# การศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบ

นางสาวฐาปนี เพชรคงทอง



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 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# A STUDY OF PROBLEMS AND SOLUTION GUIDELINES FOR FULLY PRECAST SYSTEM IN CONDOMINIUM CONSTRUCTION PROJECT

Miss Thapanee Petkhongtong




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 2014

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบ |
| โดย | นางสาวฐาปนี เพชรคงทอง |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมโยธา |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | ดร.พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์ |

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ดร.พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.เพชร์รัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฐาปนี เพชรคงทอง : การศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบ (A STUDY OF PROBLEMS AND SOLUTION GUIDELINES FOR FULLY PRECAST SYSTEM IN CONDOMINIUM CONSTRUCTION PROJECT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.นพดล จอกแก้ว, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ดร.พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์, 282 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุสาเหตุของปัญหาที่มีความสำคัญและนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่เป็นอาคารเตี้ย (สูงไม่เกิน 8 ชั้น) ซึ่งใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปชนิดเต็มรูปแบบ โดยการรวบรวมสาเหตุของปัญหาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องร่วมกับการสำรวจหน่วยงานผลิตจำนวน 5 หน่วยงานและโครงการก่อสร้างจำนวน 7 โครงการ จากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยการทดสอบแบบทวินามซึ่งทำให้สามารถระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากนั้นทำการแจกแจงสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล และใช้วิธีการวิเคราะห์ความเสี่ยงเพื่อระบุระดับความสำคัญของสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย ซึ่งพิจารณาจากความถี่และความรุนแรงของสาเหตุ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตอบแบบสอบถามจากหน่วยงานผลิต จำนวน 30 ราย และหน่วยงานติดตั้ง 31 ราย และทำการวิเคราะห์ระดับความสำคัญโดยใช้วิธีฐานนิยม จากนั้นคัดเลือกสาเหตุของปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ใน 4 ด้าน สำหรับศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาซึ่งใช้วิธีเดลฟายเทคนิคเพื่อหาข้อสรุปโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ราย ผลการศึกษาพบสาเหตุของปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงในขั้นตอนการผลิตจำนวน 3 สาเหตุ ขั้นตอนการขนส่งจำนวน 2 สาเหตุ และขั้นตอนการติดตั้งจำนวน 5 สาเหตุ และข้อสรุปสำหรับแนวทางแก้ไขปัญหา ได้แก่ การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคารในการออกแบบ การพัฒนารายการตรวจสอบสำหรับการประสานงานแบบ การพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่เป็นมาตรฐาน การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ การเพิ่มความสำเร็จรูปในระบบการก่อสร้าง การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน และการพัฒนาทักษะฝีมือแรงงานด้วยการฝึกอบรมสำหรับติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| | |
|---|---|
| ภาควิชา วิศวกรรมโยธา | ลายมือชื่อนิสิต ..... |
| สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา | ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ..... |
| ปีการศึกษา 2557 | ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม ..... |

## 5670178521 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS: FULLY PRECAST CONCRETE SYSTEM / LOW-RISE CONDOMINIUM CONSTRUCTION / CONSTRUCTION PROBLEMS

THAPANEE PETKHONGTONG: A STUDY OF PROBLEMS AND SOLUTION GUIDELINES FOR FULLY PRECAST SYSTEM IN CONDOMINIUM CONSTRUCTION PROJECT. ADVISOR: ASST. PROF. NOPPADON JOKKAW, Ph.D., CO-ADVISOR: PHATSAPHAN CHARNWASUNUNTH, Ph.D., 282 pp.

The objectives of this research are to identify important causes of problem and propose guidelines for solving the problems in low-rise condominium construction (up to 8 stories) which applied fully precast system. The causes of problem were collected from literature reviews and surveying 5 precast plants and 7 construction projects. Then, causes of problem were analyzed by using binomial to identify causes of problems in production, transportation, and installation process, respectively. After that, the causes of problem were grouped by using cause-and-effect diagrams. Risk analysis method was used to identify the important levels of cause effecting 4 groups of problem i.e. time, cost, quality, and safety problem by considering frequency and severity of causes which evaluated by 30 experts form production sector and 31 experts from installation sector. The important levels of cause were analyzed by using mode of data. The high important level causes at least 3 of 4 groups of problem were considered to propose the guidelines of problem solutions from 12 experts' opinion and summarized consensus by using Delphi technique. The results of this research show the high important level causes are 3 causes of problems in production, 2 causes of problems in transportation and 5 causes of problems in installation. The proposed guidelines of problem solution are applying Building Information Modeling (BIM) in design process, developing check lists for coordination in design process, developing standard precast element, surveying route of transportation for design precast element, increasing degree of prefabrication for precast construction system, developing work package scheduling for precast construction, and developing skill labors by training programs for precast element installation.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Department: | Civil Engineering | Student's Signature | ..... |
| Field of Study: | Civil Engineering | Advisor's Signature | ..... |
| Academic Year: | 2014 | Co-Advisor's Signature | ..... |

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทาง และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ด้วยดีมาโดยตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ และดร.เพชร์รัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์ ที่ได้สละเวลาช่วยให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จโดยสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้สละเวลาในการให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่มีประโยชน์สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาต่างๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอสำนึกและกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่ได้ให้กำลังใจ และคอยสนับสนุนช่วยเหลือในด้านต่างๆเสมอมาแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ ..... 21

1.1 ความเป็นมา ..... 21

1.2 ความสำคัญของปัญหา ..... 24

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ..... 26

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย ..... 26

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ..... 27

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย ..... 29

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 30

2.1 ความหมายและคำจำกัดความ ..... 30

2.2 การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 32

2.2.1 ประเภทอาคารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 32

2.2.2 การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแบ่งตามประเภทของอาคาร ..... 37

2.3 หลักเกณฑ์การออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 38

2.3.1 น้ำหนักบรรทุก ..... 39

2.3.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง ..... 39

2.3.3 เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ..... 40

2.3.4 ระยะเวลา ..... 41

2.3.5 เสถียรภาพของโครงสร้าง ..... 42

2.4 รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต ..... 42

2.4.1 ประเภทของรอยต่อ ..... 43

2.4.2 การออกแบบรอยต่อ ..... 44

2.4.3 การส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของรอยต่อ ..... 44

2.4.4 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน ..... 45

2.5 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 46

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ..... 50

2.7 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 52

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของปัญหาการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 56

2.8.1 สาเหตุของปัญหาในการบริหารจัดการการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 56

2.8.2 สาเหตุของปัญหาที่ต้องพิจารณาสำหรับการก่อสร้างระบบโครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนัก ..... 57

2.8.3 สาเหตุของปัญหาในการก่อสร้างบ้านเดี่ยวสองชั้นด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับแรง ..... 58

2.8.4 สาเหตุของปัญหาด้านคุณภาพในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 60

2.8.5 สาเหตุของปัญหาด้านเทคนิคการก่อสร้างบ้านเดี่ยวสองชั้นด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับแรง ..... 60

2.8.6 สาเหตุของปัญหาในระบบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ..... 61

2.8.7 ปัญหาในกระบวนการผลิตระบบคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานอาคาร ..... 62

2.8.8 ปัญหาในกระบวนการจัดการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานไปยังสถานที่ก่อสร้าง ..... 62

2.8.9 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในกระบวนการก่อสร้างอาคารระบบคอนกรีตสำเร็จรูปที่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานก่อสร้าง ..... 63

2.8.10 ปัญหากระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง ..... 63

2.8.11 ปัญหารูปแบบแผนการดำเนินงานในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 64

2.9 การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 64

2.9.1 การติดตั้งฐานรากสำเร็จรูปและคานคอดินสำเร็จรูป ..... 65

2.9.2 การติดตั้งพื้นสำเร็จรูปและผนังสำเร็จรูปรับแรง ..... 65

2.9.3 การติดตั้งบันไดสำเร็จรูป ..... 66

2.9.4 การบริหารจัดการ ..... 67

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 69

2.10.1 การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังสำเร็จรูปในประเทศไทย ..... 69

2.10.2 การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศสิงคโปร์ ..... 69

2.10.3 การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในฮ่องกง ..... 70

2.10.4 การบริหารจัดการและลักษณะการทำงานการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 71

2.10.5 การก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ..... 71

2.11 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าสำเร็จรูป ..... 75

2.11.1 การสร้างจิตสำนึกพนักงานภายในองค์กร ..... 76

2.11.2 การปรับปรุงสถานที่ทำงาน ..... 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.11.3 การวางแผนลำดับการผลิต ..... 77

2.11.4 การปฏิบัติงานแบบมาตรฐาน ..... 77

2.11.5 การจัดการกระบวนการผลิตด้วยสายตา (Visual Management) ..... 77

2.11.6 การควบคุมคุณภาพการทำงาน ..... 78

2.12 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารงานก่อสร้าง ..... 78

2.12.1 การจัดการทรัพยากรในโครงการก่อสร้าง ..... 78

2.12.2 การควบคุมการก่อสร้าง ..... 79

2.13 สรุปการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 82

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย ..... 83

3.1 บทนำ ..... 83

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ..... 83

3.3 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ..... 87

3.4 การศึกษาวิธีก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในปัจจุบัน ..... 87

3.5 การสำรวจข้อมูล และการสัมภาษณ์ ..... 88

3.6 การรวบรวมสาเหตุของปัญหาในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 88

3.7 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause Effect Diagram) ..... 90

3.7.1 แผนผังสาเหตุและผล (Cause Effect Diagram) ..... 90

3.8 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา ..... 91

3.9 ทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม (Reliability) ..... 97

3.10 การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา ..... 97

3.11 เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) ..... 97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 4 การศึกษาสาเหตุของปัญหาในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 103
4.1 บทนำ ..... 103
4.2 ผลการศึกษาวิธีการก่อสร้างที่พักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบในประเทศไทย ..... 103
4.2.1 บ้านพักอาศัย ..... 104
4.2.2 อาคารชุดพักอาศัย ..... 104
4.2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 105
4.3 การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ ..... 111
4.4 การรวบรวมสาเหตุของปัญหา ..... 119
4.5 การระบุสาเหตุของปัญหา ..... 124
4.5.1 ขั้นตอนผลิต ..... 132
4.5.2 ขั้นตอนขนส่ง ..... 136
4.5.3 ขั้นตอนติดตั้ง ..... 140
4.6 การแจกแจงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยแผนผังสาเหตุและผล ..... 146
4.7. การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 159
4.7.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความถี่และความรุนแรงของสาเหตุโดยใช้ค่าฐานนิยม . 159
4.8 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา ..... 161
บทที่ 5 การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา ..... 188
5.1 ข้อสรุปสำหรับแนวทางแก้ไขปัญหา ..... 188

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1.1 ผลจากการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงจากแบบสอบถามปลายเปิดในรอบที่ 1 ..... 188

5.1.2 ผลจากการวิเคราะห์ข้อสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคนิคเดลฟายรอบที่ 2 ..... 210

5.1.3 ผลจากการวิเคราะห์ข้อสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคนิคเดลฟายรอบที่ 3 ..... 214

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย ..... 222

6.1 สรุปผลการวิจัย ..... 222

6.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย ..... 224

6.3 ข้อเสนอแนะ ..... 224

รายการอ้างอิง ..... 225

ภาคผนวก ก ..... 232

ภาคผนวก ข ..... 241

ภาคผนวก ค ..... 252

ภาคผนวก ง ..... 270

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ..... 282

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 แผนภูมิที่อยู่อาศัยจดทะเบียนเพิ่มในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี2550-2556 ..... 22

รูปที่ 1.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนประเภทของที่อยู่อาศัยในกรุงเทพฯและปริมณฑล ปี 2553-2556 ..... 22

รูปที่ 1.3 สัดส่วนของอาคารชุดพักอาศัยประเภท low-rise และ อาคารชุดพักอาศัยประเภท high-rise ที่ก่อสร้างในกรุงเทพและปริมณฑล ปี 2555 ..... 25

รูปที่ 2.1โครงสร้างระบบเสาและคาน ..... 34

รูปที่ 2.2 โครงสร้างระบบเสาและแผ่นพื้น ..... 34

รูปที่ 2.3 โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก ..... 35

รูปที่ 2.4 โครงสร้างสำเร็จรูประบบกล่อง ..... 36

รูปที่ 2.5 โครงสร้างระบบผสมผสานระหว่างระบบ ..... 37

รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการทำความสะอาดและพ่นน้ำยาทาแบบหล่อ ..... 47

รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการร่างแบบลงบนแบบหล่อ ..... 47

รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการวางเหล็กกั้นแบบหล่อ ..... 48

รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการวางเหล็กเสริม ..... 48

รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการเทคอนกรีต ..... 49

รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการขัดหน้าชิ้นงาน ..... 49

รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการขัดหน้าชิ้นงาน ..... 50

รูปที่ 2.13 การเตรียมงานฐานราก ..... 53

รูปที่ 2.14 งานตอม่อ ..... 53

รูปที่ 2.15 การวางคานสำเร็จรูป ..... 54

รูปที่ 2.16 การใส่เหล็กเสริมระหว่างปลายคาน ..... 54

Chulalongkorn University

รูปที่ 2.17การยกติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง ..... 55
รูปที่ 2.18 รอยต่อระหว่างผนัง ..... 56
รูปที่ 2.19 การติดตั้งคานคอดิน ..... 65
รูปที่ 2.20 การติดตั้งแผ่นผนังสำเร็จรูป..... 66
รูปที่ 2.21 รอยต่อระหว่างผนัง..... 66
รูปที่ 2.22 รอยต่อระหว่างผนังและบันได..... 67
รูปที่ 2.23 โครงการก่อสร้างอาคารหอพัก 8 ชั้นด้วยระบบสำเร็จรูป ..... 67
รูปที่ 2.24 เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการอาคารหอพัก 8 ชั้น ..... 68
รูปที่ 2.25 การจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายในโครงการ..... 68
รูปที่ 2.26 การก่อสร้างบ้านพักอาโดยใช้ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด ..... 73
รูปที่ 2.27 การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยหลายชั้นโดยใช้ Crawler crane ขนาดใหญ่..... 73
รูปที่ 2.28 ลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 74
รูปที่ 2.29 การเขียนรูป 3 มิติเพื่อประกอบโครงสร้าง ..... 74
รูปที่ 2.30 ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ..... 75
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ..... 86
รูปที่ 3.2 ลักษณะของแผนผังสาเหตุและผล ..... 90
รูปที่ 4. 1 การจัดทำฐานราก..... 113
รูปที่ 4.2 การติดตั้งคานคอดินและระบบสาธารณูปโภคล่างพื้นชั้น 1..... 113
รูปที่ 4.3 การติดตั้งพื้นชั้น 1 ..... 114
รูปที่ 4.4 การติดตั้งผนังชั้น 1..... 114
รูปที่ 4.5 การติดตั้งพื้นชั้น 2 ..... 115
รูปที่ 4.6 การติดตั้งงานระบบ ..... 115

รูปที่ 4.7 การติดตั้งบันได ..... 116
รูปที่ 4.8 การติดตั้งชานพักบันได ..... 116
รูปที่ 4.9 การติดตั้งพื้นชั้น 3 ..... 117
รูปที่ 4.10 การติดตั้งผนังชั้น 3 ..... 117
รูปที่ 4.11 การติดตั้งผนังชั้น 4 ..... 117
รูปที่ 4.12 การติดตั้งผนัง Roof Tank ..... 118
รูปที่ 4.13 การติดตั้งโครงหลังคา ..... 118
รูปที่ 4.14 ปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 147
รูปที่ 4.15 ปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 148
รูปที่ 4.16 ปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 149
รูปที่ 4.17 ปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 150
รูปที่ 4.18 ปัญหาต้นทุนสูงขึ้นในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 151
รูปที่ 4.19 ปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 152
รูปที่ 4.20 ปัญหาคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 153
รูปที่ 4.21 ปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 154
รูปที่ 4.22 ปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 155
รูปที่ 4.23 ปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 156
รูปที่ 4.24 ปัญหาคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 157
รูปที่ 4.25 ปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 158
รูปที่ 5.1 รายละเอียดของแบบจำลอง 3 มิติ สำหรับการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 194
รูปที่ 5.2 การกองเก็บของช่องเปิดหน้าต่างที่มีจำนวนมากมีรูปร่างใกล้เคียงกัน ..... 197
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐานให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ..... 199

รูปที่ 5.4 ตัวอย่างขนาดห้องครัวมาตรฐานสำหรับผู้ออกแบบเลือกใช้ ..... 200
รูปที่ 5.5 ตัวอย่างขนาดห้องรับแขกมาตรฐานสำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ..... 201
รูปที่ 5.6 การติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปที่ใช้จำนวนแรงงานฝีมือน้อยลง ..... 203
รูปที่ 5.7 การติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูป โดยการตรวจสอบตำแหน่งระยะ ระดับให้ถูกต้องก่อนติดตั้ง ..... 203
รูปที่ 5.8 การติดตั้งท่อน้ำภายในห้องน้ำสำเสร็จรูปเพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่หน่วยงานก่อสร้าง ..... 204

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 ยอดโอนกรรมสิทธิ์ในโครงการอาคารชุดพักอาศัย ..... 23

ตารางที่ 1.2 จำนวนอาคารจำแนกตามรูปแบบของอาคารชุดพักอาศัย ..... 25

ตารางที่ 3.1 ความหมายของระดับคะแนนความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพ และความปลอดภัย ..... 94

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ฐานนิยม ..... 95

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา ..... 96

ตารางที่ 3.4 จำนวนผู้เชี่ยวชาญกับอัตราความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ..... 99

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การตัดสินระดับฉันทามติสำหรับการตอบที่เป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ..... 101

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 106

ตารางที่ 4.2 ที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 120

ตารางที่ 4.3 ที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 121

ตารางที่ 4.4 ที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 122

ตารางที่ 4.5 ค่าสัดส่วนความคิดเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 124

ตารางที่ 4.6 ค่าสัดส่วนความเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 127

ตารางที่ 4.7 ค่าสัดส่วนความเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 129

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าฐานนิยมของสาเหตุ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้น ..... 159

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าฐานนิยมของสาเหตุ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้า..... 160

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าฐานนิยมของสาเหตุ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนด ..... 160

ตารางที่ 4.11ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าฐานนิยมของสาเหตุ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ที่ทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลง..... 161

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 162

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 163

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 164

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 165

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 166

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 167

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 168

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 169

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 170

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 171

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 172

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ..... 173

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิต 174

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการขนส่ง ..... 176

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง ..... 177

ตารางที่ 4.27 สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ด้าน ..... 181

ตารางที่ 4.28 สรุปสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ด้าน ..... 182

ตารางที่ 4.29 สรุปสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ด้าน ..... 183

ตารางที่ 5.1 แหล่งที่มาของแนวทางการแก้ไขปัญหา ..... 189

ตารางที่ 5.2 ตัวอย่างรายการตรวจสอบสำหรับการประสานแบบร่วมกัน ..... 196

ตารางที่ 5.3 ตัวอย่างปริมาณแรงงานและผลิตภาพของงานเพื่อใช้ในการจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work package) ..... 206

ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) โดยสมมติให้จำนวนวันทำงานของชุด 7 วัน ..... 208

ตารางที่ 5.5 ระดับความเห็นด้วยและความสอดคล้องของความคิดเห็นต่อแนวทางการแก้ไขปัญหา ..... 211

สถาบันวิทยบริการ
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.6 ค่าระดับคะแนนความคิดเห็น ค่ามัธยฐานและช่วงพิสัยควอไทล์ ที่ได้จากแบบสอบถามรอบที่ 3 ..... 214
ตารางที่ 5.7 ระดับความเห็นด้วยและความสอดคล้องของความคิดเห็นต่อแนวทางการแก้ไข ..... 217
ตารางที่ 5.8 ความเปลี่ยนแปลงของค่ามัธยฐานที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามรอบที่ 2 กับแบบสอบถามรอบที่ 3 ..... 219
ตารางที่ 5.9 ลำดับความคิดเห็นต่อแนวทางการแก้ไขปัญหา ..... 220

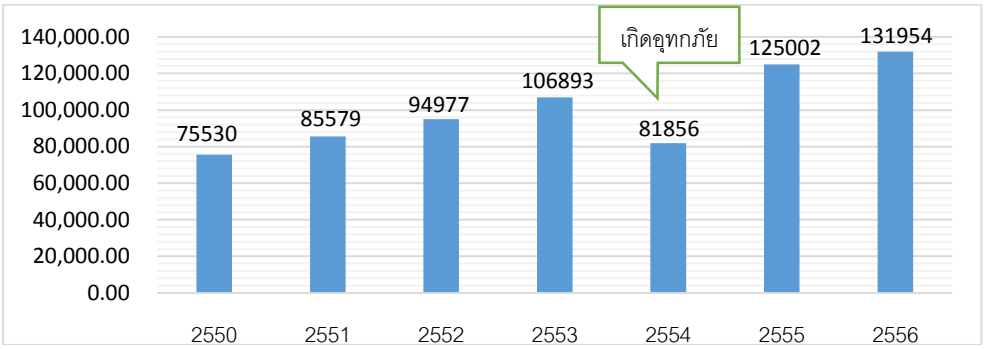
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 1
# บทนำ

