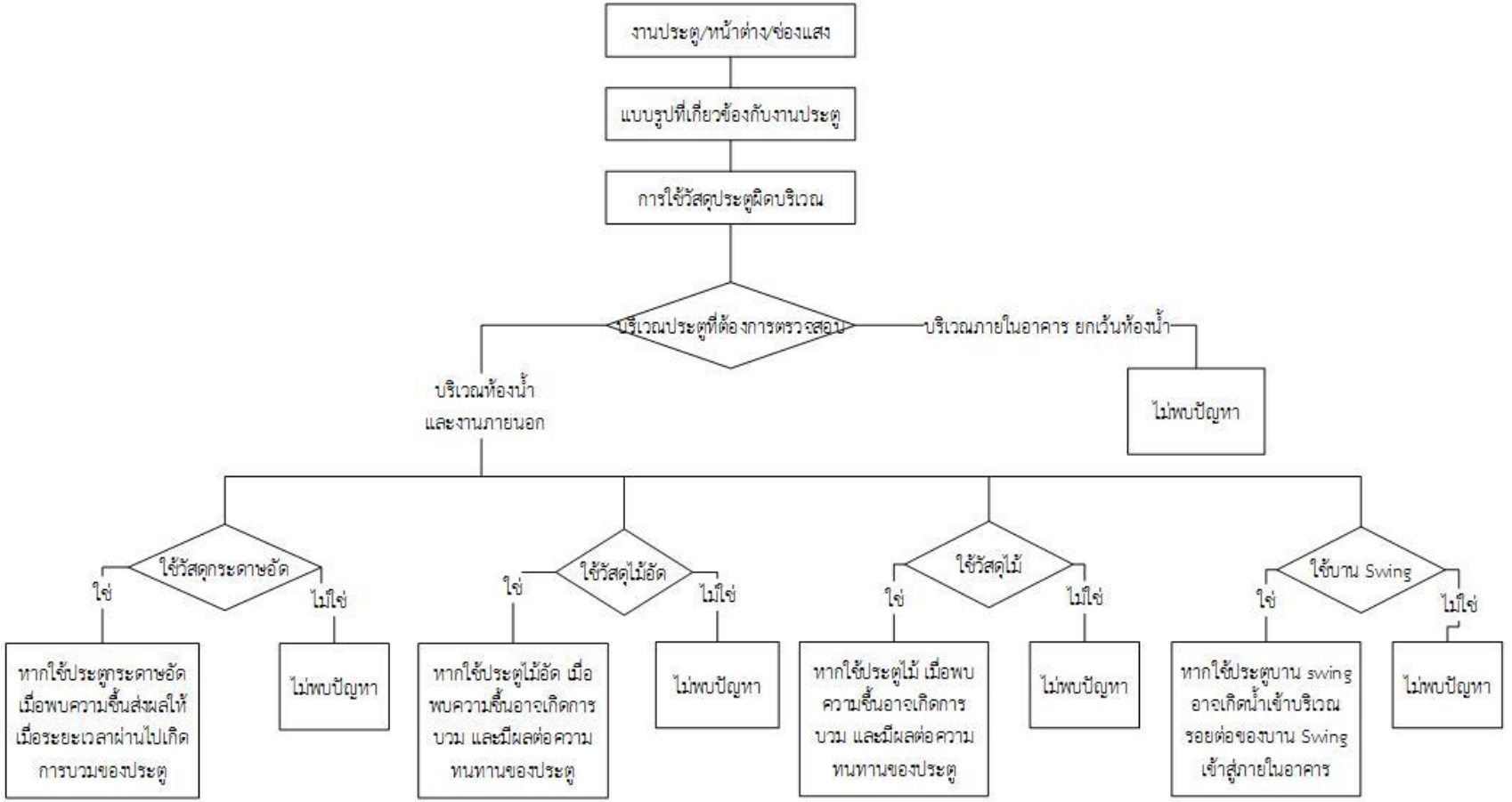
15.2 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตูหนีไฟ ได้แก่ ระยะเวลากันไฟของประตูหนีไฟและวงกบของประตูหนีไฟ, ไม่ควรมีช่องแสงบนประตูหนีไฟ, ไม่ควรใช้ใช้ลูกบิดประตูแบบกลมทั่วไป

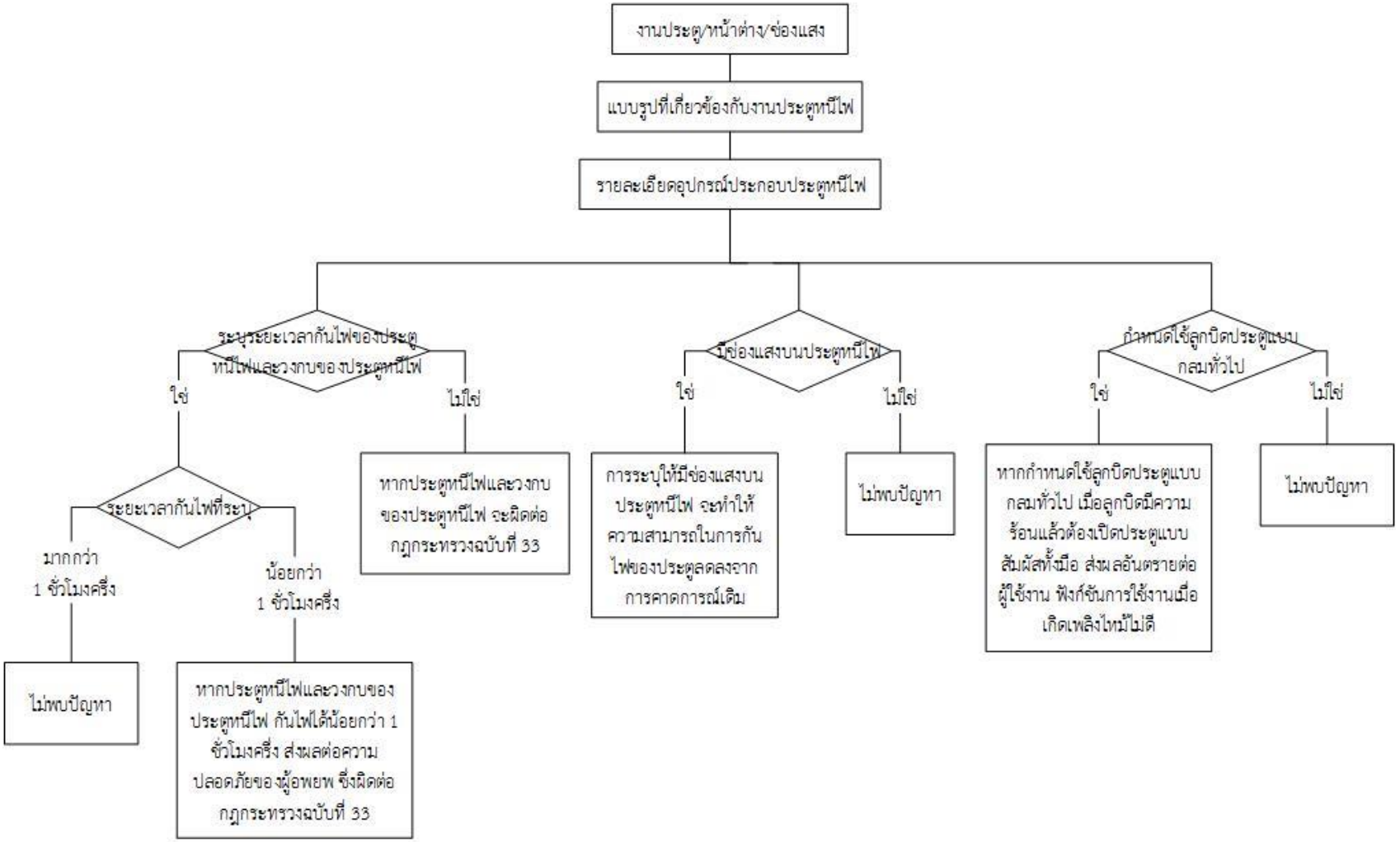
15.3 ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟ ได้แก่ ประตูหนีไฟควรเปิดได้ 1 ทิศทางโดยเปิดทางใดขึ้นอยู่กับชั้นของทางหนีไฟ

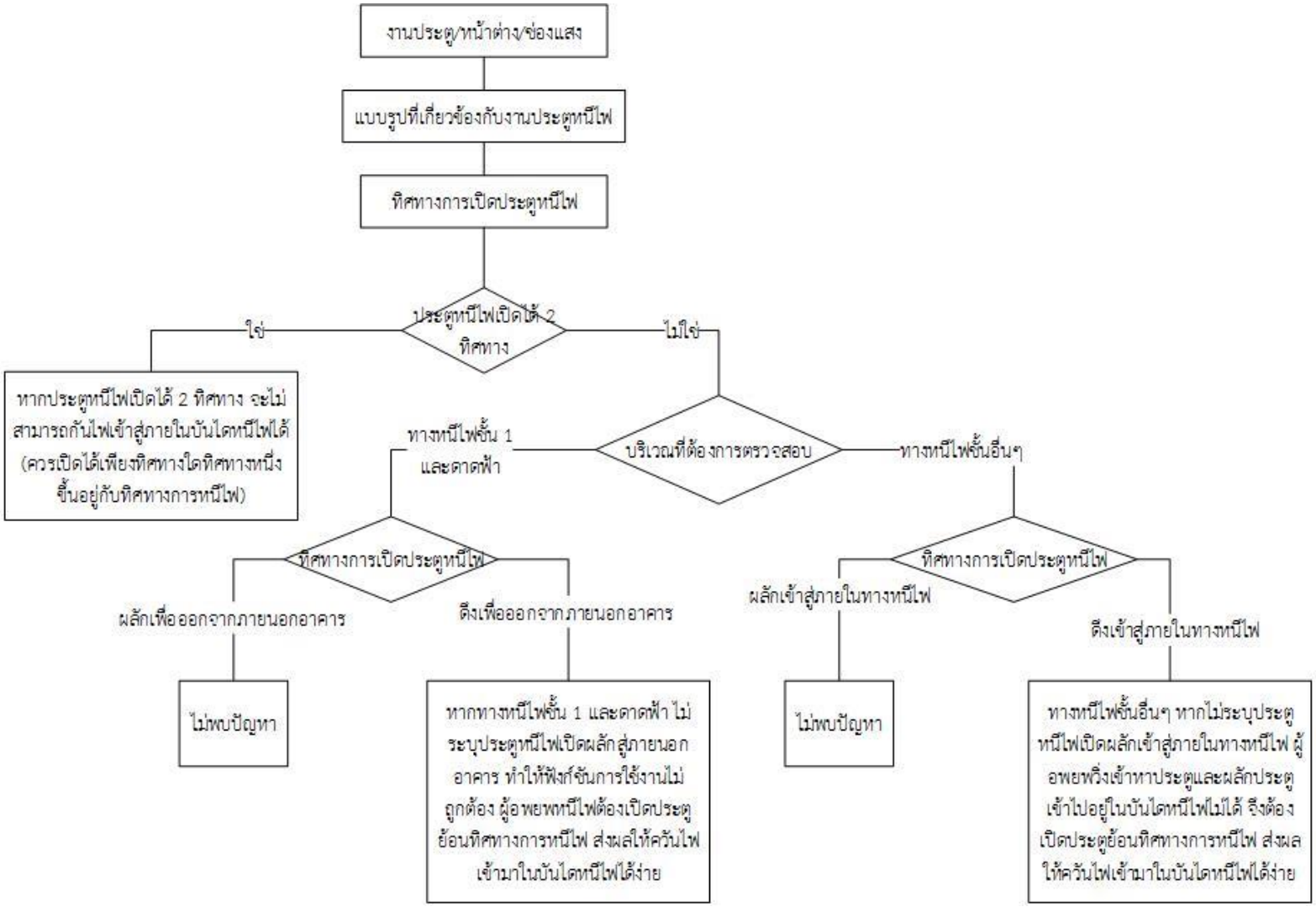
15.4 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตู/หน้าต่าง ได้แก่ ขนาดวงกบของประตู/หน้าต่าง, วัสดุที่ใช้สำหรับวงกบของประตู/หน้าต่าง, ขนาดและจำนวนบานพับของประตู/หน้าต่าง

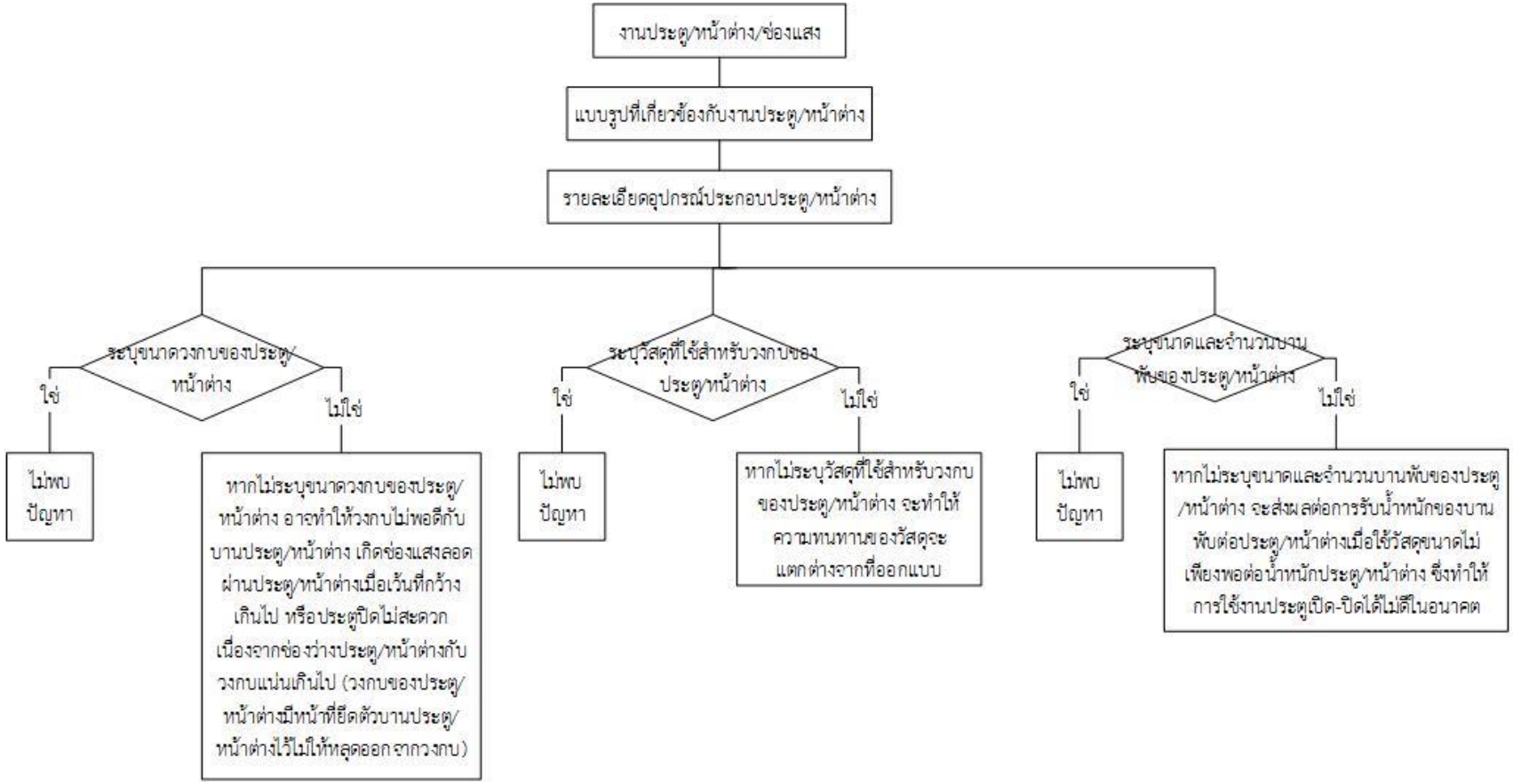
15.5 งานช่องแสง ได้แก่ ตำแหน่งช่องแสง, บานเกล็ดของช่องแสงออกแบบคำนึงถึงการกันน้ำเข้าด้านใน