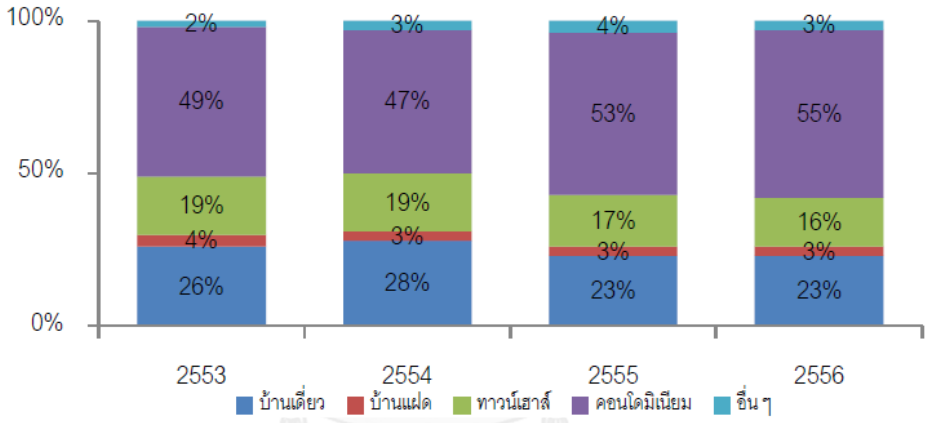
## 1.1 ความเป็นมา

ตลาดที่อยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในปี 2556 มีอัตราการเติบโตของที่อยู่อาศัยที่จดทะเบียนเพิ่มในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเพิ่มขึ้นร้อยละ 6 จากปี 2555 เนื่องจากกรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจ แหล่งงาน และแหล่งการศึกษาขนาดใหญ่ ดังนั้นความต้องการที่อยู่อาศัยจึงมีสูง รวมทั้งกับการพัฒนาโครงข่ายระบบรถไฟฟ้ามวลชนกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง และมีการเปิดใช้รถไฟฟ้าส่วนต่อขยายอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เมืองมีการขยายตัวออกสู่ชานเมืองเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการที่อยู่อาศัย บริเวณดังกล่าวเติบโตเพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.1

จากการศึกษาโครงสร้างของตลาดที่อยู่อาศัยกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในปี 2556 พบว่า สัดส่วนที่อยู่อาศัยหลักยังคงเป็นอาคารชุดพักอาศัยเช่นเดียวกับในปี 2555 ซึ่งเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 55 รองลงมาเป็นโครงการบ้านเดี่ยว ซึ่งมีสัดส่วนร้อยละ 23 ทาวน์เฮาส์ มีสัดส่วนร้อยละ 16 และบ้านแฝดมีสัดส่วนร้อยละ 3 ดังแสดงในรูปที่ 1.2 เนื่องจากความต้องการที่อยู่อาศัยบริเวณชานเมือง และส่วนต่อขยายยังมีปริมาณสูง อีกทั้งบ้านพักอยู่อาศัยปรับราคาสูงขึ้นและการเดินทางเข้าใจกลางเมืองสะดวกมากขึ้นส่งผลให้มูลค่าตลาดอาคารชุดในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปี 2556 เติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ14 จากปี 2555 แต่เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนแรงงานต่อเนื่องยังเป็นอุปสรรคสำคัญสำหรับตลาดที่อยู่อาศัยในปี 2556 ผู้ประกอบการจึงแก้ปัญหาโดยการใช้รูปแบบการก่อสร้างโดยใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยมากขึ้น




รูปที่ 1.1 แผนภูมิที่อยู่อาศัยจดทะเบียนเพิ่มในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี2550-2556
ที่มา: ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ปี (พ.ศ. 2556)




รูปที่ 1.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนประเภทของที่อยู่อาศัยในกรุงเทพฯและปริมณฑล ปี *2553-2556*
ที่มา :ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ปี (พ.ศ. 2556)

จากค่าแรงที่สูงขึ้นตามนโยบายของรัฐบาล และปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่ภาคการก่อสร้างกำลังประสบปัญหาทำให้ผู้ประกอบการภาคอสังหาริมทรัพย์ รวมถึงบริษัทรับสร้างบ้าน ได้ประกาศปรับขึ้นราคาที่อยู่อาศัยร้อยละ 5-10 เพื่อป้องกันไม่ให้ราคาที่อยู่อาศัยมีราคาสูงเกินไป ดังนั้นผู้ประกอบการต้องหันไปลดต้นทุน โดยนำนวัตกรรมก่อสร้างสำเร็จรูป หรือชิ้นส่วนสำเร็จรูป หลังคาสำเร็จรูป มาใช้ในการก่อสร้าง ที่มีข้อดีในการลดระยะเวลา และช่วยบริหารความเสี่ยงเรื่องแรงงาน (ผู้จัดการออนไลน์;กรกฎาคม 2556)

อธิป พีชานนท์ (2556) กล่าวว่าภาพรวมการซื้อขายที่อยู่อาศัยทั่วประเทศปี 2556 มีจำนวนรวม 131,954 หน่วย เติบโตขึ้นร้อยละ 6 คิดเป็นมูลค่ารวม 252,700 ล้านบาทเนื่องจาก

ความต้องการที่อยู่อาศัยมากขึ้น และความต้องการอาคารชุดพักอาศัยมีมากขึ้น และราคาที่อยู่อาศัยในปัจจุบันสูงมากจนทำให้ประชาชนส่วนหนึ่งไม่มีกำลังซื้อบ้านพักอาศัย หรือราคาที่ผู้ซื้อรับได้อาจต้องซื้อในทำเลที่อยู่นอกเมืองทำให้มีค่าใช้ในการเดินทาง ดังนั้นความต้องการอาคารชุดยังสามารถเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง

จำนวนอาคารชุดพักอาศัยในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลมีจำนวนร้อยละ 55 ของตลาดรวมที่อยู่อาศัยโดยนับจากจำนวนหน่วยของที่อยู่อาศัยที่จดทะเบียนเพิ่มในปี 2556 ดังแสดงในตาราง 1.1

ตารางที่ 1.1 ยอดโอนกรรมสิทธิ์ในโครงการอาคารชุดพักอาศัย

| ยอดโอนกรรมสิทธิ์ในโครงการอาคารชุด | 2554 | 2555 | 2556 |
|---|---|---|---|
| จำนวน (หลัง) | 1,686 | 930 | 3,800 |
| รับรู้รายได้ (ล้านบาท) | 4,478 | 2,840 | 8,450 |
| จำนวนอาคารชุดที่จดทะเบียนเพิ่มในเขตกรุงเทพและปริมณฑล | 34,734 | 78,391 | 69,532 |

ที่มา:ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ (พ.ศ. 2556)

โดยตลอดปี 2554 มีหลายปัจจัยที่ไม่เอื้อต่อการเปิดขายอาคารชุด เช่น ปริมาณของอาคารชุดพักอาศัยมีจำนวนการก่อสร้างเกินความต้องการ มาตรการที่ล่าช้าและไม่แน่นอนจากภาครัฐ ผู้ซื้อลังเล และปัจจัยด้านการเกิดอุทกภัย

ในปี 2555 ตลาดอาคารชุดมีการขยายตัวดีขึ้น ทั้งจากเศรษฐกิจที่ฟื้นตัวจากภาวะน้ำท่วม ความต้องการที่อยู่อาศัยตามแนวเส้นทางรถไฟฟ้า ความต้องการมีบ้านที่เพื่ออยู่อาศัยเป็นครั้งคราว และ การเดินทางเข้ามาทำงานในเขต กรุงเทพฯ และปริมณฑลมากขึ้น

เนื่องจากความต้องการที่อยู่อาศัยมากขึ้น ดังนั้นอุตสาหกรรมก่อสร้างมีการคิดค้นพัฒนาการก่อสร้างที่อยู่อาศัยที่มีต้นทุนที่ถูก ก่อสร้างได้เร็วและมีคุณภาพ ทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความต้องการเลือกซื้อที่อยู่อาศัยที่ดีและมีคุณภาพ ซึ่งในปัจจุบันธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ มีการแข่งขันการผลิตที่อยู่อาศัยออกสู่ตลาดในรูปแบบโครงการอาคารชุดพักอาศัยเป็นจำนวนมาก เพื่อสนองความต้องการที่มีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการก่อสร้างในลักษณะนี้ต้องมีการใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนและพัฒนาวิธีการและรูปแบบการก่อสร้างที่สามารถลดกำลังคน

ระยะเวลาและต้นทุนโดยรวมให้กับผู้ประกอบการ ดังนั้นการก่อสร้างที่อยู่อาศัยให้ได้จำนวนหน่วยที่ละมากๆ มีการก่อสร้างที่รวดเร็ว และมีคุณภาพได้มาตรฐานการก่อสร้าง จึงเป็นสิ่งจำเป็นในอุตสาหกรรมก่อสร้างนี้

สำหรับประเทศไทยระบบการก่อสร้างโดยการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้มีการใช้ในวงการก่อสร้างประมาณ 30 กว่าปีที่ผ่านมา แต่จำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในตัวอาคารมีจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณงานทั้งหมด สำหรับอาคารสูงที่ก่อสร้างในกรุงเทพฯและปริมณฑล มีการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในอาคารน้อยมาก (ประมาณน้อยกว่า 15% ของการก่อสร้าง) โดยส่วนใหญ่งานที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่ บันได, กำแพง และ ผนัง เป็นต้น ซึ่งจุดมุ่งหมายของการปรับปรุงวิธีการสร้างอาคาร เปลี่ยนมาใช้การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปก็เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิตให้น้อยลง เหมาะกับการก่อสร้างให้ได้จำนวนหน่วยที่มาก และเป็นการก่อสร้างที่รวดเร็วกว่าระบบเดิมที่เป็นวิธีการก่อสร้างแบบหล่อในที่ แต่มีข้อเสียคือปัญหาการขาดแคลนแรงงานฝีมือที่มีความชำนาญเฉพาะทาง ต้องมีการจ้างผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานด้านการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

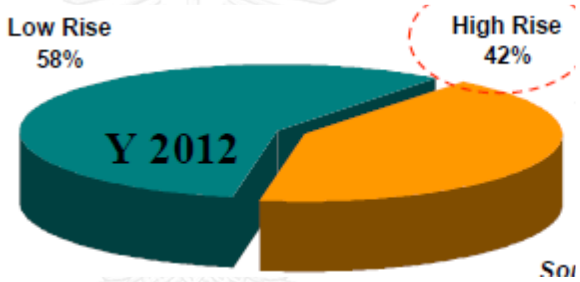
## 1.2 ความสำคัญของปัญหา

การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยมักมีก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ย (low-rise) มากกว่า ประเภทอาคารสูง (high-rise) ดังแสดงในตารางที่ 1.2 และ รูปที่ 1.3 ซึ่งอาจมีเหตุผลในหลายประการ เช่น ตามกฎหมายที่ดินที่ติดถนนกว้างต่ำกว่า 10 เมตร จะถูกบังคับให้ก่อสร้างอาคารได้สูงไม่เกิน 8 ชั้น (วิรัช ศิลป์เสวีกุล, 2552) ต้นทุนการก่อสร้างต่อตารางเมตรของอาคารชุดพักอาศัยประเภท low-rise อาจต่ำกว่า และใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าอาคารชุดพักอาศัยประเภท high-rise อีกทั้งการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยประเภท high-rise ยังมีมาตรฐานข้อกำหนด กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม ในการก่อสร้างที่สูงกว่า

ตารางที่ 1.2 จำนวนอาคารจำแนกตามรูปแบบของอาคารชุดพักอาศัย

| ปี | รูปแบบอาคาร | |
|---|---|---|
| เดือน | low rise | high rise |
| 2548 | 24 | 19 |
| 2549 | 45 | 17 |
| 2550 | 42 | 20 |
| 2551 | 55 | 34 |
| 2552 | 29 | 35 |
| 2553 * | 61 | 53 |
| ยอดรวม 2548-2553 | 256 | 178 |

ที่มา : ศูนย์ข้อมูลวิจัยและประเมินค่าอสังหาริมทรัพย์ไทย บริษัทเอเจนซี่ ฟอร์ เรียล เอสเตท แอฟแฟร์ จำกัด *ข้อมูลถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2553




รูปที่ 1.3 สัดส่วนของอาคารชุดพักอาศัยประเภท low-rise และ อาคารชุดพักอาศัยประเภท high-rise ที่ก่อสร้างในกรุงเทพและปริมณฑล ปี 2555

ที่มา:ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ (พ.ศ. 2555)

สำหรับโครงการอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ย (low-rise) ได้มีการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างโดยนำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้สำหรับการก่อสร้างแบบเต็มระบบ (Fully precast systems) ซึ่งนอกจากชิ้นงานที่ผลิตจากโรงงานซึ่งได้คุณภาพทั้งความสวยงามและความแข็งแรงแล้วนั้นยังสามารถช่วยให้กระบวนการก่อสร้างเป็นไปได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว และลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานในช่วงของการก่อสร้างอันเนื่องมาจากฝีมือแรงงาน ตลอดจนช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนแรงงานฝีมือ

จากเหตุผลข้างต้นการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับอาคารชุดพักอาศัยที่มีความสูงประเภท low-rise มีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น ซึ่งสามารถทำได้สะดวกมากกว่าอาคารชุดประเภท high rise ซึ่งขั้นตอนการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความแตกต่างกับการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เนื่องจากมีความซับซ้อนในการก่อสร้างมากกว่า มีจำนวนหน่วยมากกว่า และมีปัจจัยด้านเครื่องจักรในการก่อสร้างที่แตกต่าง ดังนั้นอาจทำให้เกิดปัญหาในการก่อสร้างจึงมีความแตกต่างกัน (สืบตระกูล สมบัติทิพย์ , 2554)

อีกทั้งงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาปัญหาในส่วนของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งอาจมีปัญหาที่แตกต่างจากการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาและรวบรวมปัญหาเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารชุดประเภท low rise ด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ละเอียดชัดเจน มีลำดับขั้นตอนของวิธีการในการแก้ไขปัญหาและสามารถเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

## 1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2. เพื่อศึกษาสาเหตุของปัญหา และความสำคัญของสาเหตุในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทอาคารเตี้ย (low-rise)

3. เพื่อเสนอแนะแนวทางในการป้องกันหรือการแก้ไขปัญหาสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

## 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะอาคารชุดพักอาศัยชนิดอาคารเตี้ย ( low-rise) ที่มีความสูงไม่เกิน 23 เมตร หรือ 8 ชั้น โดยก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มระบบ (Fully precast system) ซึ่งทำการก่อสร้างบริเวณภายในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑลโดยศึกษาปัญหาในส่วน การผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง

## 1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรวบรวมรายการสาเหตุของปัญหาในงานก่อสร้างอาคารพักอาศัยแนวราบและอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากเอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพ และความปลอดภัย ในขั้นตอนการผลิต การขนส่งและติดตั้ง

2. ศึกษาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ความสูงไม่เกิน 8 ชั้น โดยการเก็บข้อมูลในโครงการก่อสร้างจำนวน 7 โครงการ โดยใช้วิธีการสำรวจและสังเกตการณ์ (Site survey and Observation) และศึกษาโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับใช้ในโครงการก่อสร้างอาคารชุดที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยศึกษาในเรื่องเทคนิควิธีการการวางแผน และการประสานงานในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยแยกพิจารณาความแตกต่างของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น การวางแผน ลักษณะของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระยะเวลาในการติดตั้ง พื้นที่โครงการ เทคนิคการก่อสร้าง เป็นต้น เพื่อการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4. ศึกษาค้นคว้าข้อมูล รวบรวมรายการสาเหตุของปัญหาในงานก่อสร้าง จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยการสำรวจและการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในการก่อสร้าง การสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้จัดการโรงงานผลิตชิ้นส่วน ผู้จัดการโครงการหรือวิศวกรประจำโครงการก่อสร้าง จำนวน 12 ราย ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการก่อสร้างอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากกว่า 3 ปี โดยทำการศึกษาใน 3 ขั้นตอน คือ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5. ระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยจัดทำแบบสอบถามที่ปรับปรุงจากการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ผู้ทำแบบสอบถามคือผู้ปฏิบัติงานหรือบุคลากรที่เกี่ยวข้องจำนวน 30 ราย ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการก่อสร้างอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากกว่า 3 ปี โดยใช้การทดสอบทวินาม (Binomail test)ในการวิเคราะห์

6. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในแต่ละปัญหาด้านต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ปัญหาระยะเวลาล่าช้า ปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนด และปัญหาความปลอดภัย โดยใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause effect diagram) ใน 3 ขั้นตอน คือ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

7. วิเคราะห์ระดับความสำคัญของปัญหา โดยใช้หลักการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk analysis) โดยพิจารณาจากระดับของความถี่และระดับความรุนแรงของผลลัพธ์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสำคัญของสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อด้านเวลาในการก่อสร้าง ด้านต้นทุนของโครงการ ด้านคุณภาพของงาน และด้านความปลอดภัย เพื่อนำมาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงโดยใช้ตาราง Risk assessment จากนั้นจึงเลือกสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูงที่ส่งผลต่อปัญหาอย่างน้อย 3 ด้าน เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาจากสาเหตุที่เลือก

8. ศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงซึ่งได้จากการศึกษาตำราและเอกสารงานที่เกี่ยวข้อง และจากรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีประสบการณ์ในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จำนวน 12 ราย

9. วิเคราะห์ข้อสรุปของแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงโดยเทคนิคเดลฟาย โดยใช้แบบสอบถามรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ราย และมีประสบการณ์ในการทำงานการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมากกว่า 5 ปี

10. นำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาที่ได้เป็นข้อสรุปจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสำหรับการป้องกันและแก้ไขปัญหา

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทราบกระบวนการในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบที่มีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น

2. ทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูงในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น

3. ทราบถึงวิธีการการป้องกันหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหาที่ละเอียดและชัดเจนซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางดำเนินงานสำหรับการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถแบ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวถึงสาเหตุของปัญหาในการผลิตและการก่อสร้างของทั้งบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในส่วนของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประกอบด้วย ความหมายของการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป รูปแบบของการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป หลักเกณฑ์การออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต การก่อสร้างบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

## 2.1 ความหมายและคำจำกัดความ

อาคารเตี้ย (low-rise building) หมายถึง อาคารที่มีความสูงเฉลี่ยของหลังคาไม่เกิน 23 เมตร หรืออาคารที่แข็งเกร็ง (rigid) มาก (มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร ;2550)

อาคารสูง (high-rise building)" หมายถึง อาคารที่มีความสูงเฉลี่ยของหลังคามากกว่า 23 เมตรขึ้น (มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร ;2550)

ความสูงเฉลี่ยของหลังคา หมายถึง ความสูงที่วัดจากจุดกึ่งกลาง (mid-height) ของหลังคา กล่าวคือ ความสูงเฉลี่ยระหว่างความสูงเฉลี่ยของยอดหลังคา และความสูงของชายคา (มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร ;2550)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อาคารชุด หมายถึง อาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกได้เป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์ส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์ส่วนกลาง (พระราชบัญญัติอาคารชุด ;2522)

อาคารพักอาศัยหรือบ้านพักอาศัย หมายถึง อาคารซึ่งโดยปกติใช้อยู่อาศัยได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ไม่ว่าจะเป็นการอยู่อาศัยอย่างถาวร หรือชั่วคราว อาคารประเภทนี้เป็นงานขนาดเล็กและเบา โดยทั่วไปจะมีความสูง 1 ถึง 2 ชั้น (พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ;2522)

ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication) หมายถึง ระบบการก่อสร้างอาคารที่ผลิตชิ้นส่วนอาคารออกเป็นส่วนๆ แล้วนำมาติดตั้งประกอบกัน ณ ที่ก่อสร้าง หรือผลิตจากโรงงานเสร็จแล้วสามารถเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปใช้สอยได้ทันที ทั้งนี้วัสดุอาจจะเป็นคอนกรีตหรือวัสดุอื่น (สุกฤต อนันตชัยยง, 2545)

ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป หมายถึง กระบวนการผลิตวัสดุ หรือชิ้นส่วนในการก่อสร้างภายใต้กระบวนการ ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (พิชัย โอภานุกิจ, 2545)

1. ผลิตได้เป็นจำนวนมาก (Mass Production)

2. มีมาตรฐาน (Standardization)

3. ชิ้นส่วนมีความเที่ยงตรงแม่นยำ (Precision Component)

อาคารสำเร็จรูป หมายถึงอาคารที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งอาจทำจากคอนกรีตหรือเหล็ก โดยทั่วไปจะทำจากโรงงาน การประกอบอาคารมักใช้ เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการยกติดตั้ง (สันติ ชินานุวัติวงศ์, 2546)

ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete) หมายถึง การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใด ๆ เช่น ที่โรงงาน หรือบริเวณที่ก่อสร้างก่อน แล้วนำไปประกอบเป็นโครงสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง (Sheppard and William, 1989)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป (Precasting Reinforced Concrete) หมายถึง การหล่อคอนกรีตที่มีการเสริมเหล็กเพื่อให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการ ตามรูปทรงของแบบหล่อ (Mold Shape) ที่สร้างไว้ซึ่งการเสริมเหล็กนั้นสามารถดำเนินการไปพร้อมกับการประกอบแบบหล่อคอนกรีต เมื่อหล่อแบบออกมาเป็นชิ้นส่วนแล้วไม่สามารถดัดแปลงรูปทรงได้อีก การหล่อคอนกรีตสำเร็จรูปดังกล่าวอาจเป็นการหล่อจากโรงงาน หรือการหล่อในบริเวณหน่วยก่อสร้าง หลังจากนั้นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปดังกล่าวถูกขนย้ายไปประกอบยังหน่วยก่อสร้าง (Haas, 1983)

ระบบก่อสร้างแบบสำเร็จรูป คือ การนำโครงสร้างอาคารส่วนใหญ่ เช่น เสา คาน พื้น ผนัง ที่ผลิตหรือทำสำเร็จรูปมาจากโรงงาน จากนั้นนำมาต่อเชื่อมกันเป็นตัวอาคารในบริเวณที่ก่อสร้าง ส่วนใหญ่นำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารทุกประเภท ได้แก่ บ้านพักอาศัย คอนโดมีเนียมโรงงาน โรงพยาบาล โรงภาพยนตร์ ที่ต้องการความแข็งแรง และต้องการใช้เป็นฉนวนป้องกันความร้อน เนื่องจากคุณสมบัติของผนังน้ำหนักเบา ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปนี้จะมีสามารถทนไฟได้ดีกว่า และสามารถก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบก่ออิฐฉาบปูน (ธฤษวรรณ บัวมาศ, 2548)

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มระบบ(Fully system precast construction) คือ ระบบการก่อสร้างที่มีโครงสร้างเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมด นั่นคือ ชิ้นส่วนที่รับแรงในแนวดิ่ง และชิ้นส่วนในแนวราบทั้งระบบเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งการประกอบเป็นการนำชิ้นส่วนทั้งหมดมาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นไปตามระบบโครงสร้างที่ถูกออกแบบไว้ ด้วยวิธีการเชื่อม หรือการยึดด้วยระบบสลักเกลียว และเทคอนกรีตหุ้มรอยต่อทับอีกชั้นหนึ่ง แต่งานเสาเข็มและงานฐานรากยังคงต้องทำการหล่อในที่ตามขั้นตอนปกติ (มามี โตบารมีกุล, 2540)

## 2.2 การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

### 2.2.1 ประเภทอาคารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากงานวิจัยของ ศุภชัย ไชยน (2549) ได้ศึกษาประเภทอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งสามารถแบ่งได้หลายลักษณะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ประเภทของการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งตามลักษณะของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีลักษณะดังนี้

(1) โครงสร้างเฟรม เป็นระบบที่แบ่งโครงอาคารแยกย่อยออกเป็นคานและเสา แทนที่จะเป็นแผ่นชิ้นเดียวกัน ส่วนผนังกั้นห้องจะเลือกใช้ผนังโครงเบาที่ทำด้วยวัสดุใดๆ ที่ไม่ใช่ใช้เป็นโครงสร้างส่วนรับน้ำหนัก

(2) โครงสร้างพาเนล เป็นระบบที่ใช้วิธีจัดแยกโครงอาคารทั้งหมดออกเป็นแผ่น (Panel) ซึ่งเป็นระบบที่นิยมทำกันมากที่สุด วัสดุก่อสร้างหลักเป็นคอนกรีตซึ่งหล่อแยกเป็นแผ่น การหล่อและการขนยกจึงทำได้สะดวก

2) ประเภทของการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งตามชนิดของระบบการรับน้ำหนักโครงสร้าง แบ่งเป็น 5 ระบบ ดังนี้

(1) ระบบเสาและคาน (Column and beam) เป็นโครงสร้างที่พื้นถ่ายน้ำหนักลงบนคานผ่านน้ำหนักไปยังเสาและลงสู่ฐานรากตามลำดับ ระบบนี้โครงสร้างพื้น คาน เสา เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตแยกออกจากกันเป็นชิ้น แล้วนำมาประกอบเป็นโครงสร้างใช้สำหรับโครงสร้างที่ต้องการเปิดเนื้อที่ให้ผ่านถึงกันได้ตลอด ตัวอย่างเช่น อาคาร โรงงาน สำนักงาน โรงเรียน เป็นต้น โครงสร้างเสาและคานสำเร็จรูปมักมีแนวคานอยู่เพียงแนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น ไม่มีคานเชื่อมต่อกับเสาทั้งสี่ด้าน เหมือนการหล่อกับที่ ทั้งนี้เพราะจะทำให้เกิดข้อยุ่งยากในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนั้น ในระบบสำเร็จรูปมีคานเฉพาะในแนวที่รับน้ำหนักจากพื้นเท่านั้น ส่วนแนวอื่นซึ่งเป็นคานยึดหรือคานที่รับน้ำหนักผนังเท่านั้นนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 2.1โครงสร้างระบบเสาและคาน (ที่มา : http://www.nrv.co.th)

(2) ระบบโครงสร้างไร้คาน (Beamless Skeleton) เป็นระบบโครงสร้างที่ถ่ายเทน้ำหนักจากแผ่นพื้นลงบนเสาโดยตรงโดยไม่ต้องมีคานรองรับ เช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flat Slab (พื้นเรียบไร้คาน) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งมีประโยชน์ในด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบติดตั้ง โดยแผ่นพื้นสามารถใช้ทำหน้าที่แทนคานเพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคารและควรมีผนังคอนกรีตเพื่อรับแรงลมซึ่งรวมอยู่ในโครงสร้าง

รูปที่ 2.2 โครงสร้างระบบเสาและแผ่นพื้น (ที่มา : www.bloggang.com)

(3) ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing wall System) ระบบแผ่นระนาบสองมิติเป็นระบบโครงสร้างที่แผ่นพื้นรับน้ำหนักส่งผ่านไปยังแผ่นผนัง และลงสู่ฐานรากตามลำดับ ดัง

แสดงในรูปที่ 2.3 ระบบดังกล่าวเป็นโครงสร้างแผ่นพื้นและแผ่นผนังรับแรงเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยขนาดและน้ำหนักของแผ่นเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาทั้งในส่วนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง แผ่นผนังทำหน้าที่ทางโครงสร้างอย่างสำคัญในอาคารเพื่อเป็นโครงสร้างแทนเสาและคาน รวมถึงการต้านทานแรงด้านข้างมีประสิทธิภาพดีกว่าโครงสร้างแบบเสาและคาน ซึ่งแผ่นพื้นทำการเสริมเหล็กตะแกรง 2 ชั้น มีการฝังท่อร้อยสายไฟฟ้า ท่อน้ำ ไว้ก่อนเทคอนกรีต โดยผิวคอนกรีตมักมีความเรียบโดยไม่ต้องฉาบปูน เมื่อเทคอนกรีตแล้วต้องมีระยะบ่มคอนกรีตให้คอนกรีตแข็งตัวได้กำลังตามที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก (ที่มา : www.nrv.co.th)

Chulalongkorn University

โดยแผ่นผนัง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Panel) คือ ระบบผนังหล่อสำเร็จที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานทั้งด้านสถาปัตยกรรมและโครงสร้างพร้อมกัน โดยผนังถูกออกแบบมาให้รับน้ำหนักหลังคาหรือพื้นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากด้านบน รวมทั้งน้ำหนักของผนัง แล้วจึงถ่ายแรงลงสู่ฐานราก ดังนั้นจึงไม่จำเป็น ต้องมีเสาและคาน

- ผนังตกแต่ง (Architectural Panel) คือ ระบบผนังหล่อสำเร็จสำหรับการใช้งานด้านสถาปัตยกรรมเท่านั้น และลดเวลาการก่อสร้างไม่จำเป็นต้องใช้การก่อสร้างแบบก่ออิฐฉาบปูน

ระบบการวางผนังรับน้ำหนัก มี 3 วิธี คือ

- ระบบวางแนวผนังรับน้ำหนักในทิศทางแนวเดียวกันตามความยาวของอาคารเรียกว่า Long-Wall System
- ระบบวางแนวผนังรับน้ำหนักในทิศทางขวางกับความยาวของอาคารเรียกว่า Cross-Wall System
- ระบบที่วางแนวผนังรับน้ำหนักให้รับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว เรียกว่า Two-Way Span System

(4) ระบบกล่อง (Box System) เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียได้พัฒนาขึ้น และต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอาคารสงเคราะห์ของรัสเซีย เป็นระบบปริมาตรสามมิติ ที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นกล่อง 3 มิติ แล้วนำมาติดตั้งเป็นโครงสร้างรวมของอาคาร ชิ้นส่วนมักมีขนาดใหญ่ ซึ่งต้องคำนึงถึงข้อจำกัดในด้านการขนส่งและเครื่องจักรที่ใช้ยกติดตั้ง การก่อสร้างที่มีลักษณะเป็นกล่องซึ่งหมายถึง 1 หน่วย (สำเร็จรูป) อาจมีการตกแต่งภายใน ติดอุปกรณ์ไฟฟ้าประปา เสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงาน แล้วจึงนำไปวางประกอบเรียงกันเป็นชั้นในบริเวณการก่อสร้าง ซึ่งนับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงานและเวลาที่ต้องใช้ในบริเวณก่อสร้างได้มาก มักใช้กับอาคารชุดพักอาศัยที่ไม่สูงมาก และลักษณะห้องพักที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 โครงสร้างสำเร็จรูประบบกล่อง (ที่มา www.megaprefab.com)

(5) ระบบผสมผสานระหว่างระบบ (Combined System) คือระบบที่นำระบบการก่อสร้างต่างๆมาผสมผสานกัน เช่นระบบกล่องผสมกับระบบผนังรับน้ำหนัก หรือผสมระหว่างการก่อสร้างแบบเดิมกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับงานแต่ละประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ซึ่งเป็นการผสมระหว่างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งเป็นระบบผนังรับแรงโดยทำก่อสร้างบริเวณตัวอาคาร และคานเสาบริเวณตรงกลางทางเชื่อมระหว่างสองอาคาร เป็นการก่อสร้างแบบเดิมซึ่งเป็นแบบคอนกรีตหล่อในที่

รูปที่ 2.5 โครงสร้างระบบผสมผสานระหว่างระบบ (ที่มา : www.flowersfoam.ky)

2.2.2 การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแบ่งตามประเภทของอาคาร

การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป อาจจำแนกตามชนิดของอาคาร ดังนี้

1) **บ้านพักอาศัย** โดยลักษณะบ้านพักอาศัยมักเป็นอาคาร 1 – 2 ชั้น โดยสร้างรับน้ำหนักไม่มาก ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่หรือมีความหนามากนัก ส่วนที่เป็นกำแพงรับน้ำหนักอาจมีความหนาเพียง 8 – 10 เซนติเมตร ลักษณะรายละเอียดรอยต่ออาจไม่ซับซ้อนเพราะรับน้ำหนักน้อย แต่ปัญหาของบ้านพักอาศัยมักมีพื้นที่กำแพงและห้องจำนวนมาก วิศวกรผู้ออกแบบจึงควรมีการประสานงานกับสถาปนิก ตั้งแต่เริ่มออกแบบเพื่อให้จัดพื้นที่การใช้สอย และแบ่งตำแหน่งกำแพงให้เป็นโครงสร้างรับพื้นบ้านได้ด้วย นอกจากนี้ผนังส่วนที่ไม่รับน้ำหนักอาจใช้ผนังเบา (Dry process wall) อาจทำให้ลดต้นทุนค่าก่อสร้างและเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้าง

2) **บ้านแถว** ลักษณะของบ้านแถวเหมาะสมมาก สำหรับโครงสร้างชนิดผนังกำแพงรับน้ำหนัก เพราะมีกำแพงแบ่งกั้นห้องตลอดแนวทุกๆ 4 – 6 เมตร และสูงประมาณ 2 – 3 ชั้น ลักษณะเหมือนเป็นช่องสี่เหลี่ยม ลักษณะเช่นนี้ทำให้ได้โครงสร้างที่ประหยัด ขนาดของชิ้นส่วนไม่จำเป็นต้องใหญ่มาก รายละเอียดรอยต่อที่เรียบง่าย ประกอบกับขั้นตอนการติดตั้งไม่ซับซ้อน ทำให้สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว จุดอ่อนของการก่อสร้างด้วยวิธีนี้ คือ ไม่สามารถดัดแปลงโดยการทุบผนังอาคารได้

3) **อาคารชุดพักอาศัย** โดยทั่วไปการก่อสร้างแบบระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถสร้างสูงได้ ถ้ามีเครื่องมือที่สามารถยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นไปประกอบได้ แต่ถ้าอาคารชุดมีความสูงมากค่าก่อสร้างมีราคาสูงตามความสูง ความยากลำบาก และอันตรายระหว่างก่อสร้างมากขึ้น การยกชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากขึ้นไปติดตั้งให้ได้วางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ และมีความประณีตในการทำงาน

## 2.3 **หลักเกณฑ์การออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป**

สิ่งสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับอาคารที่ก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนำมาประกอบกัน คือ ปัญหาความต่อเนื่องของชิ้นส่วนของอาคารบริเวณรอยต่อต่างๆ ซึ่งถ้าหากจะออกแบบให้รอยต่อ แข็งแรงเป็นเสมือนโครงสร้างต่อเนื่องเช่นเดียวกับโครงสร้างที่ทำการหล่อคอนกรีตกับที่ทั่วไปแล้ว จะต้องใช้วิธีต่อด้วยวิธีการพิเศษ เช่น การต่อเชื่อมเหล็กเข้าด้วยกัน หรือการใช้ลวดอัดแรงดึงยึดชิ้นส่วนเข้าหากันด้วยวิธี Post Tension ซึ่งมีความซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้นในโครงสร้างอาคารสำเร็จรูปจึงพยายามหลีกเลี่ยงรอยต่อที่ต้องประสานให้ต่อเนื่องกันมากที่สุด ยกเว้นรอยต่อโครงสร้างสำคัญๆ ที่ต้องใช้รับแรงลม เป็นต้น ในการออกแบบทางด้านโครงสร้างของอาคารที่ประกอบจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญ (ต่อตระกูล ยมนาถ, 2520) ดังต่อไปนี้

1. ความแข็งแรงของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ควรมีความแข็งแรงเพียงพอกับสภาพการใช้งานเมื่อประกอบแล้ว และต้องไม่เสียหายในขณะขนส่งและติดตั้ง

2. การคำนวณถึงระบบโครงสร้างซึ่งประกอบกันเป็นอาคารทั้งระบบ เพื่อให้สามารถต้านทานแรงตามแนวราบ เช่น แรงลม

3. การคำนวณความแข็งแรงของรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนเพื่อสามารถให้ถ่ายทอดแรงที่เกิดขึ้นไปยังส่วนของอาคารที่รับน้ำหนักต่อไปได้ เช่น รอยต่อระหว่างพื้นกับกำแพงจะต้องแข็งแรงพอที่พื้นส่งน้ำหนักและน้ำหนักจรบนพื้นผ่านไปลงบนกำแพง

2.3.1 น้ำหนักบรรทุก

พิจารณาการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องรับแรงกระทำ ดังนี้ (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

2.3.1.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตและน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่

2.3.1.2 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

2.3.1.3 แรงอันเนื่องมาจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้

2.3.1.4 แรงอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ตามกฎกระทรวง พ.ศ. 2555 บังคับให้อาคารเพื่อเสริมความมั่นคงแข็งแรงของอาคารให้สามารถต้านแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ต้องออกแบบอาคารรับแรงจากแผ่นดินไหว

2.3.1.5 แรงจากการสั่นสะเทือนเป็นแรงจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforeseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิดหรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น แก๊สระเบิด รถพุ่งชนผนังอาคาร เครื่องบินพุ่งชนอาคาร เป็นต้น

2.3.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง

การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้าง ดังนี้ (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

2.3.2.1 พื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Area Available) กรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ ในกรณีที่มีมีพื้นที่ว่างโดยรอบอาคารสามารถใช้เครื่องมือหนักประเภทรถเครน (Mobile Crane หรือCrawler Crane) ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพออาจใช้ทาวเวอร์เครน (Tower Crane) ซึ่งสามารถยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่

มีน้ำหนักมาก ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร เช่น ถ้าเป็นอาคารชุดที่มีความสูงมากกว่า 2 ชั้นขึ้นไปเหมาะใช้งานทาวเวอร์เครน

2.3.2.2 รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารพักอาศัยที่มีผนังจำนวนมากและมีรูปร่างซ้ำกัน เหมาะสมกับใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแบบโครงสร้างผนังรับแรง เพราะสามารถผลิตซ้ำๆ กันเป็นจำนวนมากจากโรงงาน

2.3.2.3 โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Factory) กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ทำให้สะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง ถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอสามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว

2.3.2.4 ขั้นตอนในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง เป็นปัจจัยหลักในการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีรูปแบบต่างกัน

2.3.2.5 พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) การก่อสร้างอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ควรมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปพอสมควร และต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำและตรงเวลา เพื่อความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง

2.3.3 เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2.3.3.1 เครื่องจักรกลพร้อมใช้งาน (Equipment Available) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ในเวลาและสถานการณ์ขณะก่อสร้าง เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้ลดน้อยลงเนื่องจากการติดต่อสื่อสารและการคมนาคมสะดวกขึ้น นอกจากนี้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลที่ก้าวหน้าขึ้นทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.3.3.2 น้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Weight of Concrete) น้ำหนักของคอนกรีตสำเร็จรูปที่หนักมากที่สุดเป็นชิ้นส่วนบังคับการเลือกใช้เครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและในหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบ ติดตั้งเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วน

2.3.3.3 ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Size of Element) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุดต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตตามถนนทางหลวงจะถูกจำกัดความกว้างของตัว

รถบรรทุกไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4.00 เมตร ดังนั้นชิ้นส่วนที่มีขนาดกว้างและความยาวเกิน 2.50 เมตรต้องขนส่งในลักษณะตั้งหรือเอียง แต่ความสูงก็ต้องไม่เกิน 4.00 เมตร นอกจากมีการขออนุญาตพิเศษ

2.3.3.4 ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Election) ขั้นตอนหรือความสามารถในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การออกแบบชิ้นส่วน มีรูปร่างลักษณะต่างกันไป และยังมีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.3.3.5 พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Access Area Required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต้องคำนึงถึง ขณะประกอบติดตั้งมีพื้นที่พอเพียงในการปฏิบัติงานจริง Access Area ไม่ได้หมายถึง เฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมถึงที่ว่างในอากาศด้วย เช่น ต้องคำนึงถึงแต่ละขั้นตอนขณะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เครื่องจักรที่ใช้ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องสามารถยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปไป วางลงตามตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยไม่ถูกกีดขวางจากส่วนอื่นๆ ของอาคาร

2.3.4 ระยะเวลา

ระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญและส่งผลต่อต้นทุนของการก่อสร้าง โดยเฉพาะเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จจะส่งผลต่อต้นทุนที่มากขึ้นด้วย (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

2.3.4.1 รอบระยะเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอบระยะเวลาในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคาร ทำให้จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิตและใช้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้

2.3.4.2 ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถดำเนินการไปพร้อมกันได้ ซึ่งถ้าพิจารณาการผลิตและการขนส่งสามารถดำเนินการแล้วเสร็จก่อนหน้า รอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะเป็นขั้นตอนที่ควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้าง

2.3.5 เสถียรภาพของโครงสร้าง

การเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต้องคำนึงถึงเสถียรภาพและความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ดังนี้ (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

2.3.5.1 ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Period) โครงสร้างที่ออกแบบในขั้นตอนการติดตั้งและประกอบรอยต่อต้องทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพเพียงพอไม่ล้มลงหรือพังทลายโดยง่าย ทั้งนี้อาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วยค้ำไว้ชั่วคราวขณะก่อสร้าง

2.3.5.2 ในระยะยาว (Long-term Condition) โครงสร้างต้องมีความคงทนต่อสภาพอากาศ ความสั่นสะเทือนจากแรงต่างๆพอเพียงที่จะไม่พังทลายตลอดอายุของอาคารนั้น

2.3.5.3 การดัดแปลงในภายหลัง (Later Modification) อาคารคอนกรีตที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเสร็จรูปมีขีดจำกัดทำให้การดัดแปลงอาคารในระยะหลังจากการก่อสร้างยุ่งยาก หรือทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะรอยต่อต้องมีกำลังสำรองไว้พอสมควรที่ไม่ทำให้โครงสร้างพังทลายเสียหายอย่างร้ายแรง หากมีการดัดโครงสร้างโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และหากเป็นไปได้ควรมีการวางแผนไว้ล้วงหน้าว่า หากต้องการดัดแปลงอาคารในภายหลังสามารถทำได้กรณีใดบ้างและทำอย่างไร

2.3.5.4 กลไกการพังทลายที่เป็นไปได้ (Possible Failure Mechanism) การออกแบบโครงสร้างควรคำนึงถึงว่า กลไกการพังทลายเป็นอย่างไร หากชิ้นส่วนสำเร็จรูปใดชิ้นส่วนหนึ่งแตกหักหรือหายไป การออกแบบที่ดีต้องให้โครงสร้างมีความเป็นไปได้มีโอกาสเกิดการพังทลายได้น้อยที่สุด หรือพังทลายแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้คน