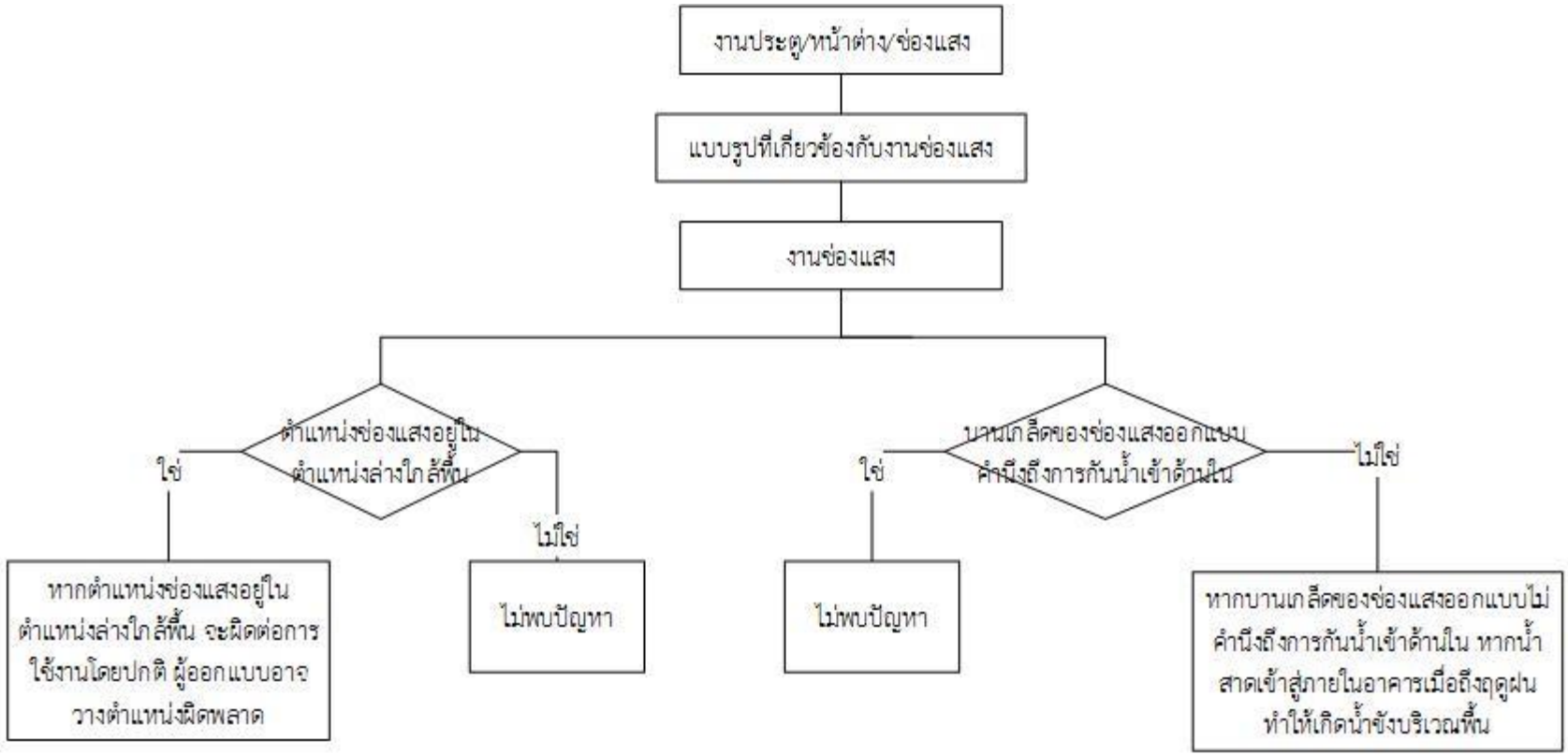
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานประตู
การใช้วัสดุประตูผิดบริเวณ
บริเวณประตูที่ต้องการตรวจสอบ
บริเวณภายในอาคาร ยกเว้นห้องน้ำ
ไม่พบปัญหา
บริเวณห้องน้ำ
และงานภายนอก
ใช้วัสดุกระดาษอัด
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้ประตูกระดาษอัด เมื่อพบความชื้นส่งผลให้ เมื่อระยะเวลาผ่านไปเกิด การบวมของประตู
ไม่พบปัญหา
ใช้วัสดุไม้อัด
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้ประตูไม้อัด เมื่อพบความชื้นอาจเกิดการบวม และมีผลต่อความทนทานของประตู
ไม่พบปัญหา
ใช้วัสดุไม้
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้ประตูไม้ เมื่อพบความชื้นอาจเกิดการบวม และมีผลต่อความทนทานของประตู
ไม่พบปัญหา
ใช้บาน Swing
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้ประตูบาน swing อาจเกิดน้ำเข้าบริเวณรอยต่อของบาน Swing เข้าสู่ภายในอาคาร
ไม่พบปัญหา


งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานประตูหนีไฟ
รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตูหนีไฟ
ระบุระยะเวลากันไฟของประตูหนีไฟและวงกบของประตูหนีไฟ
ใช่
ไม่ใช่
ระยะเวลากันไฟที่ระบุ
มากกว่า 1 ชั่วโมงครึ่ง
น้อยกว่า 1 ชั่วโมงครึ่ง
ไม่พบปัญหา
หากประตูหนีไฟและวงกบของประตูหนีไฟ กันไฟได้น้อยกว่า 1 ชั่วโมงครึ่ง ส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้อพยพ ซึ่งผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33
หากประตูหนีไฟและวงกบของประตูหนีไฟ จะผิดต่อกฎกระทรวงฉบับที่ 33
มีช่องแสงบนประตูหนีไฟ
ใช่
ไม่ใช่
การระบุให้มีช่องแสงบนประตูหนีไฟ จะทำให้ความสามารถในการกันไฟของประตูลดลงจากการคาดการณ์เดิม
ไม่พบปัญหา
กำหนดใช้ลูกบิดประตูแบบกลมทั่วไป
ใช่
ไม่ใช่
หากกำหนดใช้ลูกบิดประตูแบบกลมทั่วไป เมื่อลูกบิดมีความร้อนแล้วต้องเปิดประตูแบบสัมผัสทั้งมือ ส่งผลอันตรายต่อผู้ใช้งาน ฟังก์ชันการใช้งานเมื่อเกิดเพลิงไหม้ไม่ดี
ไม่พบปัญหา


งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานประตูหนีไฟ
ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟ
ประตูหนีไฟเปิดได้ 2 ทิศทาง
ใช่
ไม่ใช่
หากประตูหนีไฟเปิดได้ 2 ทิศทาง จะไม่สามารถกันไฟเข้าสู่ภายในบันไดหนีไฟได้ (ควรเปิดได้เพียงทิศทางใดทิศทางหนึ่งขึ้นอยู่กับทิศทางการหนีไฟ)
บริเวณที่ต้องการตรวจสอบ
ทางหนีไฟชั้น 1 และดาดฟ้า
ทางหนีไฟชั้นอื่นๆ
ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟ
ผลักเพื่อออกจากภายนอกอาคาร
ดึงเพื่อออกจากภายนอกอาคาร
ไม่พบปัญหา
หากทางหนีไฟชั้น 1 และดาดฟ้า ไม่ระบุประตูหนีไฟเปิดผลักสู่ภายนอกอาคาร ทำให้ฟังก์ชันการใช้งานไม่ถูกต้อง ผู้อพยพหนีไฟต้องเปิดประตูย้อนทิศทางการหนีไฟ ส่งผลให้ควันไฟเข้ามาในบันไดหนีไฟได้ง่าย
ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟ
ผลักเข้าสู่ภายในทางหนีไฟ
ดึงเข้าสู่ภายในทางหนีไฟ
ไม่พบปัญหา
ทางหนีไฟชั้นอื่นๆ หากไม่ระบุประตูหนีไฟเปิดผลักเข้าสู่ภายในทางหนีไฟ ผู้อพยพวิ่งเข้าหาประตูและผลักประตูเข้าไปอยู่ในบันไดหนีไฟไม่ได้ จึงต้องเปิดประตูย้อนทิศทางการหนีไฟ ส่งผลให้ควันไฟเข้ามาในบันไดหนีไฟได้ง่าย


งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานประตู/หน้าต่าง
รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตู/หน้าต่าง
ระบุขนาดวงกบของประตู/หน้าต่าง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขนาดวงกบของประตู/หน้าต่าง อาจทำให้วงกบไม่พอดีกับบานประตู/หน้าต่าง เกิดช่องแสงลอดผ่านประตู/หน้าต่างเมื่อเว้นที่กว้างเกินไป หรือประตูปิดไม่สะดวกเนื่องจากช่องว่างประตู/หน้าต่างกับวงกบแน่นเกินไป (วงกบของประตู/หน้าต่างมีหน้าที่ยึดตัวบานประตู/หน้าต่างไว้ไม่ให้หลุดออกจากวงกบ)
ระบุวัสดุที่ใช้สำหรับวงกบของประตู/หน้าต่าง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุวัสดุที่ใช้สำหรับวงกบของประตู/หน้าต่าง จะทำให้ความทนทานของวัสดุจะแตกต่างจากที่ออกแบบ
ระบุขนาดและจำนวนบานพับของประตู/หน้าต่าง
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุขนาดและจำนวนบานพับของประตู/หน้าต่าง จะส่งผลต่อการรับน้ำหนักของบานพับต่อประตู/หน้าต่างเมื่อใช้วัสดุขนาดไม่เพียงพอต่อน้ำหนักประตู/หน้าต่าง ซึ่งทำให้การใช้งานประตูเปิด-ปิดได้ไม่ดีในอนาคต


งานประตู/หน้าต่าง/ช่องแสง
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานช่องแสง
งานช่องแสง
ตำแหน่งช่องแสงอยู่ใน ตำแหน่งล่างใกล้พื้น
ใช่
ไม่ใช่
หากตำแหน่งช่องแสงอยู่ใน ตำแหน่งล่างใกล้พื้น จะผิดต่อการใช้งานโดยปกติ ผู้ออกแบบอาจวางตำแหน่งผิดพลาด
ไม่พบปัญหา
บานเกล็ดของช่องแสงออกแบบคำนึงถึงการกันน้ำเข้าด้านใน
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากบานเกล็ดของช่องแสงออกแบบไม่คำนึงถึงการกันน้ำเข้าด้านใน หากน้ำสาดเข้าสู่ภายในอาคารเมื่อถึงฤดูฝน ทำให้เกิดน้ำขังบริเวณพื้น

16.งานสี

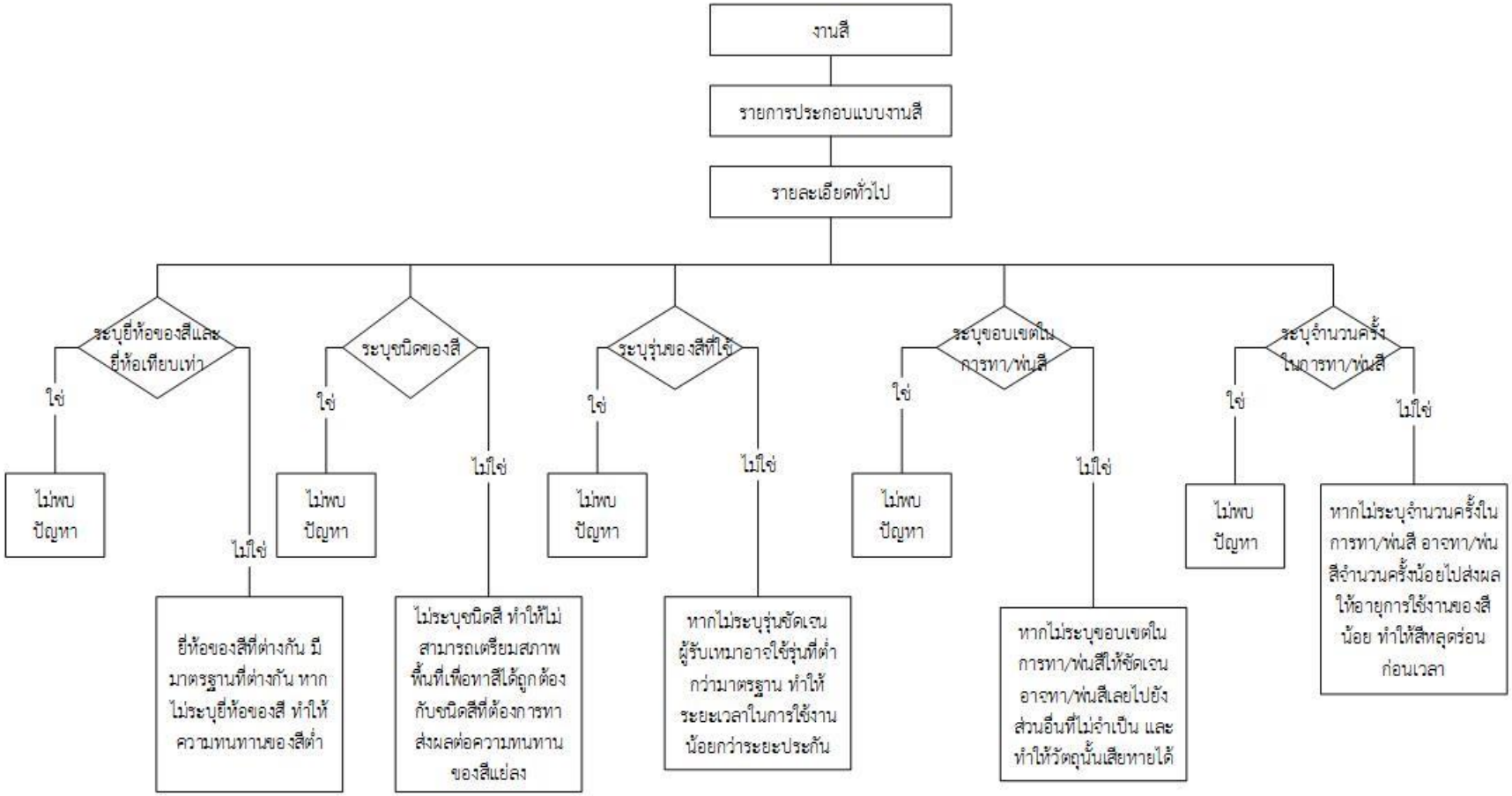
<u>สิ่งที่ต้องระบุในรายการประกอบแบบ</u>

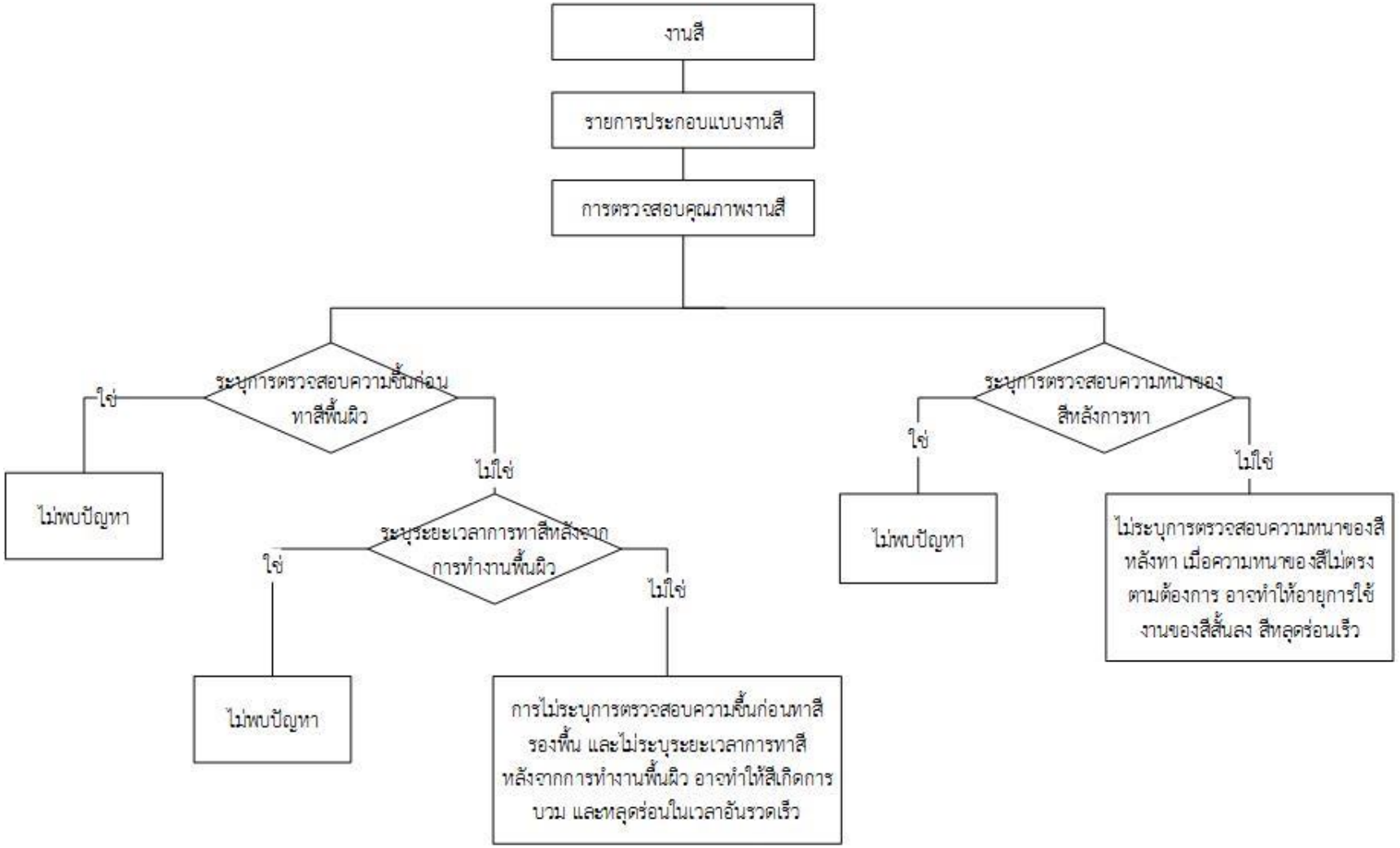
16.1 รายละเอียดทั่วไป ได้แก่ ระบุยี่ห้อของสีและยี่ห้อเทียบเท่า, ชนิดของสี, รุ่นของสีที่ใช้, ขอบเขตในการทา/พ่นสี, จำนวนครั้งในการทา/พ่นสี

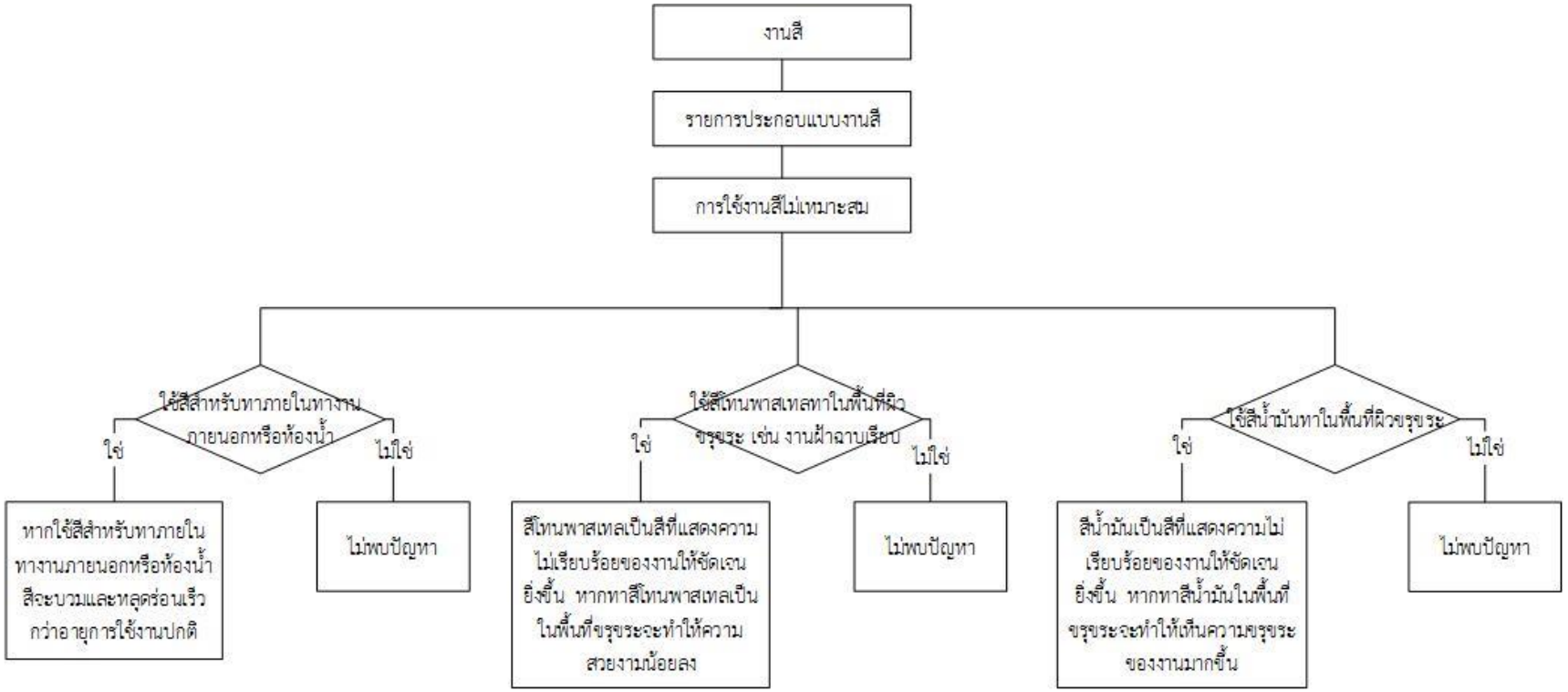
16.2 การตรวจสอบคุณภาพงานสี ได้แก่ การตรวจสอบความชื้นก่อนทาสีพื้นผิว, ระยะเวลาการทาสีหลังจากการทำงานพื้นผิว, การตรวจสอบความหนาของสีหลังการทา

16.3 การใช้งานสีไม่เหมาะสม ได้แก่ สีสำหรับทาภายในทางานภายนอกหรือห้องน้ำไม่ได้, ไม่ใช้สีโทนพาสเทลทาในพื้นที่ผิวขรุขระ, ไม่ใช้สีน้ำมันทาในพื้นที่ผิวขรุขระ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY


งานสี
รายการประกอบแบบงานสี
รายละเอียดทั่วไป
ระบุยี่ห้อของสีและยี่ห้อเทียบเท่า
ระบุชนิดของสี
ระบุรุ่นของสีที่ใช้
ระบุขอบเขตในการทา/พ่นสี
ระบุจำนวนครั้งในการทา/พ่นสี
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
ยี่ห้อของสีที่ต่างกัน มีมาตรฐานที่ต่างกัน หากไม่ระบุยี่ห้อของสี ทำให้ความทนทานของสีต่ำ
ไม่ระบุชนิดสี ทำให้ไม่สามารถเตรียมสภาพพื้นที่เพื่อทาสีได้ถูกต้องกับชนิดสีที่ต้องการทา ส่งผลต่อความทนทานของสีแย่ลง
หากไม่ระบุรุ่นชัดเจน ผู้รับเหมาอาจใช้รุ่นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ทำให้ระยะเวลาในการใช้งานน้อยกว่าระยะประกัน
หากไม่ระบุขอบเขตในการทา/พ่นสีให้ชัดเจน อาจทา/พ่นสีเลยไปยังส่วนอื่นที่ไม่จำเป็น และทำให้วัตถุนั้นเสียหายได้
หากไม่ระบุจำนวนครั้งในการทา/พ่นสี อาจทา/พ่นสีจำนวนครั้งน้อยไปส่งผลให้อายุการใช้งานของสีน้อย ทำให้สีหลุดร่อนก่อนเวลา