2.3.5.5 การพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Failure) การออกแบบโครงสร้างต้องป้องกันไม่ให้โครงสร้างเกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่องเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น ถังแก๊สระเบิด รถบรรทุกพุ่งชนชั้นล่างของอาคาร เป็นต้น

## 2.4 รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต

ปัญหาที่มีความยากในการออกแบบระบบโครงสร้างสำเร็จรูปคือ ปัญหาของการออกแบบรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งเป็นโครงสร้างของระบบต้องทำหน้าที่ ดังนี้ (ตรึงใจ บูรณสมภพ, 2527)

1) สามารถถ่ายน้ำหนักคงที่ (Dead Load) และน้ำหนักจร (Live Load) ที่ใช้ในการออกแบบได้ปลอดภัยและมีองค์ประกอบของความปลอดภัย (Factor of Safe) ที่สูง

2) สามารถรับหรือถ่ายน้ำหนักได้โดยไม่มีการเคลื่อนที่ (Displacement) หรือการบิดตัว (Rotation) และบริเวณรอยต่อไม่มีหน่วยแรงประจำสูง (High Local Stresses)

3) ถ้าบริเวณก่อสร้างอยู่ในบริเวณที่มีการทำเหมืองใต้ดิน ขุดน้ำบาดาล ในสภาพดินตามลุ่มแม่น้ำ หรืออาจเคยเกิดแผ่นดินไหว รอยต่อต้องสามารถรับหน่วยแรง (Stresses) ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการทรุดตัวสัมพันธ์ (Differentiate Settlement) หรือการทรุดตัว (Settling)

4) ต้องช่วยปรับค่าความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ที่อาจเกิดขึ้นในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในขณะผลิตและขณะประกอบรอยต่อ จากค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ (Maximum Manufacturer Tolerance)

5) ต้องง่ายต่อการประกอบ ง่ายต่อการดัดแปลง และไม่ต้องการค้ำยันชั่วคราวจำนวนมากในระหว่างการทำงาน

6) ต้องง่ายต่อการตรวจสอบและง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข

7) ต้องทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้น้ำฝน ลม ไอความร้อนนอกอาคารเข้ามายังตัวอาคาร และอาจจะต้องช่วยในการลดความดังของเสียง

8) ต้องกลมกลืนเข้ากับชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.1 ประเภทของรอยต่อ

2.4.1.1 รอยต่อแบบปิด (Closed Joints) เป็นวิธีที่สะดวกในการทำรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนพิกัด 2 ชิ้นส่วน นั่นคือ การใช้ตัวประสานหรือตัวอุดช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทั้งสอง เช่น การใช้ปูนก่อ (Mortar) อุดช่องว่างระหว่างรอยต่อ อีกวิธีหนึ่งคือการออกแบบให้ผิวของชิ้นส่วนที่ต่อเข้าด้วยกันให้มีหน้าตัด (Profile) ที่สามารถประกอบเข้าด้วยกันได้สนิท แต่รอยต่อแบบนี้มีข้อเสียคือชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะเป็นชิ้นที่ออกแบบมาพิเศษ มีลักษณะของตัวเองและต้องประกอบเข้ากับ “ส่วนรับ” ของอีกชิ้นส่วนหนึ่ง ทำให้ขาดความคล่องตัวไม่สามารถใช้แทนชิ้นส่วนอื่นได้ ทำให้จำนวนชิ้นส่วนต้องมีชนิดเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบต่อหน่วยผลิตและหน่วยวางแผนก่อสร้าง

2.4.1.2 รอยต่อแบบเปิด (Opened Joints) รอยต่อพัฒนาขึ้นมาสำหรับการก่อสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป แบบชิ้นส่วนรับน้ำหนักขนาดใหญ่ (Large Precast Concrete Panels)

การแบ่งลักษณะของรอยต่อ (Joint) โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก (กาญจนา รุจิเรขอภิรักษ์, 2550) คือ

1 รอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เป็นรอยต่อที่เกิดจากการเชื่อมต่อวัสดุที่สามารถรับแรงได้ทันที รอยต่อแบบนี้ได้แก่ รอยต่อแบบการใช้โบลท์ (Bolting) รอยต่อแบบการใช้เชื่อม (Welding) จุดรอยต่อแบบนี้หลังจากทำงานเสร็จแล้วจะทำการปิดรอยต่อด้วยปูนทรายหรือวัสดุกันซึม

2 จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เป็นรอยต่อที่เกิดจากการเกร๊าท์ (Grout) ด้วยวัสดุประเภทที่มีส่วนผสมของน้ำเช่น คอนกรีต หรือ ปูนทราย (Mortar) รอยต่อแบบนี้จะไม่สามารถรับแรงต่างๆได้ทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุที่ใช้ในการเกร๊าท์จะมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด ได้แก่ รอยต่อแบบโดเวลเกร๊าท์คือมีการใช้เหล็กเดือยเข้ามาช่วยเสริมในตำแหน่ง ที่ทำการเกร๊าท์

2.4.2 การออกแบบรอยต่อ

การออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปต้องตัดสินใจและกำหนดกฎเกณฑ์ (Criteria) ของการออกแบบ ดังนี้

2.4.2.1 รอยต่อที่ออกแบบเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous) หรือแบบไม่ต่อเนื่อง (Simply Support or Hinged)

2.4.2.2 รอยต่อต้องออกแบบให้สามารถรับแรงหรือน้ำหนักทั้งทางดิ่งและทางราบ

2.4.2.3 รอยต่อต้องออกแบบให้มีการยืดหยุ่น (Freedom of movement) หรือแน่นหนา (Restraint) เพื่อให้ได้รับแรงกระทำหรือการเคลื่อนไหวของโครงสร้างเนื่องจากความร้อน (Thermal Movement) การหดตัว (Shrinkage) และการคืบ (Creep) ผู้ออกแบบต้องนำวิธีและขั้นตอนของการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างเข้าด้วยกัน ใช้ในการคำนวณการออกแบบรอยต่อ การออกแบบขั้นตอนของการประกอบ (Direction procedure) และการออกแบบเครื่องค้ำยันชั่วคราว

2.4.3 การส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของรอยต่อ

การประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างอาคารที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ต้องสามารถส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างตามที่ออกแบบ ประกอบด้วย

2.4.3.1 แรงอัด (Compression) การส่งผ่านแรงอัดระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ใช้วิธีดังนี้

1) การส่งผ่านแรงโดยตรง (Direct Contact) เป็นการถ่ายแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่สัมผัสกันโดยตรง ไม่มีวัสดุกั้นระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป เหมาะกับการใช้ที่มีแรงอัดหรือแรงกดไม่มากนัก

2) การส่งผ่านแรงโดยผ่านวัสดุ (Transfer of Forces trough Joint Materials) เป็นการส่งผ่านแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีวัสดุมารองระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป และไม่ทำให้ผิวสัมผัสของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสียหาย

2.4.3.2 แรงดึง (Tensile Forces) การส่งผ่านแรงดึงระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ใช้วิธีดังนี้

1) การทาบเหล็ก (Lapping of Reinforcement Bars) เป็นลักษณะที่ใช้กันมาก เป็นการเว้นส่วนที่การทาบของเหล็กโครงสร้างที่ใช้รับแรงดึงและจะหล่อคอนกรีตในที่หลังจากติดตั้งเสร็จ จำนวนและประมาณจะขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2) การใช้โบลท์ (Bolt) สามารถใช้ส่งผ่านแรงทั้งแรงดึงหรือแรงเฉือน ลักษณะของโบลท์ (Bolt) มีลักษณะเป็น แบบเกลียว และแบบสมอ

3) การเชื่อม ลักษณะเหมือนการทาบเหล็ก และใช้ระยะทาบน้อยลงโดยใช้รอยเชื่อมแทน

4) การรับแรงดึงภายหลัง (Post-Tensioned) เป็นลักษณะจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เทนดอน (Tendon) เป็นวัสดุที่ใช้ดึงชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วหรือหลังจากติดตั้งชิ่นส่วนสำเร็จรูปแล้ว

2.6.3.3 แรงเฉือน (Shear Force) การส่งผ่านแรงเฉือนระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ใช้วิธีดังนี้

1) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุ (Friction Bond)

2) เหล็กเสริมรับแรงเฉือน (Shear Key)

3) การใช้โบลท์

4) การเชื่อม

2.4.4 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน

การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริง เป็นการคาดคะเนระยะที่ผิดจากระยะที่แบบกำหนดซึ่งอาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงานจริง ค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

2.4.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ (Swelling and

Drying of Framework) อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อนหรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น การหดตัว การคืบ และอุณหภูมิ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน PCI

2.4.4.2 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting-out Tolerance) อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน PCI

2.4.4.3 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerance) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน PCI

## 2.5 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถทำได้ทั้งแบบโรงงานผลิตถาวร (Permanent Plant) หรือโรงผลิตชั่วคราว (Field Plant) ซึ่งโรงงานถาวรใช้สำหรับการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีความต้องการผลิตจำนวนมาก ส่วนใหญ่เป็นโรงงานเฉพาะที่รับผลิตให้อาคารต่างๆ ส่วนประกอบของกระบวนการผลิตแยกออกเป็นฝ่ายดังนี้

1. ฝ่าย Production มีหน้าที่รับผิดชอบการผลิต รวมไปถึงการขนส่งไปยังที่ก่อสร้าง
2. ฝ่าย Engineering รับผิดชอบด้านเทคนิคต่างๆของผลผลิต รูปแบบ รายละเอียดของแต่ละชิ้นส่วน
3. ฝ่าย Administration/Finances รับผิดชอบทางการเงิน การควบคุมราคา

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปย่อมขึ้นอยู่กับชนิดและรูปแบบของชิ้นส่วนที่จะผลิต การจัดการกระบวนการผลิตจึงต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม แต่กระบวนการหลักประกอบด้วยการผสมคอนกรีต การขึ้นรูป การเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตเสร็จแล้ว การขนส่งไปยังที่ก่อสร้าง นอกจากนี้ยังต้องมีขั้นตอนการทำส่วนประกอบย่อยอื่นๆ เช่น วงกบประตูและหน้าต่าง ท่อต่างๆ และชิ้นส่วนในการติดตั้ง เป็นต้น

ในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโรงงานนั้นจะแตกต่างกับที่เป็นลานผลิต คือจะเป็นการเคลื่อนที่ของแบบหล่อ (Mold) ซึ่งเป็นแบบเหล็กไปตามเส้นทางการผลิตตามแต่ละสถานี (Station) ภายในโรงงาน จนกระทั่งผลิตออกมาเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนี้ (ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี, 2549)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) การทำความสะอาดและพ่นน้ำยาทาแบบ (Cleaning & Oiling Station) เป็นขั้นตอนที่แบบหล่อเคลื่อนที่ไปยังเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ทำความสะอาดและพ่นน้ำยาทาแบบลงบนแบบหล่อ ดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการทำความสะอาดและพ่นน้ำยาทาแบบหล่อ (ที่มา : http://www.ebawe.com)

2) การร่างแบบลงบนแบบหล่อ (Plottering Station) เป็นการทำงานของเครื่องร่างแบบ ซึ่งสามารถฉีดสีตามขนาดชิ้นงานที่ต้องการทำการผลิตลงบนแบบหล่อ ตลอดจนรูปร่างของส่วนประกอบอื่นๆ คือ ขนาดของประตู หน้าต่าง และช่องเปิด เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการร่างแบบลงบนแบบหล่อ (ที่มา : http://www.ebawe.com)

3) การวางเหล็กกั้นแบบ (Shuttering Station) เป็นการวางแบบกั้นข้าง เพื่อเป็นแนวกรอบของการเทคอนกรีตให้ได้ตามขนาดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปตามที่ต้องการและออกแบบไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการวางเหล็กกั้นแบบหล่อ (ที่มา : http://www.ebawe.com)

4) การวางเหล็กเสริม (Reinforcement Station) เป็นขั้นตอนการการวางเหล็กตะแกรงและวัสดุฝังลงบนแบบหล่อ โดยเหล็กเสริมที่นำมาวางในขั้นตอนนี้จะถูกตัดและผูกเตรียมตามขนาดไว้เรียบร้อยแล้วจากพื้นที่อีกบริเวณที่มีไว้สำหรับงานตัดและผูกเหล็กเสริม ดังแสดงในรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการวางเหล็กเสริม (ที่มา : http://www.ebawe.com)

5) การเทคอนกรีต (Concrete Placing Station) หลังจากที่วางเหล็กเสริม อุปกรณ์ฝังและตรวจสอบความเรียบร้อยแล้ว แบบหล่อเคลื่อนที่มาบริเวณที่ทำการเทคอนกรีตลงในแบบและจี้เขย่าคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการเทคอนกรีต (ที่มา : http://www.ebawe.com)

6) การแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Screeding Station) เป็นการปาดหน้าชิ้นงานด้วยเครื่องจักรเพื่อควบคุมความหนาของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้ได้ความหนาตามที่ต้องการ รวมทั้งเก็บงานคอนกรีตที่ไม่เรียบร้อย

7) การขัดหน้าชิ้นงาน (Smoothening Station) เป็นการขัดผิวหน้าชิ้นงานด้วยเครื่องจักรให้เรียบตามที่ต้องการเพื่อความเรียบร้อยตามงานสถาปัตยกรรม ดังแสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการขัดหน้าชิ้นงาน (ที่มา : http://www.ebawe.com)

8) การบ่มคอนกรีต (Curing Station) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ขัดผิวหน้าเรียบร้อยแล้วจะถูกนำเข้าบ่มคอนกรีตด้วยระบบการพ่นน้ำในห้องบ่มก่อนการถอดแบบหล่อ

9) การถอดแบบข้าง (Shuttering Removing Station) แบบหล่อจะถูกส่งมายังจุดถอดแบบข้างออก ก่อนทำการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกจากแบบหล่อ

10) การยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกแบบหล่อ (Tilting Station) หลังจากถอดแบบข้างเรียบร้อยแล้ว แบบหล่อจะถูกยกขึ้นเป็นแนวตั้ง แล้วใช้ลวดสลิงมายึดกับจุดยก เพื่อการยกชิ้นงานออกจากแบบหล่อ แล้วนำไปกองเก็บรอการขนย้ายต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการขัดหน้าชิ้นงาน (ที่มา : http://www.ebawe.com)

Chulalongkorn University

## 2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี (2549) ได้ศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาในด้านข้อดีของระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การลดระยะเวลาของงานก่อสร้างและควบคุมระยะเวลาได้แน่นอน เนื่องจากในงานโครงสร้างมีการใช้ชิ้นส่วนของงานโครงสร้างที่ถูกผลิตมาจากโรงงาน ทำให้สามารถดำเนินงานได้ในเวลาเดียวกันทั้งการเตรียมการ ณ สถานที่ก่อสร้างและการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ อีกทั้งเวลาในการทำงานสำหรับระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการก่อสร้างแบบหล่อในที่

2) ต้นทุนของการก่อสร้างที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ ถ้ามีจำนวนอาคารที่ก่อสร้างในแบบเดียวกันจำนวนหนึ่ง ซึ่งต้นทุนที่ต่ำกว่านั้นมาจากส่วนประกอบอื่นด้วย เช่น ระยะเวลาการก่อสร้างที่เร็วกว่าทำให้ลดต้นทุนดอกเบี้ยการกู้เงิน ลดค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect Cost) ลดการสูญเสียวัสดุ และการใช้แรงงานที่น้อยกว่า (มามี โตบารมีกุล, 2540)

3) สามารถควบคุมคุณภาพของงานได้ง่ายและเหมือนกันทั้งโครงการ เนื่องจากในการทำงานสามารถควบคุมคุณภาพของงานได้ตั้งแต่งานผลิตที่ถูกผลิตในโรงงาน ทำให้คุณภาพของงานก่อสร้างดีขึ้นจากกรรมวิธีการผลิตที่มีมาตรฐานเดียวกันทั้งโครงการ จึงเหมาะกับการก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำ ๆ กัน เช่น โครงการบ้านจัดสรร อาคารชุดพักอาศัย เป็นต้น

4) ประโยชน์สำหรับงานก่อสร้างของการทำงานคอนกรีตในที่สูง โดยการที่ผลิตบนพื้นล่างจะสามารถทำงานได้ง่ายและควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า หลังจากนั้นจึงจัดส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างเพื่อทำการติดตั้ง (Don, 1986)

5) การลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานในบางส่วนของงานก่อสร้างในโครงการ เนื่องจากลักษณะของงานติดตั้งที่ใช้แรงงานไม่มากต่อชิ้นงาน เช่น การใช้ผนังคอนกรีตสำเร็จพบว่าใช้แรงงานน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการก่อผนังอิฐเพื่อจะได้พื้นที่และเวลาในการทำงานเท่ากัน เป็นต้น

6) การลดความสูญเสียวัสดุของงานก่อสร้าง เพราะวัสดุจะถูกจัดเตรียมและผลิตตั้งแต่ในโรงงานก่อนที่จะนำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง

7) การลดปัญหาสภาพแวดล้อมในสถานที่ก่อสร้าง เช่น ฝุ่น และเศษวัสดุ เป็นต้น

8) การลดปัญหาในการก่อสร้างจากสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จที่ถูกผลิตจากโรงงานไม่ขึ้นกับปัญหาด้านสภาพอากาศ เช่น ปัญหาฝนตก เป็นต้น

ข้อจำกัดของการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สรุปได้ดังนี้

1) ต้นทุนเริ่มต้นที่สูง ในการจัดตรียมสถานที่ในการผลิต แบบหล่อ และเครื่องมือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องในการผลิต รวมถึงเครื่องจักรในการยกติดตั้ง ณ สถานที่ก่อสร้างด้วย

2) การควบคุมการทำงานในการผลิตที่ต้องมีการเข้มงวดต่อคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จที่ผลิตให้ได้ตามมาตรฐานตามแบบและมีความคลาดเคลื่อนเป็นที่ยอมรับได้ เนื่องจากหลังจากที่ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปถูกผลิตเสร็จเป็นการยากในการดำเนินการแก้ไขภายหลัง เช่น ความคลาดเคลื่อนระยะฝังท่องานระบบ เป็นต้น

3) กรณีที่สถานที่ผลิตและสถานที่ก่อสร้างมีระยะทางไกลกันมาก การเดินทางขนส่งและมีการเดินทางในเขตชุมชน อาจเกิดปัญหาการจราจรที่ติดขัด น้ำหนักในการบรรทุกของรถขนส่ง ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จหลังการขนส่ง ซึ่งส่งผลต่อการดำเนินงานที่ต่อเนื่องของงานก่อสร้าง รวมถึงต้นทุนจากการเดินทางขนส่งเนื่องจากระยะทางที่ไกล

4) ต้องใช้แรงงานที่ต้องมีความชำนาญในการติดตั้ง ซึ่งต้องมีความชำนาญและความเข้าใจถึงวิธีการทำงานที่ถูกต้องเพื่อให้การติดตั้งมีความคลาดเคลื่อนและความเรียบร้อยของงานเป็นที่ยอมรับได้

5) รอยต่อที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งและประกอบรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จอาจไม่สวยงาม เช่น รอยต่อแบบแห้งที่ใช้สลักเกลียว เป็นต้น

6) ปัญหาการรั่วซึมของน้ำระหว่างรอยต่อหลังการก่อสร้าง อันเนื่องจากสาเหตุ เช่น คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในรอยต่อที่ไม่ดี และการทำงานที่ไม่ได้คุณภาพ เป็นต้น

7) การดัดแปลงอาคารที่ทำได้ยาก ในกรณีที่ใช้เป็นโครงสร้างระบบแผ่นรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure of Panel System) ซึ่งผนังดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งที่รับแรงของงานโครงสร้างจึงทำให้การที่ทุบเพื่อต่อเติมอาจทำไม่ได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ระบบการก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมาช่วยในงานนั้นมีประโยชน์อย่างมากในโครงการที่มีปริมาณการผลิตจำนวนมากหรือมีลักษณะซ้ำ ๆ กัน เช่น โครงการบ้านจัดสรร เป็นต้น ด้วยข้อดีในเรื่องของการลดเวลาและต้นทุน รวมถึงการควบคุมคุณภาพของงานในโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบหล่อในที่ ส่วนข้อจำกัด เช่น เรื่องการลงทุนเริ่มแรกในการผลิต แรงงานต้องมีความชำนาญ และการดัดแปลงอาคารหลังการก่อสร้างทำได้ยาก เป็นต้น โดยแต่ละขั้นตอนในการทำงานตั้งแต่การผลิต การขนส่ง และการติดตั้งจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญและกระบวนการจัดการที่ดีเพื่อให้ปริมาณและคุณภาพตามที่โครงการต้องการ

## 2.7 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม (2548) ทำการศึกษาการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปบ้านพักอาศัย 2 ชั้น โครงการบ้านพักอาศัยหนึ่ง โดยการขนส่งด้วยรถขนส่งจำนวน 5 รอบ ต่อบ้าน 1 หลัง มาเตรียมไว้ที่สถานที่ก่อสร้าง ส่วนรถเครนนำมาจอดบริเวณถนนด้านหน้าของตัวบ้าน และใกล้พอที่ยกชิ้นส่วนจากรถขนส่งได้สะดวก ผู้ควบคุมงานนำแรงงานในการประกอบ จำนวน 6 คน ประกอบด้วย