งานสี
รายการประกอบแบบงานสี
การตรวจสอบคุณภาพงานสี
ระบุการตรวจสอบความชื้นก่อนทาสีพื้นผิว
ใช่
ไม่พบปัญหา
ไม่ใช่
ระบุระยะเวลาการทาสีหลังจากการทำงานพื้นผิว
ใช่
ไม่พบปัญหา
ไม่ใช่
การไม่ระบุการตรวจสอบความชื้นก่อนทาสีรองพื้น และไม่ระบุระยะเวลาการทาสีหลังจากการทำงานพื้นผิว อาจทำให้สีเกิดการบวม และหลุดร่อนในเวลาอันรวดเร็ว
ระบุการตรวจสอบความหนาของสีหลังการทา
ใช่
ไม่พบปัญหา
ไม่ใช่
ไม่ระบุการตรวจสอบความหนาของสีหลังทา เมื่อความหนาของสีไม่ตรงตามต้องการ อาจทำให้อายุการใช้งานของสีสั้นลง สีหลุดร่อนเร็ว


งานสี
รายการประกอบแบบงานสี
การใช้งานสีไม่เหมาะสม
ใช้สีสำหรับทาภายในทางานภายนอกหรือห้องน้ำ
ใช่
ไม่ใช่
หากใช้สีสำหรับทาภายในทางานภายนอกหรือห้องน้ำ สีจะบวมและหลุดร่อนเร็วกว่าอายุการใช้งานปกติ
ไม่พบปัญหา
ใช้สีโทนพาสเทลทาในพื้นที่ผิวขรุขระ เช่น งานฝ้าฉาบเรียบ
ใช่
ไม่ใช่
สีโทนพาสเทลเป็นสีที่แสดงความไม่เรียบร้อยของงานให้ชัดเจนยิ่งขึ้น หากทาสีโทนพาสเทลเป็นในพื้นที่ขรุขระจะทำให้ความสวยงามน้อยลง
ไม่พบปัญหา
ใช้สีน้ำมันทาในพื้นที่ผิวขรุขระ
ใช่
ไม่ใช่
สีน้ำมันเป็นสีที่แสดงความไม่เรียบร้อยของงานให้ชัดเจนยิ่งขึ้น หากทาสีน้ำมันในพื้นที่ขรุขระจะทำให้เห็นความขรุขระของงานมากขึ้น
ไม่พบปัญหา

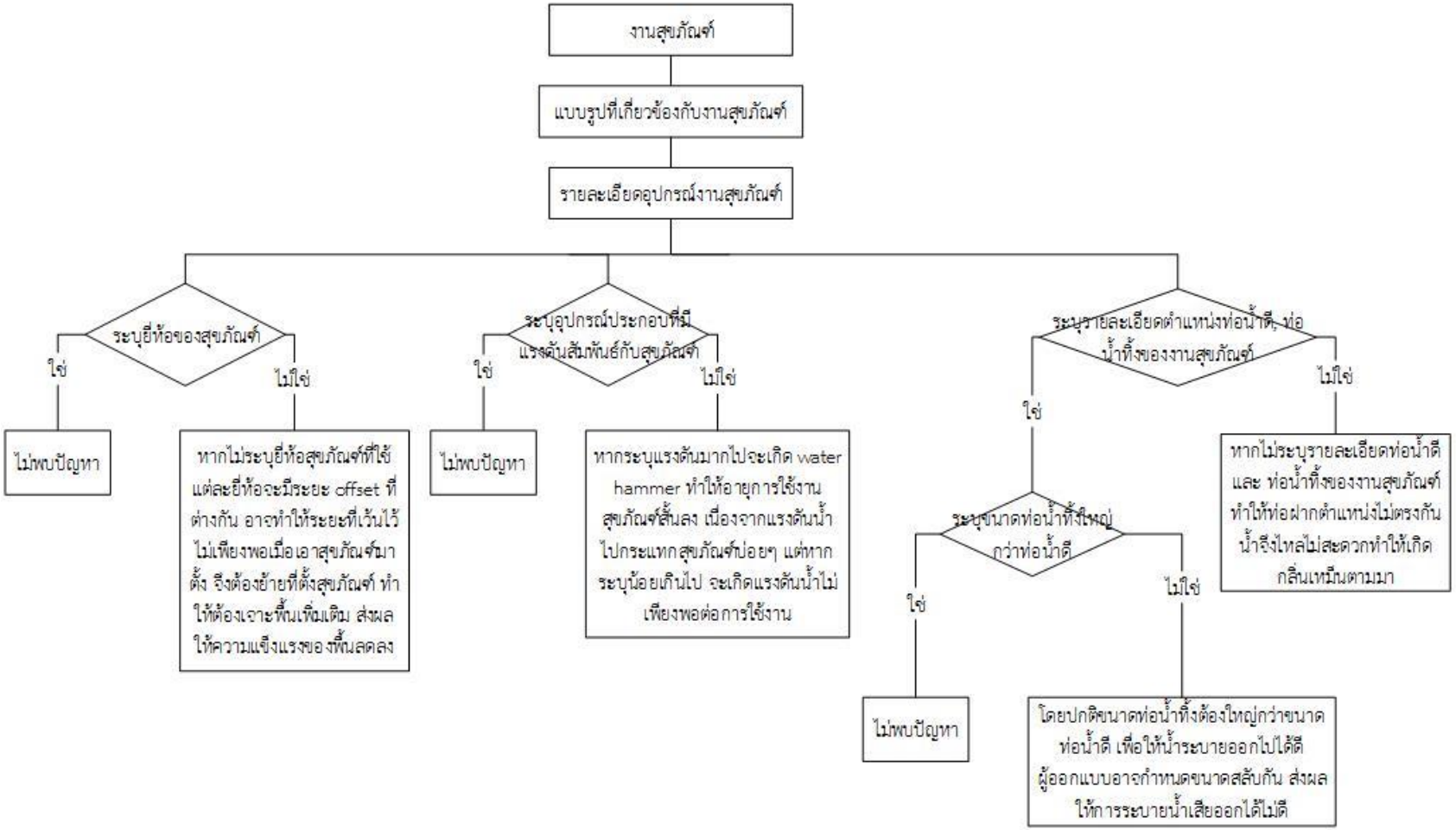
17.งานสุขภัณฑ์

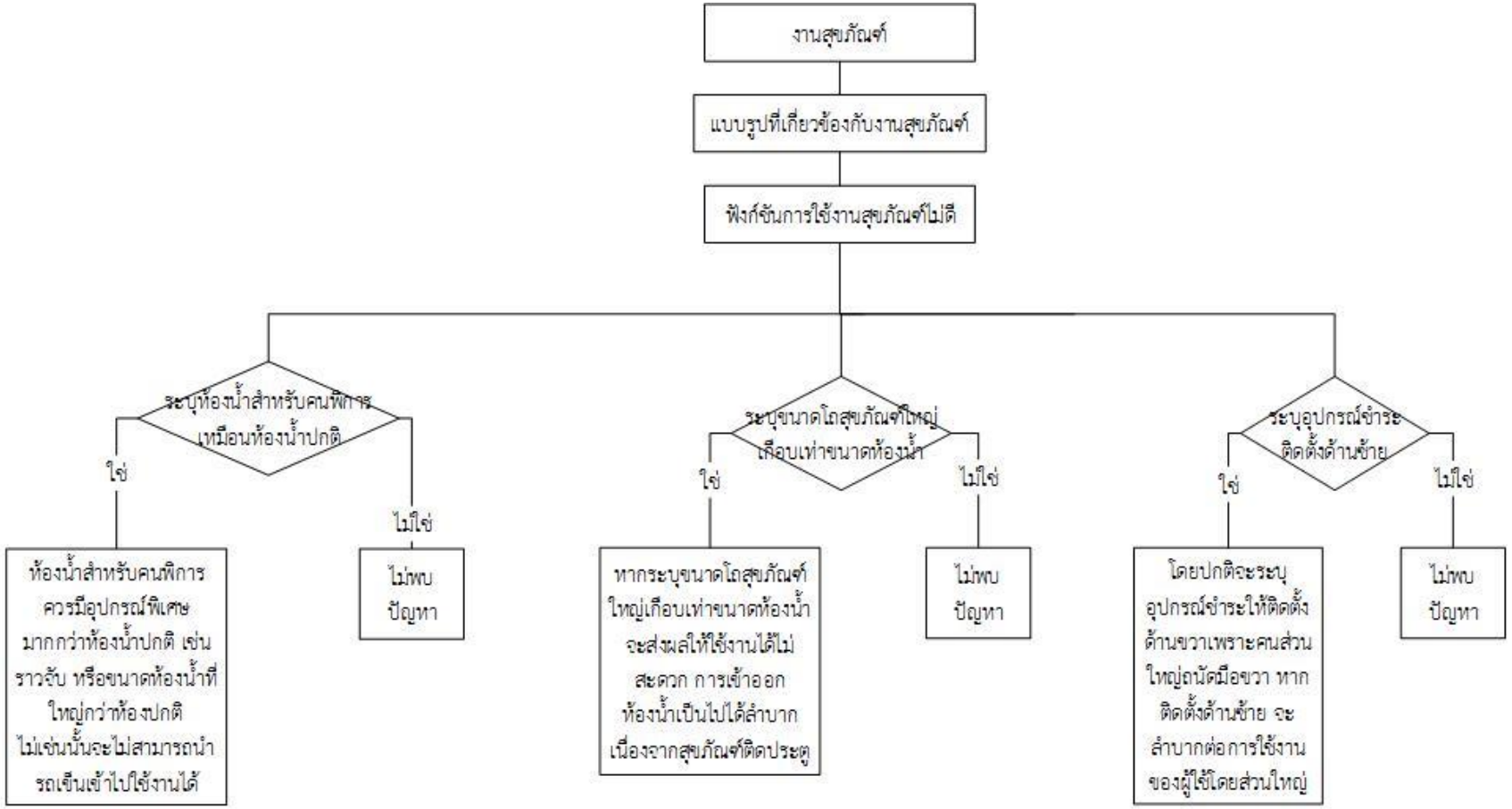
<u>สิ่งที่ต้องระบุในแบบรูป</u>

17.1 รายละเอียดอุปกรณ์งานสุขภัณฑ์ ได้แก่ ยี่ห้อของสุขภัณฑ์, อุปกรณ์ประกอบที่มีแรงดันสัมพันธ์กับสุขภัณฑ์, รายละเอียดตำแหน่งท่อน้ำดี, ท่อน้ำทิ้งของงานสุขภัณฑ์

17.2 ฟังก์ชันการใช้งานสุขภัณฑ์ไม่ดี ได้แก่ ห้องน้ำสำหรับคนพิการต้องไม่เหมือนห้องน้ำปกติ, ขนาดโถสุขภัณฑ์ใหญ่เกือบเท่าขนาดห้องน้ำ, อุปกรณ์ชำระติดตั้งด้านซ้าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


งานสุขภัณฑ์
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานสุขภัณฑ์
รายละเอียดอุปกรณ์งานสุขภัณฑ์
ระบุยี่ห้อของสุขภัณฑ์
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากไม่ระบุยี่ห้อสุขภัณฑ์ที่ใช้ แต่ละยี่ห้อจะมีระยะ offset ที่ต่างกัน อาจทำให้ระยะที่เว้นไว้ไม่เพียงพอเมื่อเอาสุขภัณฑ์มาติ้ง จึงต้องย้ายที่ตั้งสุขภัณฑ์ ทำให้ต้องเจาะพื้นเพิ่มเติม ส่งผลให้ความแข็งแรงของพื้นลดลง
ระบุอุปกรณ์ประกอบที่มีแรงดันสัมพันธ์กับสุขภัณฑ์
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
หากระบุแรงดันมากไปจะเกิด water hammer ทำให้อายุการใช้งานสุขภัณฑ์สั้นลง เนื่องจากแรงดันน้ำไปกระแทกสุขภัณฑ์บ่อยๆ แต่หากระบุน้อยเกินไป จะเกิดแรงดันน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้งาน
ระบุรายละเอียดตำแหน่งท่อน้ำดี, ท่อน้ำทิ้งของงานสุขภัณฑ์
ใช่
ไม่ใช่
หากไม่ระบุรายละเอียดท่อน้ำดี และ ท่อน้ำทิ้งของงานสุขภัณฑ์ ทำให้ท่อฝากตำแหน่งไม่ตรงกัน น้ำจึงไหลไม่สะดวกทำให้เกิดกลิ่นเหม็นตามมา
ระบุขนาดท่อน้ำทิ้งใหญ่กว่าท่อน้ำดี
ใช่
ไม่ใช่
ไม่พบปัญหา
โดยปกติขนาดท่อน้ำทิ้งต้องใหญ่กว่าขนาดท่อน้ำดี เพื่อให้น้ำระบายออกไปได้ดี ผู้ออกแบบอาจกำหนดขนาดสลับกัน ส่งผลให้การระบายน้ำเสียออกได้ไม่ดี


งานสุขภัณฑ์
แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับงานสุขภัณฑ์
ฟังก์ชันการใช้งานสุขภัณฑ์ไม่ดี
ระบุห้องน้ำสำหรับคนพิการเหมือนห้องน้ำปกติ
ใช่
ไม่ใช่
ห้องน้ำสำหรับคนพิการควรมีอุปกรณ์พิเศษมากกว่าห้องน้ำปกติ เช่น ราวจับ หรือขนาดห้องน้ำที่ใหญ่กว่าห้องปกติ ไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถนำรถเข็นเข้าไปใช้งานได้
ไม่พบปัญหา
ระบุขนาดโถสุขภัณฑ์ใหญ่เกือบเท่าขนาดห้องน้ำ
ใช่
ไม่ใช่
หากระบุขนาดโถสุขภัณฑ์ใหญ่เกือบเท่าขนาดห้องน้ำ จะส่งผลให้ใช้งานได้ไม่สะดวก การเข้าออกห้องน้ำเป็นไปได้ลำบาก เนื่องจากสุขภัณฑ์ติดประตู
ไม่พบปัญหา
ระบุอุปกรณ์ชำระติดตั้งด้านซ้าย
ใช่
ไม่ใช่
โดยปกติจะระบุอุปกรณ์ชำระให้ติดตั้งด้านขวาเพราะคนส่วนใหญ่ถนัดมือขวา หากติดตั้งด้านซ้าย จะลำบากต่อการใช้งานของผู้ใช้โดยส่วนใหญ่
ไม่พบปัญหา

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูลความน่าเชื่อถือของแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธี Rating scale

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวข้องาน	หัวข้อย่อย	คนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.งานดินและงานปรับพื้นที่	[1.1 การบดอัด]	2	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5
	[1.2 การกองดิน]	2	4	5	5	4	5	3	3	4	3	3	4
	[1.3 งานระบบป้องกันดิน]	2	3	5	5	4	5	3	4	4	5	4	5
2.งานเสาเข็ม	[2.1 รายละเอียดของเสาเข็มตอก]	3	2	5	4	4	5	4	3	4	3	4	4
	[2.2 รายละเอียดของเสาเข็มเจาะ]	3	2	5	4	5	5	4	3	4	4	5	5
	[2.3 การเทคอนกรีตงานเสาเข็ม]	3	3	5	5	4	5	3	3	5	3	3	3
	[2.4 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ของเสาเข็ม]	4	3	5	4	5	5	4	3	2	4	3	3
	[2.5 การทดสอบน้ำหนักเสาเข็มตอก]	4	1	5	4	5	5	4	4	3	4	4	3
	[2.6 การเก็บวางเสาเข็ม]	4	3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
	[2.7 การใช้สารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ในเสาเข็มเจาะเปียก]	4	3	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4
3.งานฐานราก	[3.1 รายละเอียดของเหล็ก]	2	3	5	5	3	5	3	4	4	3	4	4
	[3.2 รายละเอียดงานระบบบริเวณฐานราก]	4	4	5	5	4	5	3	5	5	3	5	5
	[3.3 ขั้นตอนการทำงานฐานรากขนาดใหญ่ (Mat foundation)]	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้องาน	หัวข้อย่อย	คนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก	[4.1 การเสริมเหล็กปริมาณถี่]	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5
	[4.2 รายละเอียดของจุดเชื่อมต่องานพื้น Post tension/เสา]	5	3	5	4	4	5	3	4	5	3	4	5
	[4.3 การกำหนดกำลังของคอนกรีตของเสาและพื้นไม่สอดคล้อง]	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3
	[4.4 งานคานหน้าตัดขนาดใหญ่]	5	4	5	4	5	5	4	4	3	4	4	3
	[4.5 การรับน้ำหนักของคานที่ตำแหน่งเสาไม่ตรงกัน]	4	2	5	5	4	5	4	5	3	4	5	3
	[4.6 การรับน้ำหนักงานพื้น Post tension]	5	4	5	5	3	5	4	5	3	5	4	3
	[4.7 งานช่องเปิด/ช่อง Shaft]	5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	5	5
	[4.8 การเสริมเหล็กชั้นดาดฟ้า]	5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	5	5
	[4.9 รายละเอียดงานบันไดทั่วไปและบันไดหนีไฟ]	5	4	5	5	4	5	3	4	5	3	4	5
	[4.10 รายละเอียดของท่อระบายน้ำ]	5	5	5	5	4	5	3	2	4	5	5	4
	[4.11 การระบุประเภทของซีเมนต์]	5	5	5	5	4	5	4	2	5	4	5	5
	[4.12 รายละเอียดเหล็กเสริม]	3	2	5	4	4	5	3	4	4	3	4	4
	[4.13 รายละเอียดระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็ก (Concrete covering)]	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5