คนขับรถ Crane 1 คน และแรงงาน 5 คน ทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วน โดยขั้นตอนประกอบด้วยงานต่างๆ ดังนี้

2.7.1 **งานตอม่อ** การเตรียมงานฐานรากและตอม่อก่อนการวางคานสำเร็จรูป ต้องมีการหาระดับหัวตอม่อด้วยกล้องระดับ เพื่อให้มีระดับเดียวกัน ดังรูปที่ 2.13 แล้วจึงมีการกำหนดแนวตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เพื่อวางคานสำเร็จรูป โดยที่ตอม่อมีรูด้านบน ดังรูปที่ 2.14 สำหรับใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปทะลุมายังตอม่อเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป

รูปที่ 2.13 การเตรียมงานฐานราก (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

รูปที่ 2.14 งานตอม่อ (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

2.7.2 **งานวางคานสำเร็จรูป** การวางคานสำเร็จรูป การติดตั้งคานควรมีการเตรียมสถานที่ก่อสร้างก่อน จากนั้นยกคานติดตั้งโดยติดตั้งเป็นกลุ่มๆ ตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ เมื่อวางคานตามตำแหน่งเรียบร้อย ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อ และใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างปลายคาน โดยมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น แล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป เมื่อคานและตอม่อยึดกันแน่น ดังรูปที่ 2.15 และรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.15 การวางคานสำเร็จรูป *(ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)*

รูปที่ 2.16 การใส่เหล็กเสริมระหว่างปลายคาน (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

2.7.3 **งานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง** หลังจากทำการติดตั้งคานสำเร็จรูปเรียบร้อย จากนั้นทำการกำหนดแนว ที่คานก่อนทำการวางพื้น ตรวจสอบความเรียบร้อยของหน้าคานที่วางแผ่นพื้นสำเร็จรูปต้องสะอาด ไม่มีเศษหินเศษดินปูน เพราะอาจทำให้พื้นสำเร็จรูปเกิดความชำรุดเสียหายได้ การยกพื้นติดตั้งตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ เมื่อวางพื้นตามตำแหน่งเรียบร้อย โดยใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างพื้นกับคาน โดยมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริม และเทคอนกรีตยึดเพื่อกันไม่ให้พื้นเกิดการเคลื่อนตัวได้ จบขั้นตอนการวางพื้นชั้นล่าง

2.7.4 **งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง** ก่อนติดตั้งผนังต้องมีการหาระดับผนังโดยปรับ Erection Bolt ที่ฝังอยู่ในคานหรือพื้นหล่อในที่ให้มีระดับเดียวกัน ผนังชั้นล่างมีความหนา 12 cm. การยกติดตั้งต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เมื่อยกผนังขณะเข้าสู่ตำแหน่งหาระดับและดิ่งของผนัง เมื่อได้ตำแหน่งแล้วใช้เสาค้ำยัน (Prop Hook) จำนวน 2 อัน ยึดค้ำยันผนังกับพื้น สำหรับลำดับการติดตั้งต้องคำนึงถึงการมองเห็นของคนขับรถ Crane ว่ามีการบังของชิ้นงานในขณะทำงานด้วย ดังนั้นต้องมีการกำหนดลำดับที่แน่นอน เมื่อวางผนังตามตำแหน่งเรียบร้อย ยึดด้วยแผ่นเหล็ก หนา 6 mm. หรือยึดด้วยน็อตสกรู ขนาด 6 mm. โดยการยึดยึดบริเวณด้านบน เมื่อทำการปิดฝ้าเพดานแล้วมองไม่เห็น ส่วนผนังมีระยะห่างระหว่างผนังถึงผนังห่างกัน 12 cm. ซึ่งระยะห่างนี้มีห่วง 9 mm.จำนวน 4 ห่วง ระยะห่างเท่าๆกัน ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่างห่วง ยาวตลอดความสูงของผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แล้วตั้งแบบหล่อเหล็กเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 2.17 และรูปที่ 2.18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 2.17การยกติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

รูปที่ 2.18 รอยต่อระหว่างผนัง (ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, 2548)

2.7.5 **งานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นบนและบันไดสำเร็จรูป**เมื่อผนังชั้นล่างมีการยึดกันแข็งแรงเรียบร้อย ก็ทำการถอดแบบหล่อเหล็กและเสาค้ำยันออก ขั้นตอนการวางพื้นสำเร็จรูปชั้นบนมีลักษณะคล้ายกับการวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง โดยแตกต่างกันตรงที่วางพื้นบนผนังชั้นล่างแทนการวางพื้นบนคาน จากนั้นทำการติดตั้งบันไดสำเร็จรูป โดยโครงสร้างบันได ยึดติดกับตัวผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง

2.7.6 **งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบน** ขั้นตอนการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบนมีลักษณะคล้ายกับการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง โดยแตกต่างกันตรงที่ผนังชั้นบนมีความหนา 10 cm. และการวางผนัง โดยวางบนผนังชั้นล่างแทนการวางผนังบนคาน

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของปัญหาการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.8.1 สาเหตุของปัญหาในการบริหารจัดการการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

อัครพล เนื่องฤทธิ์ และอาทิกวี อัศวรักษ์ (2548) ได้ศึกษาถึงการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปปัญหาในการจัดการและแนวทางแก้ไข โดยกล่าวว่า การใช้ระบบสำเร็จรูปไม่คุ้มเมื่อพบโครงสร้างที่ซับซ้อนซึ่งใช้ชิ้นส่วนแตกต่างกันมาก เพราะโรงงานในการผลิตต้องทำแบบหล่อหลายขนาด ทำให้ต้นทุนคงที่ในช่วงแรกสูง ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงมีราคาสูง ฉะนั้นรูปแบบโครงการที่เหมาะกับการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป จึงต้องมีลักษณะชิ้นส่วนที่เหมือนกันในปริมาณที่มากพอ และไม่มี

รายละเอียดปลีกย่อยที่มากจนเกินความจำเป็น ซึ่งทำให้การผลิตทำได้อย่างต่อเนื่อง การขนส่งและการจัดเก็บชิ้นส่วนสามารถทำได้สะดวกและมีมาตรฐานเดียวกัน จึงเหมาะกับการสร้างคอนโดหลายชั้น บ้านจัดสรร ทาวน์โฮม จำนวนหลายหน่วย แต่ที่อยู่อาศัยรูปแบบดังกล่าวผู้บริโภคไม่สามารถเลือกรูปแบบโครงสร้างที่ต้องการได้ เนื่องจากรูปแบบอาคารที่ค่อนข้างจำกัด นอกจากนี้ยังสามารถสรุปการบริหารงานที่ใช้กับการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ดังนี้

1) การวางแผนโครงการนิยมใช้วิธี bar chart เนื่องจากทำความเข้าใจได้ง่าย แต่ปัญหาที่พบคือขาดข้อมูลในการวางแผน

2) การจัดการแรงงาน บริษัทอสังหาริมทรัพย์ส่วนใหญ่ใช้การจัดจ้างผู้รับเหมาจากภายนอก ซึ่งมีปัญหาทักษะฝีมือแรงงาน

2.8.2 สาเหตุของปัญหาที่ต้องพิจารณาสำหรับการก่อสร้างระบบโครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนัก (กาญจนา รุจิเรขอภิรักษ์, 2550)

1) ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ความแข็งแกร่งที่เกิดขึ้นในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ส่วนผสมคอนกรีต และ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ซึ่งอาจเป็นตัวกำหนดความสามารถในการรับแรงของโครงสร้างที่สร้างขึ้นมา โดยอาจส่งผลต่อกำลังของคอนกรีตที่อาจเกิดขึ้นตามต้องการที่ได้ออกแบบไว้ การใช้คอนกรีตผสมเสร็จ มีส่วนที่ดีในการที่อาจสามารถควบคุมสัดส่วนมาตรฐานของส่วนผสมและน้ำในตัวคอนกรีตได้ตามต้องการ การบ่มคอนกรีตที่เหมาะสม ทำให้คอนกรีตรับแรงได้ตามเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ Air Prevent เป็นระบบการป้องกันน้ำในงานคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งน้ำระเหยออกไป อาจมีผลต่อการรับแรงของวัสดุคอนกรีต การป้องกันทำได้ เช่น การใช้แผ่นพลาสติกคลุมรอบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ป้องกันน้ำระเหย แทนการรดด้วยน้ำ และการคลุมด้วยกระสอบป่านรดน้ำ

2) ขั้นตอนการขนส่ง

การขนส่งชิ้นส่วนที่มีการผลิตเรียบร้อยแล้วมีความสำคัญตั้งแต่การยกชิ้นส่วนที่มีการหล่อหรือผลิตในแนวนอนขึ้นตั้ง ซึ่งเป็นปัญหาในชิ้นส่วนขนาดใหญ่ เช่นผนัง ที่ต้องมีการคำนวณในส่วนที่มีความบาง หรือมีขนาดเล็ก เช่นตามมุมช่องเปิดต่างๆ ต้องมีการเสริมเหล็กทแยงพิเศษป้องกันการหักที่อาจเกิดขึ้น เหล็กนี้นอกจากอาจป้องกันการหักที่อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการยกชิ้นส่วนขึ้นยังช่วยป้องกันการแตกร้าวที่อาจเกิดขึ้นที่มุมช่องเปิดต่างๆเมื่อมีการใช้งานไปแล้ว

3) ขั้นตอนการติดตั้ง

Tolerance (Margin) เป็นระยะที่เผื่อสำหรับค่าผิดพลาด ที่อาจเกิดขึ้นจากการหล่อชิ้นส่วนวัสดุ การติดตั้ง หรือการก่อสร้างต่างๆซึ่งเกิดขึ้นได้เสมอ เป็นระยะในระบบพิกัดที่กำหนดขึ้นเพื่อแก้ปัญหาจุดนี้ อาจทำได้โดยการทำระยะให้สั้นกว่าระยะจริงตามแบบก่อสร้างประมาณ 2 เซนติเมตร เป็นต้น เป็นระยะที่จำเป็นมากโดยเฉพาะในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่วัสดุต้องมีการต่อกันได้อย่างลงตัว ถ้าเกิดการผิดพลาดขึ้นชิ้นส่วนนั้นก็ไม่สามารถติดตั้งได้ หรือทำให้เสียเวลาในการแก้ไขเป็นเวลานาน จุดนี้เป็นสิ่งที่ทำให้การทำงานระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละโครงการมีความแตกต่างกัน เป็นการออกแบบระบบของจุดเชื่อมต่อ หรือ เป็น Joint Design

2.8.3 สาเหตุของปัญหาในการก่อสร้างบ้านเดี่ยวสองชั้นด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับแรง

ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม (2548) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบถึงกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างของโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2 ซึ่งทั้งสองโครงการเป็นการก่อสร้างบ้านเดี่ยวสองชั้นด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับแรง สามารถสรุปปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างได้ ดังนี้

2.8.3.1 สาเหตุของปัญหาในการก่อสร้างของโครงการที่ 1

1) เครื่องจักร เนื่องจากระบบการทำงานของสายการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับเครื่องจักรภายในโรงงานที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เป็นหลัก เมื่อเกิดการขัดข้องหรือเสียหายของเครื่องจักร ณ สายการผลิตใด ระบบการผลิตก็อาจหยุดทำงานทำให้การผลิตหยุดชะงักลง เช่น เครื่อง Plotter ไม่สามารถทำงานได้ ต้องมีการตรวจสอบความเสียหายของระบบ โดยการตรวจเช็คระบบการทำงานของเครื่อง Plotter อย่างถี่ถ้วนด้วยช่างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเพื่อหาสาเหตุ ทำให้ระบบการทำงานในสายงานนี้หยุดชะงักไป เป็นต้น

2) อุปกรณ์ฝัง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ฝังในชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีจำนวนมาก เช่น Lifting Loop อุปกรณ์ไฟฟ้า ประปาและประตูหน้าต่าง เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์ฝังเหล่านี้มีจำนวนและปริมาณที่มากทำให้การทำงานในขั้นตอนนี้ใช้เวลาและจำนวนแรงงานที่มากตามไปด้วย

3) การขนส่ง เนื่องจากต้องมีการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไป ณ สถานที่ก่อสร้าง ซึ่งต้องมีกฎหมายเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น น้ำหนักบรรทุกต้องไม่เกินกฎหมายกำหนด ช่วงเวลาในการขนส่ง ความสูงความยาวของการบรรทุก เป็นต้น ซึ่งมีผลโดยตรงในขั้นตอนการขนส่ง

4) ความต้องการ เนื่องจากการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องเป็นไปตามแผนงานการผลิต ถ้าเกิดปัญหาความล่าช้าจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจส่งผลิตต่อการติดตั้งที่สถานที่ก่อสร้าง ทำให้ต้องมีการวางแผนงานการผลิตที่รอบคอบและรัดกุมมาก

5) การประกอบติดตั้ง การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยรถเครนขณะที่ชิ้นงานกำลังเข้าสู่ตำแหน่งการวาง อุปกรณ์ฝังอาจไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดต้องมีการปรับและดัดแปลงบางส่วน

6) การทาสี เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเรียบและมัน ดังนั้นในขั้นตอนการทาสีต้องทาจำนวนรอบที่มากขึ้น เพื่อให้สีได้คุณภาพดี

2.8.3.2 สาเหตุของปัญหาในการก่อสร้างของโครงการที่ 2

1) แรงงาน เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปใช้แรงงานในการผลิต ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานทำให้ระบบการผลิตล่าช้า

2) การควบคุมคุณภาพ เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องใช้ประสบการณ์ของช่างผู้ปฏิบัติงาน ถ้าหากช่างผู้ปฏิบัติงานไม่มีความชำนาญ อาจเกิดความละเลยหรือมองข้ามเทคนิควิธีการต่างๆ ทำให้ชิ้นงานมีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน

3) การเทคอนกรีต เนื่องจากขั้นตอนการเทคอนกรีตต้องตรวจดูระยะเวลาและปริมาณที่รถผสมคอนกรีต (จากตัวแทนผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ) ให้ตรงกับความต้องการของการผลิต และหากเกิดความล่าช้าของรถผสมคอนกรีต ก็อาจส่งผลต่อการผลิต

4) การยกชิ้นส่วน เนื่องจากการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยรถ Guy Derrick Crane ชิ้นงานที่อยู่ในแนวราบถูกยกขึ้นเป็นแนวตั้ง จุดยกที่ฝังอยู่ในชิ้นงานอาจเกิดความเสียหายจากแรงดึงและแรงกระชากของรถ Guy Derrick Crane

5) ชิ้นงานที่กองเก็บ ณ สถานที่ก่อสร้าง เมื่อทำการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จเรียบร้อย ชิ้นงานอาจถูกลำเลียงมา ณ สถานที่ก่อสร้างเลย โดยมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่วางไว้ ณ ลานเก็บชิ้นงาน ชิ้นงานที่ถูกลำเลียงมาวางเตรียมไว้ก่อนล่วงหน้า ขั้นตอนการประกอบติดตั้งอาจมีระยะเวลานานเป็นเดือน ทำให้อุปกรณ์ฝัง เช่น J-BOLT เกิดสนิม เกิดความเสียหาย ทำให้คุณภาพในการใช้งานน้อยลง

6) การประกอบติดตั้ง เมื่อยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยรถเครนขณะที่ชิ้นงานกำลังเข้าสู่ตำแหน่งการวาง อุปกรณ์ฝังอาจไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดต้องมีการปรับและดัดแปลงบางส่วน

7) การทาสี เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเรียบและมัน เมื่อถึงขั้นตอนการทาสีต้องทาจำนวนรอบที่มากขึ้น เพื่อให้สีได้คุณภาพดี

2.8.4 สาเหตุของปัญหาด้านคุณภาพในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากงานวิจัยของคเชนท์ สุริยาวงศ์ (2550) ได้ทำการศึกษาสาเหตุของปัญหาด้านคุณภาพที่พบในงานก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก ทำให้ทราบถึงปัญหาโดยรวมคือ

1) รอยแตกบริเวณจุดยก สาเหตุเนื่องจากการยกแผ่นขึ้นโดยไม่ระมัดระวังและมุมการยกไม่ถูกต้อง ทำให้จุดยกเกิดการเคลื่อนที่แผ่นคอนกรีตแตกหักเสียหาย

2) รอยร้าว สาเหตุเนื่องจากอายุคอนกรีตไม่ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด แล้วมีการยกแผ่นหรือมีการเสริมเหล็กไม่ถูกต้อง

3) คอนกรีตของแผ่นเป็นโพรง สาเหตุเกิดจากการเทคอนกรีตที่ไม่มีการจี้คอนกรีต หรือแผ่นมีการแตกเนื่องจากเหล็กเสริมไม่มีการเสริมลูกปูนตามมาตรฐาน

4) แผ่นแตกกะเทาะ สาเหตุเนื่องจากชิ้นส่วนโดนกระแทกขณะขนส่งหรือขณะติดตั้งหรือมีการงัดแผ่นเพื่อประกอบ เกิดจากไม่ระมัดระวังขณะติดตั้ง หรือแผ่นชิ้นส่วนมีการหล่อขนาดไม่ได้มาตรฐานตามแบบ ทำให้ทำการประกอบติดตั้งได้ยาก

2.8.5 สาเหตุของปัญหาด้านเทคนิคการก่อสร้างบ้านเดี่ยวสองชั้นด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับแรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากงานวิจัยของนาวิน นาคะศิริ (2542) ได้ทำการสำรวจ และสอบถามทำให้พบถึงสาเหตุของปัญหาทางด้านเทคนิคในการก่อสร้างบ้านเดี่ยวสองชั้นด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับแรง ได้แก่

1) การเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องจักร ไม่สมดุลกับขนาดของงาน

2) การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตในโรงงานชั่วคราวเนื่องจากประสบการณ์ของแรงงานยังไม่มีความชำนาญ บางครั้งอาจเกิดการละเลยหรือมองข้ามเทคนิควิธีการทำให้การควบคุมคุณภาพไม่ดี

3) การขนส่ง โดยต้องคำนึงถึงการเลือกใช้อุปกรณ์การขนส่งที่เหมาะสม และขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับติดตั้ง การออกแบบเบื้องต้นขาดการคำนึงถึงความแข็งแรงในการยกขึ้นและยกลง

4) การประกอบติดตั้ง เช่น รอยต่อ จุดเชื่อมต่างๆ จากการสำรวจพบว่าปัญหาเรื่องรอยต่อส่วนใหญ่เกิดปัญหาเรื่องการซึมของน้ำผ่านตามรอยต่อ

5) ความมันและความเรียบของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งอาจเกิดปัญหาการทาสีทำให้เกิดลักษณะร่อนเมื่อถูกความชื้น

6) จุดต่องานระบบต่างๆ ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สามารถมองเห็นเมื่อประกอบติดตั้งแล้วเสร็จ เช่น จุดต่อชนของท่อน้ำทั้งน้ำดีและน้ำเสีย ควรมีการตรวจเช็คในขั้นตอนของการผลิตที่โรงงานเพราะอาจเกิดการละเลย และจำเป็นต้องแก้ไขในขั้นตอนการติดตั้งซึ่งส่งผลต่อต้นทุนที่เพิ่มขึ้น

2.8.6 สาเหตุของปัญหาในระบบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

จากงานวิจัยของมามี โนบารมีกุล (2540) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการดำเนินงานก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยระหว่างการก่อสร้างอาคารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการก่อสร้างระบบหล่อในที่ ทำให้ทราบถึงปัญหาในการก่อสร้างอาคารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปคือ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ได้ขนาดตามที่กำหนด รอยต่อมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงตำแหน่ง การรั่วซึมของน้ำบริเวณรอยต่อหลังก่อสร้างเสร็จ และขาดแรงงานที่มีความชำนาญในการผลิตและการติดตั้งชิ้นงาน

จากงานวิจัยของสุกฤต อนันตชัยยง (2545) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยระหว่างการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการก่อสร้างแบบทั่วไป จากการศึกษาพบปัญหาการก่อสร้าง 3 ประเด็นหลัก คือ ปัญหาเนื่องจากเทคนิคของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ปัญหาเนื่องจากความไม่เข้าใจกรรมวิธีการก่อสร้าง และปัญหาการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับงานระบบอื่นๆ โดยมีข้อเสนอแนะแก้ปัญหาด้วยการให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ปฏิบัติงาน และควรทำการตรวจสอบชิ้นส่วนให้ถูกต้องกับโครงสร้าง

2.8.7 ปัญหาในกระบวนการผลิตระบบคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานอาคาร

การศึกษาปัญหาในกระบวนการผลิตระบบคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานอาคาร (Warszawski, 1982) ปัญหาในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการผลิตซึ่งประกอบด้วย กระบวนการจัดเตรียมวัสดุและแบบหล่อ กระบวนการหล่อชิ้นงาน กระบวนการจัดเก็บชิ้นส่วนคงคลัง และกระบวนการติดตั้งที่หน่วยงานก่อสร้าง จากการศึกษาพบว่าปัญหาหลักในกระบวนการดังกล่าวคือ ปัญหาในการควบคุมและวางแผนการผลิต และปัญหาในการควบคุมต้นทุนและคุณภาพของการผลิตของแต่ละกระบวนการ นอกจากนี้ยังเสนอแนวทางแก้ปัญหาด้วยการบริหารจัดการข้อมูลข่าวสารของแต่ละกลุ่มปัญหา ซึ่งประกอบด้วย การจัดการข้อมูลข่าวสารของกระบวนการผลิต การจัดการข้อมูลข่าวสารของต้นทุน และการจัดการข้อมูลข่าวสารของการควบคุมคุณภาพ โดยแบ่งการจัดการข้อมูลข่าวสารของแต่ละกลุ่มเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของผู้ใช้ ข้อมูลข่าวสาร และแหล่งข้อมูลข่าวสาร

2.8.8 ปัญหาในกระบวนการจัดการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานไปยังสถานที่ก่อสร้าง

การศึกษาการจัดการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประหว่างหน่วยงานผลิตและหน่วยงานติดตั้งให้มีความต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการใช้งานจริงของหน่วยงานติดตั้ง (Low and Choong, 2001) พบว่ามีสาเหตุของปัญหาที่เป็นอุปสรรคสำหรับการขนส่งชิ้นงานให้มีความต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการใช้งานจริงของหน่วยงานติดตั้ง โดยปัญหาที่เป็นอุปสรรคสำหรับการติดตั้งชิ้นงาน ประกอบด้วยปัญหาความล่าช้าของการดำเนินงาน และการจัดการทางด้านสถานที่ แรงงาน เครื่องจักร ภายในหน่วยงานติดตั้ง และสาเหตุของปัญหาที่เป็นอุปสรรคสำหรับการขนส่งชิ้นงาน ประกอบด้วยการเตรียมการขนส่งภายในหน่วยงานผลิต และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง พร้อมทั้งมีการเสนอแนวทางดำเนินงานสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตและขนส่งของหน่วยงานผลิตชิ้นงาน ให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานของหน่วยติดตั้งชิ้นงาน ดังนี้คือ การส่งจดหมายแจ้งเตือน การบันทึกข้อมูลพร้อมทั้งทำการศึกษาเพื่อเป็นการเรียนรู้สำหรับป้องกันและแก้ไข การลงโทษโดยใช้ค่าปรับตามที่ตกลงกันไว้ล่วงหน้า การยกเลิกรายการจัดซื้อและจัดจ้างหน่วยงานผลิตชิ้นงานรายใหม่

2.8.9 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในกระบวนการก่อสร้างอาคารระบบคอนกรีตสำเร็จรูปที่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานก่อสร้าง

จากงานวิจัยของ คงฤทธิ์ เปี่ยมนพเก้า (2551) ทำการศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหาในกระบวนการก่อสร้างอาคารระบบคอนกรีตสำเร็จรูปที่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานก่อสร้าง และนำเสนอแนวทางดำเนินงานสำหรับปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างในประเทศไทย โดยทำการศึกษาโครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีโครงสร้างเป็นแบบระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก และเป็นโครงการก่อสร้างที่หน่วยงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป และหน่วยงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปดำเนินงานภายในองค์กรเดียวกัน จากการศึกษาพบว่า

1) สาเหตุของปัญหาที่สำคัญในกระบวนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ แบบหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน และแนวทางดำเนินงานที่สำคัญสำหรับการป้องกันคือ การจัดทำมาตรฐานการใช้งานแบบหล่อ

2) สาเหตุของปัญหาที่สำคัญในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ สภาพพื้นที่แออัดภายในหน่วยงานผลิตเนื่องจากของเสีย และแนวทางดำเนินงานที่สำคัญสำหรับการป้องกัน คือ การแยกกำจัดของเสียเป็นประจำทุกวัน

3) สาเหตุของปัญหาที่สำคัญในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ สภาพอากาศรบกวนการดำเนินงาน และแนวทางดำเนินงานที่สำคัญสำหรับการป้องกัน คือ การวางแผนงานให้มีความยืดหยุ่นสูง

2.8.10 ปัญหากระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง

จากงานวิจัยของ ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี (2549) ได้ศึกษากระบวนการจัดการชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัย ในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง พร้อมทั้งเสนอแนวทางการทำงานในการปรับปรุง จากการศึกษาพบว่า สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่ การตรวจสอบและควบคุมการทำงานในการจัดวัสดุ แรงงาน และเครื่องจักรของแต่ละหน่วยงาน และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่ ความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยโครงการก่อสร้างที่มีผลต่อการทำงานในหน่วยงานผลิต สาเหตุจากผู้จัดส่งวัสดุ ไปยังหน่วยงานผลิตและโครงการ ก่อสร้าง และข้อบกพร่องของแบบก่อสร้างจากฝ่าย

ออกแบบ แนวทางการปรับปรุงกระบวน การจัดการ ในหน่วยงานผลิต ควรมีการกำหนดปริมาณการผลิตที่สอดคล้องกับความต้องการจริงของโครงการก่อสร้างในแต่ละช่วงเวลา อันเป็นการลดการทำงานที่ไม่จำเป็นในหน่วยงานผลิตลง นอกจากนี้หน่วยงานต้องมีความพร้อมในการจัดเตรียมวัสดุการผลิต แรงงาน และเครื่องจักรในการทำงาน ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีความถูกต้องตามประเภทชิ้นงานที่ติดตั้ง แนวทางการปรับปรุง กระบวนการจัดการในโครงการก่อสร้าง ควรเริ่มตั้งแต่การก่อสร้างในที่ โดยโครสร้างก่อนการติดตั้งต้องมีความถูกต้องตามแบบก่อสร้าง นอกจากนี้โครงการอาจต้องมีความพร้อมในการจัดเตรียมวัสดุ แรงงาน และเครื่องจักรในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้สามารถทำงานติดตั้งได้ต่อเนื่อง

2.8.11 ปัญหารูปแบบแผนการดำเนินงานในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากงานวิจัยของ พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์ (2549) ได้ทำการศึกษารูปแบบแผนการดำเนินงานในการก่อสร้าง บ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ดังนี้ ส่วนแสดงวัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องส่วนแสดงลำดับขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ส่วนแสดงกำหนดการทำงาน ส่วนแสดงแนวทางการแก้ไขปัญหาที่พบบ่อย และสรุปแผนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ผลการศึกษาพบว่า สาเหตุของปัญหาที่พบในการวางแผนการดำเนินงาน ได้แก่

1) การขาดข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนการดำเนินงาน

2) การขาดประสบการณ์ในการวางแผนการดำเนินงาน รวมทั้งการขาดจุดสังเกต หรือวิธีการวางแผนการดำเนินงาน เมื่อเข้ามารับหน้าที่การวางแผนการดำเนินงาน

3) การขาดความเข้าใจถึงวิธีการทำงานจริงบริเวณหน่วยงานก่อสร้าง

4) รูปแบบการวางแผนการดำเนินงานถูกบังคับโดยวิธีการวางแผนการดำเนินในอดีต

5) ระยะเวลาการทำงานไม่เหมาะสม หรือไม่สามารถปฏิบัติได้จริง

6) การแทรกแซงจากหน่วยงานอื่น เช่น การตลาด ทำให้ต้องเร่งอัตราการก่อสร้าง หรือลดอัตราการก่อสร้างลง

## 2.9 การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

สืบตระกูล สมบัติทิพย์ (2554) ได้ทำการศึกษาการบริหารจัดการโครงการอาคารหอพักขนาด 8 ชั้น ซึ่งใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับอาคารมากถึงร้อยละ 95 คือใช้ตั้งแต่ ฐานราก คานคอดิน

พื้น บันได ผนัง เสา เป็นชิ้นส่วนสำเร็จเกือบทั้งหมด อาจมีฐานรากเฉพาะบางจุดเท่านั้นที่ต้องทาการหล่อในที่ โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

2.9.1 การติดตั้งฐานรากสำเร็จรูปและคานคอดินสำเร็จรูป

การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจเริ่มที่ฐานราก ซึ่งอาจมีทั้งแบบหล่อในที่และแบบสำเร็จรูป โดยอาจใช้ทาวเวอร์เครนในการติดตั้ง เมื่อติดตั้งฐานรากเสร็จอาจทำการติดตั้งคานคอดิน โดยวางให้ปลายคานอยู่ตรงกับฐานราก หลังจากนั้นทำการเชื่อมเหล็กที่โผล่จากฐานรากกับเหล็กจากปลายคานเข้าด้วยกัน หลักจากนั้นทำการประกอบแบบเพื่อเทคอนกรีต เมื่อเทคอนกรีตเสร็จแล้วรอคอนกรีตแข็งตัว แล้วทำการถอดแบบออกดังแสดงในรูปที่ 2.19

Chulalongkorn University

รูปที่ 2.19 การติดตั้งคานคอดิน (สืบตระกูล สมบัติทิพย์, 2554)

2.9.2 การติดตั้งพื้นสำเร็จรูปและผนังสำเร็จรูปรับแรง

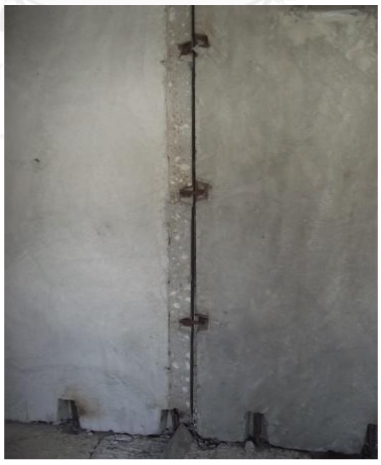
เริ่มจากใช้ Tower crane ยกแผ่นพื้นสำเร็จรูปมาวางตามคานคอดิน จากนั้นทำการเชื่อมตามรอยต่อต่างๆ หลังจากนั้นทำการตั้งผนัง โดยทำการใช้สว่านเจาะผนัง แล้วใช้เหล็กขาตั้งทำการยึด และหมุนเกลียวขาตั้งเพื่อปรับให้ผนังตั้งตรง แล้วใช้ระดับน้ำเช็คระดับอีกครั้ง เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วเชื่อมรอยต่อบริเวณผนัง จากนั้นใช้ซีเมนต์เพสต์ Non-shrink ปิดรอยเชื่อมและช่องว่างระหว่างชิ้นส่วน ดังรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 การติดตั้งแผ่นผนังสำเร็จรูป (สืบตระกูล สมบัติทิพย์, 2554)

2.9.3 การติดตั้งบันไดสำเร็จรูป

การติดตั้งทำการยกบันไดวางบนพื้น โดยไม่มีที่ตั้งรับบันได แต่บริเวณปลายบันไดสามารถตั้งได้ จากนั้นทำการติดตั้งพื้นหรือผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูปชั้นถัดไป

สำหรับรอยต่อต่างๆของโครงการอาคารหอพักขนาด 8 ชั้น มีจุดเชื่อมที่มากกว่าของโครงการบ้านพักอาศัยขนาด 2 ชั้น เนื่องจากเป็นอาคาร 8 ชั้น ต้องรับน้ำหนักที่มาก รอยต่อจึงต้องมีจำนวนมากเพื่อความแข็งแรงที่เพียงพอ ดังแสดงในรูปที่ 2.21และรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.21 รอยต่อระหว่างผนัง (สืบตระกูล สมบัติทิพย์, 2554)

รูปที่ 2.22 รอยต่อระหว่างผนังและบันได *(สืบตระกูล สมบัติทิพย์, 2554)*

2.9.4 การบริหารจัดการ

วิธีการบริหารแผนงานโดยใช้แผนภูมิแท่ง (barchart) เป็นวิธีที่สามารถจัดการแผนงานได้ง่าย ในอดีตนิยมใช้ระบบ เสาและคาน ในการก่อสร้าง แต่พบว่ามีความรวดเร็วช้ากว่าระบบผนังสำเร็จรูปรับแรง จึงได้เปลี่ยนมาใช้ระบบผนังสำเร็จรูปรับแรงแทน และมีการปรับเปลี่ยนใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จเกือบทั้งอาคารเนื่องจาก ต้องการความรวดเร็วในการทำงานมากขึ้น ช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างมากขึ้น ดังรูปที่ 2.23

รูปที่ 2.23 โครงการก่อสร้างอาคารหอพัก 8 ชั้นด้วยระบบสำเร็จรูป (สืบตระกูล สมบัติทิพย์, 2554)

**การจัดการเครื่องจักร**

สำหรับอาคารสูง 8 ชั้น จึงใช้ Tower crane ในการติดตั้งชิ้นส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2.24 รถเครนใช้ยกวัสดุต่างๆ ยกชิ้นส่วน จัดวาง เคลื่อนย้ายชิ้นส่วนลงจากรถขนส่ง และใช้ช่วยติดตั้งชิ้นส่วนชั้นล่างที่มีความสูงไม่มาก

รูปที่ 2.24 เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการอาคารหอพัก 8 ชั้น (สืบตระกูล สมบัติทิพย์, 2554)

**การจัดการชิ้นส่วน**

ควรมีการจัดเตรียมพื้นที่สำหรับการจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปบริเวณหน่วยงานก่อสร้างให้เพียงพอกับความต้องการ โดยจัดการหาพื้นที่ว่างบริเวณใกล้เคียงสำหรับการจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังรูปที่ 2.25

*รูปที่ 2.25 การจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายในโครงการ (สืบตระกูล สมบัติทิพย์*, 2554)

## 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.10.1 การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนังสำเร็จรูปในประเทศไทย

ศุภชัย ไชยน (2549) ได้ทำการศึกษาการก่อสร้างอาคารสูงซึ่งใช้ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นผนังภายนอกอาคาร จากผลการศึกษาทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาในการก่อสร้าง ได้แก่

1) วงกบหน้าต่างอะลูมิเนียมที่นำมาติดตั้ง ไม่สามารถใส่ได้พอดีกับขนาดของช่องหน้าต่างภายในแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่เตรียมไว้

2) ลำดับการติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ไม่สอดคล้องกับลำดับงานโครงสร้าง

3) ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง plate ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร สำหรับเชื่อมยึดติด แผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูป ไม่ตรงกับระยะที่แสดงไว้ใน Shop drawing

4) เกิดความเสียหายของผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจากการขนส่งและการยกติดตั้ง

5) พื้นที่สำหรับการทำงานติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปไม่เพียงพอ

6) การอุดปิดรอยต่อด้วย Polyurthane sealant ภายนอกอาคารทำได้ลำบาก

7) การยกแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นไปติดตั้งบนตัวอาคาร มีระยะเวลาจำกัดเนื่องจากต้องใช้ทาวเวอร์เครนชุดเดียวกันทั้งโครงการ

2.10.2 การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศสิงคโปร์

จากงานวิจัยของ Chew (1999) พบว่าข้อดีของการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีหลายด้าน เช่น ลดต้นทุน ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง ลดจำนวนแรงงาน คุณภาพงานดีขึ้น เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น แต่การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในอาคารสูงยังมีข้อควรระวังในการก่อสร้าง ได้แก่

1) แรงงานต้องมีความระมัดระวังความปลอดภัยในการทำงาน ขณะที่มีการขนส่ง หรือยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นไปบนที่สูง

2) รูปร่าง ขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องมีความถูกต้องตามแผนหรือรายการออกแบบที่วางไว้ เพื่อการเลือกใช้เครนหรือเครื่องจักรในการยกที่เหมาะสม

3) ควรจัดสถานที่ที่เหมาะสมในการจัดวางชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ก่อสร้าง

4) แรงงานต้องมีความรู้ในการติดตั้ง การเชื่อมต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้ถูกต้องตามตำแหน่ง เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

2.10.3 การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในฮ่องกง

จากงานวิจัยของ Wong (2010) พบว่าฮ่องกงยังคงเป็นเมืองชั้นนำในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีการเรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาอย่างยาวนานมากกว่า 10 ปี และมีการพัฒนาเทคโนโลยีในการก่อสร้างอย่างรวดเร็วในช่วง 3 ถึง 4 ปีที่ผ่านมา มีการจัดอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการก่อสร้างเกี่ยวกับการออกแบบ การก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นวิธีการพัฒนาและสร้างความก้าวหน้าด้านการก่อสร้างให้แก่ฮ่องกง มีการนำเอาเทคโนโลยี services cubicles มาใช้ในการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่นการสร้างห้องน้ำสำเร็จรูป ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง

โดยข้อจำกัด หรือข้อบกพร่องของการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายใต้สภาพแวดล้อมของฮ่องกง ซึ่งต้องมีการแก้ไขการบริหารจัดการให้ดีขึ้น ได้แก่

1) ระยะเวลาในการออกแบบ การวางแผนการก่อสร้าง การขออนุญาตก่อสร้าง ต้องใช้ระยะเวลานาน

2) การจัดเก็บและการจัดการชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการติดตั้งต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ

3) การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องมีการวางแผน มีการจัดลำดับขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ดีและถูกต้อง

4) การขนย้ายชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักขึ้นไปบนที่สูงอาจทำให้เกิดอันตรายต่อแรงงานหรือชิ้นส่วนสำเร็จรูป ต้องมีการคำนวณจุดยก ระยะยกที่เหมาะสม เพื่อความปลอดภัยในการก่อสร้าง

5) โครงสร้างที่อยู่ภายใน ของโครงสร้างที่ใกล้เสร็จแล้ว อาจเข้าถึงจุดทำงานได้ยาก ในระหว่างที่มีการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

6) การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความซับซ้อนมาก ซึ่งอาจมีข้อกำหนดบางประการ อีกทั้งความสูงของอาคารยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความซับซ้อนมากขึ้น

7) การเชื่อมต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นสิ่งสำคัญควรมีการวางแผนและอุดปิดรอยต่อให้ดี เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำ การการเกิดการแตกร้าวบริเวณรอยต่อ

8) การวางแผน การจัดการและประสานงานที่ดี เป็นสิ่งที่จำเป็นในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.10.4 การบริหารจัดการและลักษณะการทำงานการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

สืบตระกูล สมบัติทิพย์ (2554) ได้ทำการศึกษาการบริหารจัดการโครงการอาคารหอพักขนาด 8 ชั้น ซึ่งใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับอาคารมากถึงร้อยละ 95 คือใช้ตั้งแต่ ฐานราก คานคอดิน พื้น บันได ผนัง เสา เป็นชิ้นส่วนสำเร็จเกือบทั้งหมด มีฐานรากเฉพาะบางจุดเท่านั้นที่ต้องทำการหล่อในที่ โดยทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาด้านต้นทุน เวลา และคุณภาพโครงการ ดังนี้

1) ชิ้นส่วนส่งผิดพลาด แก้ปัญหาโดยส่งกลับคืน ดังนั้นต้องติดต่อประสานงานกับโรงงานหรือฝ่ายผลิตให้ละเอียด

2) เกิดความผิดพลาดในการผลิตชิ้นส่วน มักเป็นปัญหาเรื่องการทำจุดเชื่อม การฝังเหล็กที่ใช้เชื่อมรอยต่อคลาดเคลื่อนจากตำแหน่ง ซึ่งถ้าผิดพลาดไม่มาก วิศวกรทำการควบคุมและแก้ไขที่หน่วยงานก่อสร้าง แต่ถ้าผิดพลาดมากต้องส่งกลับไปยังโรงงานหรือฝ่ายผลิต

3) ชิ้นส่วนชำรุด จากการกระแทกระหว่างการขนส่ง ต้องทำการแก้ไขปรับแต่งที่หน่วยงานก่อสร้าง

4) ชิ้นส่วนชำรุด จากการยกเคลื่อนย้ายจัดวางอาจมีการกระแทก หรืออาจมีการเตรียมพื้นที่หน่วยงานก่อสร้างที่ไม่ดีพอ แต่โดยมากแตกเล็กน้อยไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้าง จึงสามารถแก้ไขปรับแต่งที่หน่วยงานก่อสร้าง

5) ปัญหาสภาพภูมิอากาศ เวลาฝนตก ไม่สามารถเชื่อมรอยต่อชิ้นส่วนได้ ต้องหยุดทำงานไปทำงานส่วนอื่นหรือทำงานในร่ม

6) เกิดอุบัติเหตุ เช่น มีชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปหล่นกระแทก

2.10.5 การก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การุณ ใจปัญญา (2545) ได้ทำการศึกษาการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากแนวคิดที่พยายามลดงาน ความยุ่งยากในการควบคุมคุณภาพ การเทคอนกรีตในหน่วยงานก่อสร้างสามารถปรับเปลี่ยนไปทำงานในโรงงาน ซึ่งมีสภาพทางานที่ดีกว่า

ทำให้คุณภาพงานดีกว่าใช้เครื่องมือแทนแรงงาน และนำมาประกอบเป็นอาคารที่หน่วยงานก่อสร้างซึ่งทำให้งานที่หน่วยงานก่อสร้างเป็นการก่อสร้างแบบใช้วัสดุสำเร็จรูป การก่อสร้างจึงรวดเร็วไม่ต้องรออายุคอนกรีต ซึ่งอุปสรรคที่เพิ่มขึ้นของวิธีก่อสร้างแบบชิ้นส่วนคอนกรีตที่สำเร็จรูปนี้ ได้แก่