หัวข้องาน	หัวข้อย่อย	คนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5.งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	[5.1 การรับน้ำหนักบรรทุก]	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5
	[5.2 การกำหนดรายละเอียดการติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป]	5	5	5	5	4	5	3	4	4	5	4	5
	[5.3 การกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมคำนึงบริเวณที่ใช้]	5	4	5	4	5	5	3	4	4	5	4	5
	[5.4 ขั้นตอนการทำงานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป]	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5
6.งานเหล็กรูปพรรณ	[6.1 การกำหนดรายละเอียดเหล็กรูปพรรณ]	4	1	5	5	4	5	4	3	5	4	3	5
	[6.2 การติดตั้งโครงสร้างถัก]	5	3	5	5	4	5	3	4	4	5	4	4
	[6.3 การเชื่อมเหล็กรูปพรรณบริเวณที่ไม่แสดงให้คนทั่วไปมองเห็น]	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
	[6.4 การทาสีงานเหล็ก]	5	3	5	4	4	5	3	4	5	3	4	5
7.งานผนัง	[7.1 รายละเอียดทั่วไปของวัสดุก่อ]	5	3	5	4	4	4	3	4	5	3	4	5
	[7.2 รายละเอียดทั่วไปของงานผนัง]	4	4	5	4	5	4	3	4	5	4	4	5
	[7.3 รายละเอียดบริเวณงานผนังกับงานระบบ]	4	4	5	4	4	3	3	2	4	3	4	4
	[7.4 งานผนังกับพื้น Post tension]	5	5	5	4	4	3	3	5	5	4	5	5
	[7.5 รายละเอียดการทำงานผนังก่อที่มีงานระบบ]	5	4	5	4	4	4	3	2	5	4	4	5

หัวข้องาน	หัวข้อย่อย	คนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8.งานผิวพื้นและผิวผนัง	[8.1 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (บริเวณห้องน้ำ)]	5	4	5	4	4	4	4	3	5	4	5	4
	[8.2 วัสดุไม่สอดคล้องกับการใช้งาน (ดาดฟ้าหรืองานภายนอก)]	5	5	5	4	4	4	3	2	4	3	3	4
	[8.3 รายละเอียดงานผิวผนังปูนฉาบ]	5	4	5	4	5	4	4	3	5	5	3	4
	[8.4 รายละเอียดการเตรียมพื้นผิว]	5	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4
	[8.5 รายละเอียดงานปูกระเบื้อง]	5	5	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4
9.งานฝ้าเพดาน	[9.1 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบงานฝ้าฉาบเรียบ]	5	4	5	4	5	4	3	4	5	3	5	3
	[9.2 รายละเอียดระดับงานฝ้า]	5	4	5	5	5	2	3	4	4	3	4	5
	[9.3 วัสดุงานฝ้าเพดาน บริเวณภายนอกอาคาร/ห้องสปา/ห้องน้ำ]	5	5	5	4	5	3	4	2	5	4	2	5
10.งานดาดฟ้า	[10.1 รายละเอียดเหล็กเสริมพื้นดาดฟ้า]	4	5	5	5	4	4	4	2	5	4	4	3
	[10.2 รายละเอียดระบบระบายน้ำบนชั้นดาดฟ้า]	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5
	[10.3 รายละเอียดงานกันซึมชั้นดาดฟ้า]	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5
	[10.4 รายละเอียดบริเวณรอยต่อ]	5	5	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4

หัวข้องาน	หัวข้อย่อย	คนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11.งานไม้	[11.1 รายละเอียดการติดตั้งไม้]	5	5	5	5	4	4	3	3	5	4	5	5
	[11.2 การใช้งานไม้ในบริเวณที่มีความชื้น]	5	5	5	5	4	3	3	2	5	4	4	5
	[11.3 รายละเอียดทั่วไปของงานไม้]	5	5	5	4	4	5	3	4	5	3	4	5
	[11.4 การทาสีงานไม้]	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4
12.งานกระจก	[12.1 รายละเอียดงานกระจกภายในอาคาร]	5	4	5	4	5	4	3	4	5	3	4	5
	[12.2 รายละเอียดงานผนังกระจกภายนอกอาคาร]	4	4	5	4	5	4	3	4	5	3	4	5
	[12.3 รายละเอียดจุดต่อของงานกระจกอลูมิเนียม]	5	5	5	4	4	3	3	4	4	3	4	4
	[12.4 งานลิฟต์กระจกภายนอกอาคาร]	4	5	5	4	4	3	4	2	5	4	2	5
13.งานโลหะและเบ็ดเตล็ด	[13.1 รายละเอียดทั่วไป]	4	3	5	4	4	4	4	3	5	4	3	5
	[13.2 การใช้งานโลหะไม่เหมาะสม]	4	3	3	4	4	4	3	2	5	3	2	5

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้องาน	หัวข้อย่อย	คนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14.งานกันซึมและป้องกันความชื้น	[14.1 รายละเอียดงานกันซึมทั่วไป	4	4	5	5	4	3	4	4	5	5	4	5
	[14.2 การใช้งานกันซึม บริเวณกระถาง/พื้นปลูกต้นไม้]	4	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4
	[14.3 การใช้งานกันซึม บริเวณถังน้ำดี, ถังน้ำเสีย]	5	4	5	4	4	4	3	3	5	3	3	4
	[14.4 การใช้งานกันซึม บริเวณงานชั้นใต้ดิน]	4	4	5	4	4	4	3	3	5	3	4	4
	[14.5 การใช้งานกันซึม บริเวณพื้นเคลือบ Epoxy]	4	4	5	5	4	4	4	2	5	4	5	5
15.งานประตู หน้าต่าง และช่องแสง	[15.1 การใช้วัสดุประตูผิดบริเวณ]	5	4	5	5	4	4	3	4	5	4	3	5
	[15.2 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตูหนีไฟ]	4	4	5	5	4	5	3	5	5	3	5	5
	[15.3 ทิศทางการเปิดประตูหนีไฟ]	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4
	[15.4 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบประตู/หน้าต่าง]	4	4	5	4	5	3	3	3	4	3	3	4
	[15.5 งานช่องแสง]	5	4	5	4	3	3	4	2	4	4	2	4
16.งานสี	[16.1 รายละเอียดทั่วไป]	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5
	[16.2 การตรวจสอบคุณภาพงานสี]	4	4	5	4	5	5	3	4	5	4	4	5
	[16.3 การใช้งานสีไม่เหมาะสม]	4	4	5	5	5	2	3	3	5	4	5	5
17.งานสุขภัณฑ์	[17.1 รายละเอียดอุปกรณ์งานสุขภัณฑ์]	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4
	[17.2 ฟังก์ชันการใช้งานสุขภัณฑ์ไม่ดี]	5	4	5	5	4	2	3	4	5	5	4	5

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสิรีธร นะมะมุติ เกิดเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2536 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมก่อสร้างและการบริหาร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University