1) ใช้เครื่องมือจักรหนักในการยกย้ายขนส่งและติดตั้งชิ้นส่วน

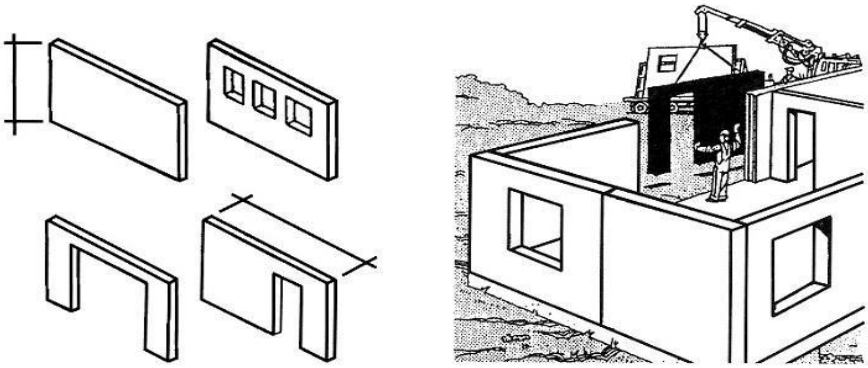
2) รายละเอียดรอยต่อต้องละเอียด

3) ขั้นตอนการก่อสร้าง

(1) ลักษณะของอาคารที่มีความสูงมาก น้ำหนักจึงมากทำให้รายละเอียดรอยต่อของชิ้นส่วนต้องมีความแข็งแรงมาก วิศวกรผู้ออกแบบต้องมีความรอบคอบออกแบบให้รอยต่อสามารถรับแรงทั้งชั่วคราวขณะก่อสร้าง และในระยะยาว นอกจากนี้ต้องออกแบบเผื่อรับแรงจากสิ่งที่ไม่คาดคิดอื่นๆ เช่น แรงกระแทกจากการหิ้วและเหวี่ยง เป็นต้น

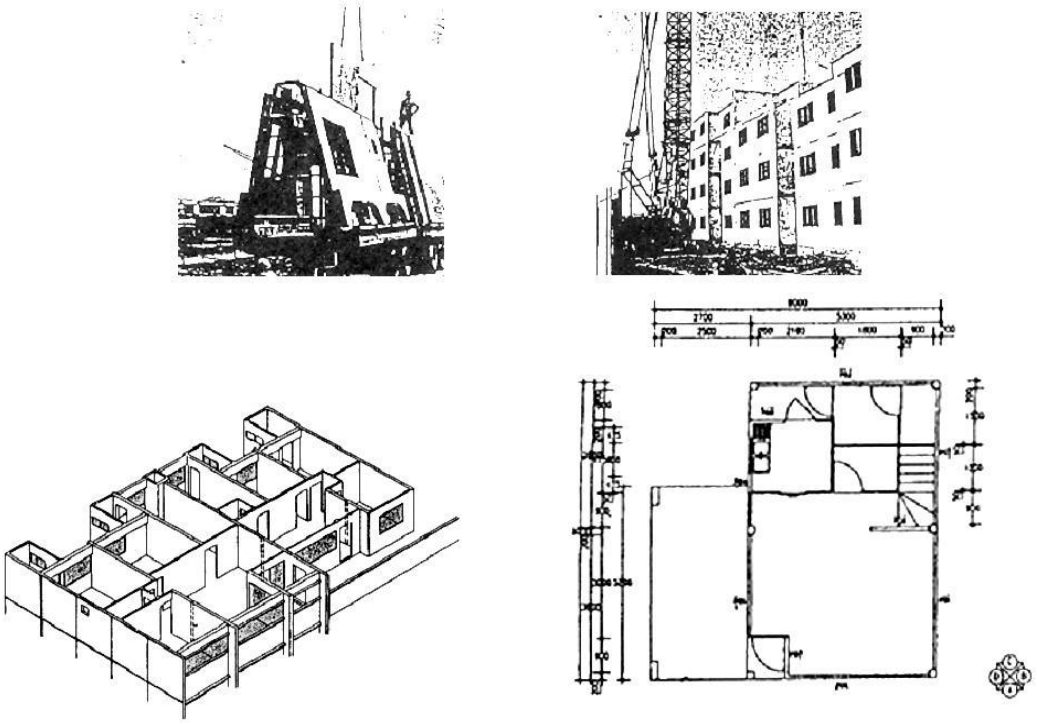
(2) ขนาดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับอาคารประเภทนี้ มักมีใหญ่และมีน้ำหนักมาก ความหนาของผนังกำแพงรับน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 12 – 20 เซนติเมตร เครื่องมือยกติดตั้งใช้ Crawler crane หรือ Tower crane ขนาดใหญ่ หากเป็นรถยก Crawler crane ต้องมีที่รอบอาคารที่กว้างเพียงพอ และบดอัดแน่นสามารถรับน้ำหนักรถยกได้

(3) ลักษณะรายละเอียดรอยต่อของชิ้นส่วนต้องถูกออกแบบ โดยคำนึงถึงความหนักของชิ้นส่วนด้วยว่าสามารถขยับหรือเคลื่อนย้ายได้ง่าย รอยต่อที่เล็กอาจทำให้การประกอบติดตั้งช้าลงมาก นอกจากนี้รอยต่อที่อยู่ภายนอกอาคารต้องสามารถป้องกันน้ำรั่วซึมเข้ามาในอาคารได้ตลอดอายุการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.26

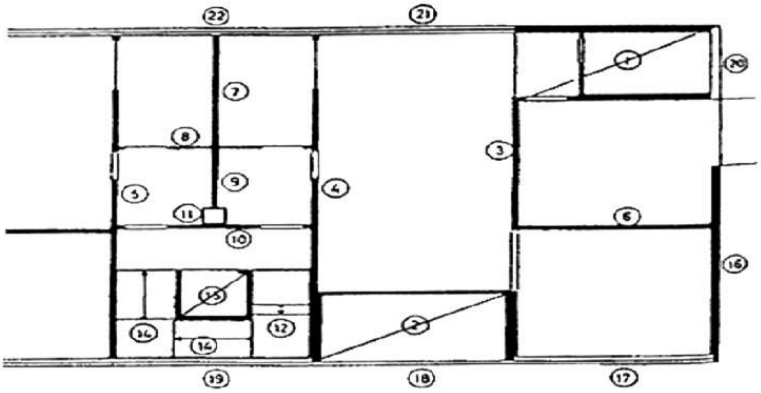


รูปที่ 2.26 การก่อสร้างบ้านพักอาโดยใช้ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด
(การุณ ใจปัญญา, 2545)

จากรูปที่ 2.27 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด ทำให้สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว สามารถควบคุมคุณภาพการก่อสร้างได้ดีและประหยัดค่าบริหารงานก่อสร้างได้มาก



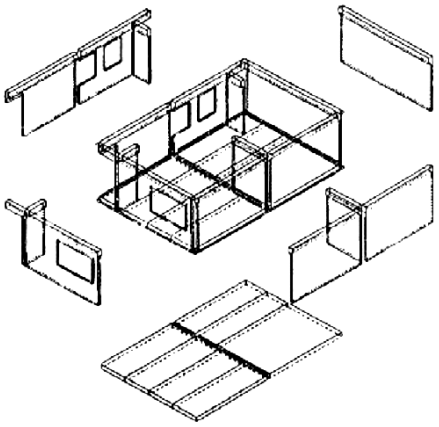
รูปที่ 2.27 การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยหลายชั้นโดยใช้ Crawler crane ขนาดใหญ่
(การุณ ใจปัญญา, 2545)



รูปที่ 2.28 ลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(การุณ ใจปัญญา, 2545)

จากรูปที่ 2.28 อาคารชุดพักอาศัยหรือคอนโดมิเนียม ซึ่งมีรูปแบบซับซ้อนตำแหน่งของผนังรับน้ำหนักอาจไม่ต่อเนื่อง ทำให้ต้องใส่คานเพิ่มหรือชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีหลากหลายมากขึ้น ลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนเพื่อให้โครงสร้างมีเสถียรภาพตลอดเวลาจึงมีความสำคัญมาก

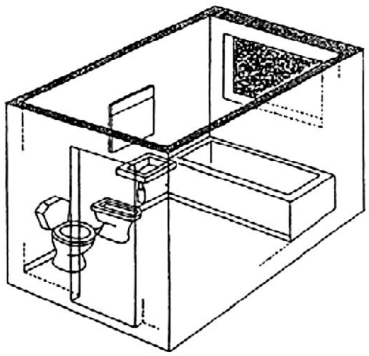


รูปที่ 2.29 การเขียนรูป 3 มิติเพื่อประกอบโครงสร้าง

(การุณ ใจปัญญา, 2545)

จากรูปที่ 2.29 การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต้องมีแบบก่อสร้างที่ละเอียดถี่ยิบและอาจจำเป็นต้องเขียนรูป 3 มิติ เพื่อตรวจสอบว่าสามารถประกอบโครงสร้างเข้ากัน

ได้ นอกจากนี้ก่อนการผลิตจริงควรทดลองผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมาทดลองประกอบเพื่อหาข้อบกพร่องที่อาจเกิดได้



รูปที่ 2.30 ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป (การุณ ใจปัญญา, 2545)

จากรูปที่ 2.30 ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป อาจหล่อชิ้นจากแบบหล่อทั้งตัว หรือหล่อเป็นชิ้นแล้วนำมาประกอบขึ้นรูป โดยปูกระเบื้องและติดตั้งสุขภัณฑ์สำเร็จจากโรงงาน

วิธีการก่อสร้างแบบระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถก่อสร้างได้สะดวกและรวดเร็ว แต่ข้อเสีย คือ ต้องมีโรงงานผลิต มีถนน และมีรถขนส่งชิ้นส่วนเข้าถึงสถานที่ก่อสร้าง ต้องมีกองเก็บสต็อกชิ้นส่วน ต้องเสียค่าขนส่งราคาสูงเพื่อขจัดปัญหาเหล่านี้ จึงมีแนวคิดที่ต้องการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในสถานที่ก่อสร้างอาคาร เมื่อคอนกรีตได้กำลังตามที่ออกแบบสามารถทำการติดตั้งเป็นอาคารซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ แต่ต้องมีการจัดทำแบบอย่างละเอียดและควบคุมงานที่เหมาะสม

## 2.11 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าสำเร็จรูป

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีลักษณะดำเนินงานเป็นอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการผลิตสินค้าในภาคอุตสาหกรรมที่เป็นการผลิตสินค้าจำนวนมาก ภายใต้การควบคุมดูแลคุณภาพที่ดี เพื่อลดต้นทุนการดำเนินงาน และทำให้สามารถทำการจัดส่งสินค้าได้อย่างถูกต้องและมีคุณภาพ ดังนั้นแนวทางดำเนินงานสำหรับการปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าสำเร็จรูปจึงอาจนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการก่อสร้างอาคารระบบ

คอนกรีตสำเร็จรูปได้ (ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี, 2549) โดยกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมมีการนำแนวทางดำเนินงานต่อไปนี้มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น (คงฤทธิ์ เปี่ยมนพเก้า, 2551)

2.11.1 การสร้างจิตสำนึกพนักงานภายในองค์กร

การสร้างจิตสำนึกของพนักงานภายในองค์กรเป็นแนวทางสำหรับเปลี่ยนแปลงแนวคิดของพนักงานภายในองค์กร เพื่อให้ความร่วมมือสำหรับการเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินงานขององค์กรซึ่งควรเริ่มต้นจากการสร้างจิตสำนึกของผู้บริหารระดับสูงสุดขององค์กรก่อนแล้วค่อยปลูกฝังไปยังพนักงานคนอื่นๆขององค์กรทั้งหมด

2.11.2 การปรับปรุงสถานที่ทำงาน

สถานที่ทำงานขององค์กรควรมีสภาพสะอาดและเป็นระเบียบ เพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวมากเกินความจำเป็นเนื่องจากการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง การเสียเวลาสำหรับค้นหาสิ่งที่ต้องการ การเกิดอุบัติเหตุ และง่ายต่อการหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน

ซึ่งระบบที่เหมาะสำหรับปรับปรุงสถานที่ทำงานให้มีความให้มีสภาพสะอาดและเป็นระเบียบคือ ระบบ 5 ส โดยมีหลักการปฏิบัติ 5 ข้อ ดังนี้

1. สะสาง (Sort) คือ การแยกและย้ายสิ่งของที่ไม่จำเป็นในจำเป็นในพื้นที่ทำงานออกไป โดยใช้"ป้ายแดง" (Red-tag) สำหรับระบุสิ่งของที่ไม่ต้องการและควบคุมดูแลตำแหน่งขัดขวางของสิ่งของเหล่านั้น
2. สะดวก (Set in order) คือ ภายหลังทำการสะสางแยกสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้งานออกจากสถานที่ทำงาน แล้วทำให้ทำการกำหนดสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดวางสิ่งของที่เป็นที่ต้องการ และทำการขีดเส้น ปิดฉลาก แผ่นป้ายขึ้นชั่วคราวเพื่อระบุตำแหน่งใหม่ เพื่อความสะดวกสำหรับการจัดหาใช้งานสิ่งของเหล่านั้น
3. สะอาด (Shine) คือ การทำความสะอาดให้กับสถานที่ทำงานโดยรวมถึงอุปกรณ์เครื่องจักร และต้องทำการตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องจักร ระหว่างทำความสะอาดด้วยเพื่อป้องกันการเกิดข้อบกพร่อง การหยุดทำงานของเครื่องจักรหรืออุบัติเหตุ
4. สร้างมาตรฐาน (Standardize) คือ การจัดสภาพที่ได้รับการปรับปรุงแล้วนี้ให้เป็นมาตรฐานของสถานที่ทำงาน โดยใช้การจัดการด้วยสายตา (Visual Management)

เพื่อให้พนักงานทุกคนที่อยู่ในสถานที่ทำงานเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามมาตรฐานใหม่นี้ได้โดยง่าย

5. สร้างนิสัย (Sustain) คือ การฝึกอบรมให้ความรู้แก่พนักงานทุกคนเพื่อรักษาและติดตามสภาพที่ได้รับการปรับปรุงแล้วนี้ให้ดำเนินอยู่ต่อไป

2.11.3 การวางแผนลำดับการผลิต

การวางแผนลำดับการผลิตสินค้าประจำวัน โดยเรียงลำดับสินค้าที่ทำการผลิตตามชนิดและปริมาณที่ต้องการผลิตให้เข้าใกล้ความต้องการมากที่สุด ซึ่งทำให้สามารถจัดส่งสินค้าได้หลากหลายชนิดตามที่ลูกค้าต้องการ และสามารถเปลี่ยนแปลงการผลิตสินค้าตามความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย

2.11.4 การปฏิบัติงานแบบมาตรฐาน

การปฏิบัติงานแบบมาตรฐาน คือ การปฏิบัติงานที่มีการกำหนดขั้นตอนดำเนินงานอย่างเป็นกฎเกณฑ์แบบแผน ดังนั้นหลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานต่างๆแล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้กระบวนการทำงานที่ได้รับการปรับปรุงแล้วกลับไปสู่การผลิตแบบเดิม จำเป็นต้องทำให้วิธีการทำงานที่ได้รับการปรับปรุงแล้วเป็นการทำงานแบบมาตรฐาน ซึ่งส่งผลทำให้มีความแน่นอนในการดำเนินงานผลิต และการปฏิบัติงานแบบมาตรฐานสามารถดำเนินได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องมีแบบฟอร์มเอกสารมาตรฐาน เช่น ตารางกำลังการผลิตของกระบวนการ แผ่นงานเชื่อมโยง การทำงานที่เป็นมาตรฐาน แผ่นแสดงงานที่เป็นมาตรฐาน เป็นต้น และเมื่อกำหนดรูปแบบปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐานแล้ว จำเป็นที่ต้องทำการปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานนี้อย่างต่อเนื่อง เพื่อทำให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นเรื่อยไป

2.11.5 การจัดการกระบวนการผลิตด้วยสายตา (Visual Management)

การจัดการกระบวนการผลิตด้วยสายตา (Visual Management) เป็นเทคนิคที่ใช้เครื่องมือที่สามารถมองเห็นได้ง่ายมาช่วยสำหรับช่วยรักษาความเป็นระเบียบในสถานที่ทำงาน เช่นการใช้ป้าย และสัญญาณแสดงรายละเอียดต่างๆ เป็นตัวแสดงรายละเอียดให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงข้อมูลต่างๆ เช่น สถานที่จัดเก็บสิ่งของ การเกิดความผิดพลาดขึ้นหรือไม่ในกระบวนการทำงาน เครื่องมือเครื่องจักรใดกำลังดำเนินงาน หรือความคืบหน้าของการดำเนินงาน เป็นต้น เครื่องมือสำคัญที่ใช้

สำหรับการจัดการกระบวนการผลิตด้วยสายตาเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ แผ่นป้ายสัญญาณ กระดานควบคุมการผลิตหรือระบบสัญญาณไฟ เป็นต้น

2.11.6 การควบคุมคุณภาพการทำงาน

การผลิตสินค้าให้ได้ตรงตามความต้องการทั้งปริมาณและเวลา จำเป็นต้องทำให้การผลิตสินค้าไม่เกิดการผลิตสินค้าที่มีสภาพบกพร่องขึ้นภายในกระบวนการทุกกระบวนการ ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องมีระบบควบคุมคุณภาพการทำงาน และคอยควบคุมไม่ให้เกิดการจัดส่งชิ้นงานที่มีความบกพร่อง (Defect) ไปยังกระบวนการต่อไป และคอยหาสาเหตุและทำการแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เกิดการผลิตชิ้นงานที่มีสภาพบกพร่องขึ้น

## 2.12 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารงานก่อสร้าง

2.12.1 การจัดการทรัพยากรในโครงการก่อสร้าง

อภิวิชญ์ พูลสง(2551) ได้ศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระยะเวลา ค่าใช้จ่ายและคุณภาพของงานก่อสร้างอาคารสูง” กล่าวว่าอุตสาหกรรมงานก่อสร้างเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยทรัพยากรต่างๆ และอาศัยวิธีการเทคนิคการจัดการการวางแผนจัดสรรทรัพยากรที่ต้องการใช้ให้เกิดความลงตัว เพียงพอกับความต้องการและเสร็จในเวลาที่กำหนด ทรัพยากรในงานก่อสร้างประกอบด้วย มนุษย์ (man) วัสดุและอุปกรณ์ (material) เครื่องจักร (machine) เงินทุน (money) และแหล่งงาน (marketing) การบริหารจัดการทรัพยากรจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของโครงการก่อสร้าง

มนุษย์ (man) งานก่อสร้างเป็นงานที่ต้องอาศัยกำลังคนในการทำงานเป็นส่วนใหญ่ และกำลังคนที่ใช้ในแต่ละโครงการต้องใช้จำนวนมาก ซึ่งประกอบด้วย ผู้มีความรู้ความสามารถในหลายละดับ ซึ่งอาจแบ่งได้ดังนี้

1. ระดับวางแผนและนโยบาย (professional) ได้แก่ ระดับผู้บริหารโครงการ
2. ระดับช่างเทคนิค (technician) ได้แก่ ระดับผู้ควบคุมงาน
3. ระดับช่างฝีมือ (skilled labor) ได้แก่ ระดับปฏิบัติงานฝีมือ
4. ระดับแรงงาน (labor) ได้แก่ ระดับปฏิบัติงานโดยใช้แรงงานอย่างเดียว

บุคคลที่กล่าวมา จำเป็นต้องมีปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมกับงาน และเป็นบุคคลที่มีประสิทธิภาพ สมรรถภาพ มีวินัย และที่มีความรับผิดชอบในการทำงาน หากบุคลากรที่มีอยู่ขาดคุณสมบัติข้างต้นแล้ว อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อโครงการนั้นได้ อีกทั้งยังทำให้สิ้นเปลืองส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการดำเนินโครงการได้

วัสดุและอุปกรณ์ (material) เป็นปัจจัยหลักอีกตัวหนึ่งของงานก่อสร้าง หากโครงการก่อสร้างใดขาดวัสดุและอุปกรณ์ในขณะดำเนินการเกิดผลเสียหายต่อโครงการได้
เช่น ทำให้งานหยุดชะงักลง เป็นปัญหาทำให้แรงงาน เนื่องจากแรงงานไม่ได้ทำงาน หมายถึงแรงงานก็ไม่ได้ค่าแรง และหากต้องหยุดงานเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้โครงการประสบปัญหาขาดแรงงานได้เมื่อโครงการเริ่มดำเนินการต่อ

เครื่องจักร (machine) หมายถึง เครื่องจักร หรือเครื่องทุ่นแรง ที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างเพื่อตอบสนองการพัฒนาทางเทคโนโลยี งานก่อสร้างบางโครงการ หากมีเครื่องจักรไม่เพียงพอหรือมีแต่ขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ทำให้ไม่สามารถทำงานได้ หรือหากทำได้ก็ทำได้ล่าช้า เช่น งานก่อสร้างสะพาน งานสร้างเขื่อน งานสร้างอุโมงค์ และงานก่อสร้างอาคารสูง ดังนั้นการทำงานโดยใช้แรงงานเพียงอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอและไม่รวดเร็วที่ทำให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้

เงินทุน (money) หมายถึง เงินสด (cash) เงินผ่อนหรือเงินกู้ (credit) เงินทุนเป็นปัจจัยสนับสนุนในการบริหารงานก่อสร้างที่สำคัญที่สุด เนื่องจากหากขาดเงินทุนแล้ว ก็ทำให้ปัจจัยตัวอื่นๆ ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ ดังนั้นผู้ประกอบการต้องจัดการสถานะทางการเงินให้มั่นคงเพียงพอที่หมุนเวียนให้เกิดสภาพคล่อง มิฉะนั้นอาจทำให้งานก่อสร้างต้องหยุดชะงักลง

แหล่งงาน (marketing) เป็นปัจจัยที่ ผู้ประกอบการทุกประเภทจำเป็นต้องหาแหล่งงานหรือตลาดงาน เพื่อที่ป้อนงานให้กิจกรรมของตัวเอง ธุรกิจก่อสร้างก็เช่นเดียวกัน จำเป็นต้องหาแหล่งงานหรือตลาดงาน เพื่อมารองรับและเป็นการพื้นฐานการเติบโตของกิจการของตนเอง มิฉะนั้นอาจประสบปัญหาการว่างงานได้ เมื่อเสร็จงานเก่าแล้ว

2.12.2 การควบคุมการก่อสร้าง

การควบคุมโครงการ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของการจัดการโครงการ วัตถุประสงค์ของการควบคุมก็เพื่อให้การทำงานดำเนินไปตามแผนงานที่วางไว้ โดยมีการเปรียบเทียบ กำหนดเวลา และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงกับแผนงาน ในกรณีที่ทำงานไม่เป็นไปตาม

แผน ควรต้องมีการวิเคราะห์สาเหตุ และหาวิธีการแก้ไขเพื่อปรับให้การดำเนินการก่อสร้างเข้าสู่แผนเดิมที่วางไว้

การควบคุมโครงการก่อสร้าง โดยทั่วไปประกอบด้วย

1. การควบคุมคุณภาพ
2. การควบคุมความก้าวหน้า
3. การควบคุมค่าใช้จ่าย

การควบคุมที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมงานก่อสร้าง ซึ่งได้แก่ การควบคุมความก้าวหน้า การควบคุมคุณภาพ การควบคุมค่าใช้จ่าย ระบบควบคุม การเชื่อมโยง WBS และ CPM ระบบเลขรหัสสำหรับงานโครงการ กำหนดเวลาที่ใช้ควบคุมเวลาและค่าใช้จ่าย ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและงาน การรวมต้นทุน กำหนดเวลาและงาน การคำนวณเปอร์เซ็นต์เสร็จงานโดยใช้ตารางการวัดความก้าวหน้าของงานออกแบบ การวัดปริมาณงานในงานก่อสร้าง ระบบ C/SCSC การวิเคราะห์แนวโน้มและการคาดการณ์ค่าใช้จ่าย และระบบวัดสถานภาพของงาน

การควบคุมคุณภาพ เป็นกระบวนการทดสอบ ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ผลที่ได้จากการก่อสร้างมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในแบบรูป รายการก่อสร้าง และเงื่อนไขของสัญญาภายใต้งบประมาณและกำหนดเวลาที่ทางเจ้าของกำหนด กระบวนการควบคุมคุณภาพประกอบด้วย

1) การกำหนดมาตรฐานของวัสดุและผลของการก่อสร้างโดยทั่วไปมักระบุไว้ในรายการข้อกำหนด

2) การทดสอบหรือตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

3) การแก้ไขในกรณีที่งานมีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐาน

4) การปรับปรุงมาตรฐาน

การควบคุมคุณภาพของงานก่อสร้างทำได้ 2 ขั้นตอน ได้แก่

1) ระหว่างการออกแบบ เป็นการเลือกวัสดุและวิธีการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ และออกแบบให้ถูกต้องได้มาตรฐาน ตามข้อกำหนดและกฎเกณฑ์ต่างๆ

2) ระหว่างการก่อสร้าง เป็นการควบคุมงานให้ตรงตามแบบรูปและรายการข้อกำหนดโดยควบคุมคุณภาพวัสดุที่นำมาใช้ควบคุมฝีมือแรงงานในการทำงานก่อสร้างและตรวจสอบผลงานก่อสร้างที่สร้างเสร็จแล้ว

องค์ประกอบของคุณภาพในงานก่อสร้าง

1) ลักษณะของคุณภาพ ได้แก่ สิ่งที่ใช้พิจารณาคุณภาพของวัสดุหรืองานก่อสร้างที่ต้องการควบคุมคุณภาพ เช่น ขนาด สี ความแข็งแรง ผิว อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C ratio) การวัดค่ายุบตัวของคอนกรีต

2) คุณภาพของการออกแบบและการจัดทำรายงานการก่อสร้าง เป็นการกำหนดคุณภาพของงานให้เป็นไปตามมาตรฐาน อย่างไรก็ตาม ควรกำหนดมาตรฐานให้เหมาะสมกับงานเนื่องจากการใช้มาตรฐานที่สูงมักทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างสูงแต่ต้นทุนค่าดูแลรักษาต่ำในทางตรงกันข้ามการใช้มาตรฐานที่ต่ำทำให้ค่าก่อสร้างต่ำแต่ค่าดูแลรักษาสูง

3) คุณภาพของการทำงานตามข้อกำหนด ได้แก่การควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามแบบรูปและรายการก่อสร้าง โดยทั่วไปมีหลักการในการตัดสินใจ ดังนี้

- งานโครงสร้าง ยึดหลักความแข็งแรงและความปลอดภัย
- งานสถาปัตยกรรม ยึดหลักความสวยงามและเจ้าของงานพอใจ
- งานระบบ ยึดหลักงานระบบต้องสามารถใช้งานได้ตามที่ออกแบบไว้

การควบคุมความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง เป็นการวัดปริมาณงานที่ทำได้จริง เพื่อเปรียบเทียบกับแผนงานที่วางไว้ กรณีที่งานล่าช้าไปจากแผน ต้องหาวิธีเพื่อเร่งงานให้กลับสู่แผนให้ได้ ซึ่งทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) เพิ่มเวลาทำงาน เช่น ทำงานล่วงเวลา ทำงานหลายกะ หรือทำงานในวันหยุด การเร่งงานในกรณีนี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับแรงงานที่เพิ่มมากขึ้น

2) การเพิ่มทรัพยากร ซึ่งได้แก่ แรงงาน เครื่องจักร หรือ วัสดุ ซึ่งทรัพยากรที่จัดการได้ยากที่สุด ได้แก่แรงงานที่ต้องเพิ่มขึ้น

3) นำทรัพยากรของกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่วิกฤต (มีเวลาลอยตัว) มาใช้กับกิจกรรมที่วิกฤต ในกรณีนี้ทำให้เวลาลอยตัวของกิจกรรมที่ไม่วิกฤตน้อยลง

4) ยอมให้กิจกรรมวิกฤต ช้าไปจากแผน ในกรณีที่สามารถเร่งกิจกรรมวิกฤตอื่นๆให้เร็วขึ้นได้ โดยพยายามให้ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้นน้อยที่สุด

5) ยอมให้โครงการล่าช้า โดยยอมเสียค่าปรับ ในกรณีที่การเร่งงานเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าค่าปรับ (แต่มีข้อคำนึง คือ การที่เสียชื่อเสียงของบริษัท)

6) เปลี่ยนวิธีการก่อสร้าง

7) ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างใหม่

การควบคุมค่าใช้จ่าย เป็นการควบคุมค่าใช้จ่ายหลักๆ ของโครงการ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายทางตรง ประกอบด้วย ค่าเครื่องมือ ค่าวัสดุ ค่าเครื่องจักร ผู้รับเหมาย่อย และค่าใช้จ่ายทางอ้อม ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายสำนักงานสนามและสำนักงานใหญ่ การควบคุมค่าใช้จ่ายแบ่งได้ 2 ช่วง

1) การควบคุมราคาระหว่างการออกแบบรายละเอียด เพื่อให้ได้ราคาค่าก่อสร้างภายใต้งบประมาณที่ทางเจ้าของงานกำหนด

2) การควบคุมราคาระหว่างการก่อสร้าง เพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างให้ต่ำกว่าราคาที่ประมูลได้โดยผู้รับเหมา

ในการควบคุมค่าใช้จ่ายโครงการที่ดีต้องการการวางแผน การวัดปริมาณงาน การประเมินการคาดการณ์ และการควบคุมในองค์ประกอบหลักๆ ของโครงการ ได้แก่ คุณภาพ ปริมาณงาน ต้นทุน ค่าใช้จ่าย และกำหนดเวลา แผนงานต้องมีการระบุรายละเอียดของสิ่งต่างๆในโครงการก่อนที่มีการเริ่มโครงการ ไม่เช่นนั้นแล้ว ก็ไม่มีฐานที่ใช้ในการควบคุมโครงการ การติดตามควบคุมความก้าวหน้าของงานไม่สามารถทำได้ โดยไม่มีแผนงาน งบประมาณ และกำหนดเวลาที่ระบุรายละเอียดไว้อย่างชัดเจน

## 2.13 สรุปการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทบทวนงานวิจัยในไทย พบว่ายังมีงานวิจัยจำนวนน้อยที่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ แต่มีงานวิจัยจำนวนมากศึกษาเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำให้ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป กระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างที่เก็บข้อมูลทุติยภูมิจากงานวิจัยในอดีต สามารถใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแบบสอบถามเพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และหาระดับความสำคัญของปัญหาต่อไป

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินงานวิจัย

## 3.1 บทนำ

ในบทนี้ กล่าวถึง แนวทางการดำเนินงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วยการสัมภาษณ์และการสำรวจข้อมูลจากหน่วยงานผลิตและหน่วยงานติดตั้ง การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพ และความปลอดภัยในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งมีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น ในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัยหา และการศึกษาแนวทางในการป้องกันหรือแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและละเอียดชัดเจนในด้านปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้ง 3 ขั้นตอน

## 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาเบื้องต้นในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาสาเหตุของปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพและความปลอดภัยในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลในการดำเนินการการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.2 ศึกษากระบวนการวางแผน การควบคุม และการปฏิบัติงานก่อสร้างการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทอาคารเตี้ย low-rise ในปัจจุบัน รวมทั้งสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพและความปลอดภัยในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง จากโครงการก่อสร้าง 7 โครงการ โดยในขั้นตอนนี้สามารถกำหนดแนวทางในการรวบรวมข้อมูลได้ดังนี้

3.2.2.1 สัมภาษณ์และเก็บข้อมูลเบื้องต้น โดยการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งรับผิดชอบในการวางแผน การควบคุม และการปฏิบัติงานก่อสร้าง ในการดำเนินการการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการก่อสร้างอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากกว่า 3 ปี จำนวน 12 ราย แบ่งออกเป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานผลิตจำนวน 5 ราย และผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานติดตั้งจำนวน 7 ราย ซึ่งการสัมภาษณ์ทำให้ทราบกระบวนการที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสาเหตุของปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3.2.2.2 การสังเกตการทำงานภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและหน่วยงานก่อสร้าง เพื่อการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแนวราบที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจากการทำงานในโครงการ

3.2.2.3 การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล เป็นการระบุสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพ และความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยใช้แบบสอบถามที่ปรับปรุงจากการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งผู้ทำแบบสอบถามคือผู้ปฏิบัติงานหรือบุคลากรที่เกี่ยวข้อง จำนวน 30 ราย แบ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานผลิตจำนวน 15 ราย และผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานติดตั้งจำนวน 15 ราย ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการก่อสร้างอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากกว่า 3 ปี เพื่อสอบถามถึงสาเหตุของปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานมักพบเจอในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป รวมทั้งเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคเพิ่มเติม โดยใช้การวิเคราะห์แบบทวินาม (Binomail Test) ซึ่งแบ่งการสัมภาษณ์ออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3.2.4 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพและความปลอดภัยที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถจัดกลุ่มและวิเคราะห์แจกแจงสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลา (Cause Effect Diagram)

3.2.5 วิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) โดยพิจารณาจากความถี่ของการเกิดและระดับความรุนแรงของผลกระทบ

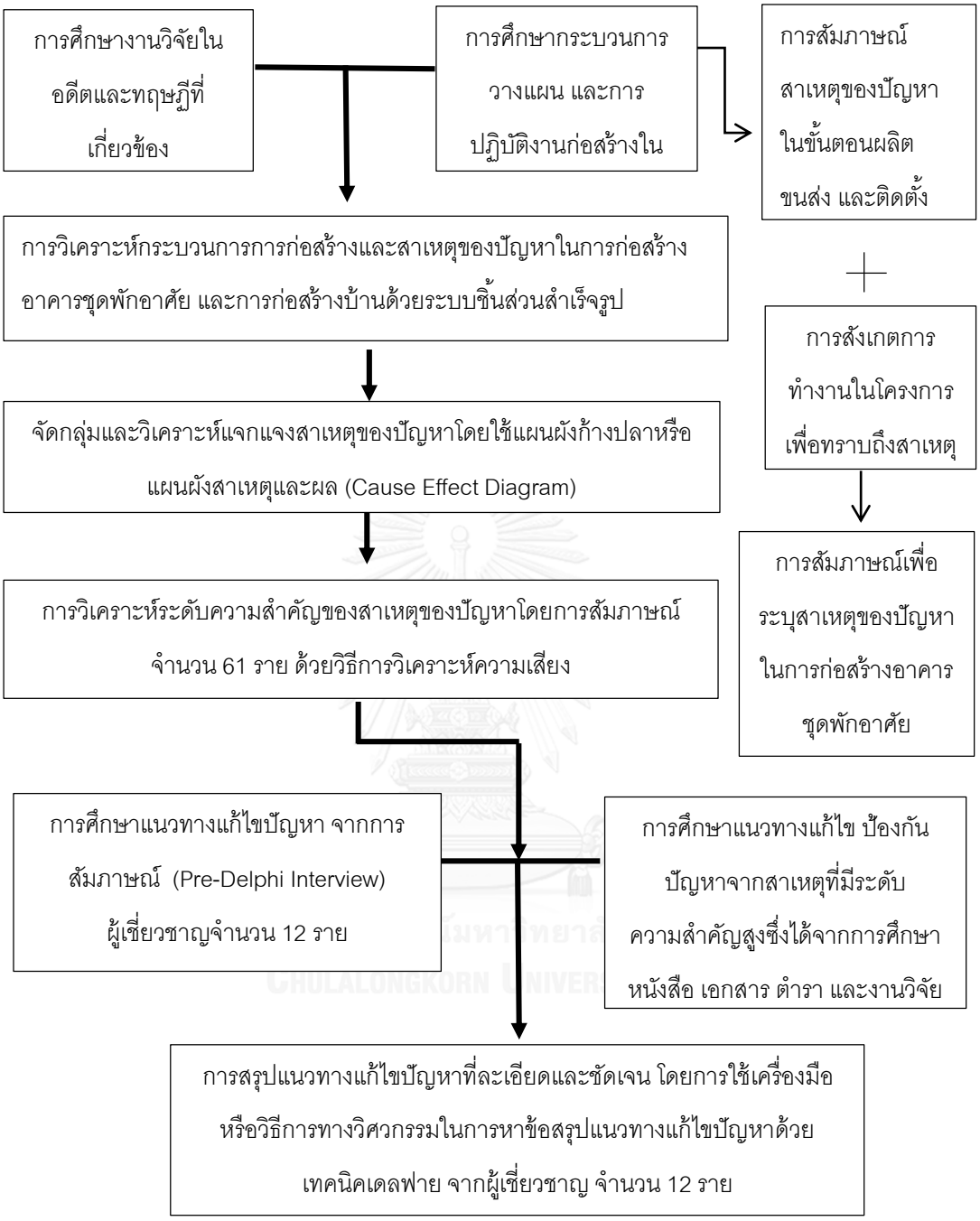
ใช้ฐานนิยมของคำตอบเพื่อหาความสำคัญของสาเหตุของปัญหา จากนั้นวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุด้วยตาราง Risk Assessment เพื่อหาสาเหตุของปัญหาซึ่งมีระดับความสำคัญสูง โดยทำการสำรวจความคิดเห็นจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งรับผิดชอบในทั้ง 3 ขั้นตอน ได้แก่ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จำนวน 61 ราย จาก 7 โครงการ แบ่งออกเป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานผลิต 30 ราย ซึ่งตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิตและการขนส่งและผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานติดตั้ง 31 ราย ตอบแบบสอบถามสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง โดยมีประสบการณ์ในการทำงานด้านการก่อสร้างอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากกว่า 3 ปี

3.2.6 ศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยเลือกแก้ไขจากสาเหตุของปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ด้านจาก 4 ด้าน โดยการศึกษาหนังสือ เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต

3.2.7 ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก

3.2.8 การใช้เทคนิคเดลฟายเพื่อวิเคราะห์ข้อสรุปสำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จำนวน 12 ราย แบ่งออกเป็นผู้เชี่ยวชาญในหน่วยงานผลิต 6 รายและผู้เชี่ยวชาญในหน่วยงานติดตั้ง 6 ราย มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี

3.2.10 สรุปผลและนำเสนองานวิจัย โดยจัดทำรายงานเพื่อเสนอผลสรุปจากการศึกษา ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะของงานวิจัย




รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

### 3.3 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 ประชากรในการศึกษาวิจัย คือโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่มีความสูงน้อยกว่า 23 เมตร โดยเป็นการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบที่ก่อสร้างในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

3.3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธี Accident Sampling ซึ่งเป็นวิธีที่เลือกตามความสะดวกในการติดต่อและการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยสัมภาษณ์บุคคลกรในโครงการและโรงงาน เช่น ผู้จัดการโครงการฝ่ายเจ้าของโครงการ ผู้จัดการโครงการฝ่ายผู้รับเหมา วิศวกรโครงการ วิศวกรควบคุมงานสถาปนิกโครงการ ผู้ควบคุมงานการติดตั้ง ผู้จัดการโรงงาน วิศวกรโรงงาน ผู้ควบคุมการผลิต เป็นต้น เพื่อประเมินปัญหาและระดับความสำคัญของปัญหา

### 3.4 การศึกษาวิธีก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในปัจจุบัน

ขั้นตอนการศึกษาการดำเนินการก่อสร้างอาคารระบบคอนกรีตสำเร็จรูปในปัจจุบัน เป็นการศึกษาการดำเนินงานหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป และหน่วยงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อศึกษากระบวนการวางแผน การควบคุม และการปฏิบัติงานก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในปัจจุบัน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแนวราบที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการศึกษาเบื้องต้นในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถแบ่งหัวข้อที่ทำการศึกษาได้ 2 หัวข้อ ได้แก่ สาเหตุของปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และสาเหตุของปัญหาการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแนวราบที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยรายละเอียดของข้อมูลที่ทำการรวบรวมมีดังนี้

- ขั้นตอนการดำเนินงานก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแนวราบที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในปัจจุบัน
- ศึกษาสาเหตุของปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแนวราบที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

- วิธีการแก้ไขปัญหา แนวทางดำเนินงานสำหรับการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาในกระบวนการก่อสร้างที่ถูกต้องชัดเจน

### 3.5 การสำรวจข้อมูล และการสัมภาษณ์

การศึกษานี้ได้ทำการสำรวจข้อมูลจากโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบโครงสร้างผนังรับแรง (Load Bearing Wall) ผนังทำหน้าที่รับแรง โดยทำการสำรวจข้อมูล และการสังเกตวิธีการทำงานภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและหน่วยงานติดตั้ง โดยทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลทั่วไปของโครงการ ได้แก่ ชื่อโครงการ ขนาดโครงการ ระยะเวลาการก่อสร้าง ลักษณะของเส้นทางเข้าถึงโครงการ และลักษณะการดำเนินการก่อสร้าง

- ข้อมูลวิธีการทำการก่อสร้างในปัจจุบัน ได้แก่ ชิ้นส่วนที่เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ที่มาของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ที่มาของวัสดุเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการจัดการการใช้เครื่องจักรในการติดตั้ง

### 3.6 การรวบรวมสาเหตุของปัญหาในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากสาเหตุของปัญหาที่รวบรวมได้จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นสามารถนำมาพัฒนาเป็นแบบสอบถามเพื่อสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานและโครงการก่อสร้างอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 30 รายโดยแบ่งออกเป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานผลิตจำนวน 15 ราย จาก 5 โรงงานและผู้ปฏิบัติงานในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบจำนวน 15 ราย จาก 7 โครงการ โดยให้ผู้ปฏิบัติงานเลือกสาเหตุของปัญหาที่มักพบในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ เพื่อคัดเลือกสาเหตุของปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งรายละเอียด มีดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น ชื่อ ตำแหน่ง ประสบการณ์ในการทำงาน และชื่อที่ทำงาน

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเพื่อถามความเห็นเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่รวบรวมจากงานวิจัยและการสำรวจโครงการก่อสร้างในเบื้องต้น เพื่อระบุปัญหาดังนี้

ใช้วิธีการเปรียบเทียบสัดส่วนแบบบทวินาม (Binomial Test) โดยเป็นการทดสอบเกี่ยวกับสัดส่วนหรือร้อยละของประชากรซึ่งเป็นการใช้สถิติแบบนอนพาราเมตริก (Nonparametric) ในการทดสอบสมมติฐาน มีลักษณะของข้อมูลดังนี้

1. การแจกแจงของประชากรไม่จำเป็นต้องเป็นแบบปกติ
2. สามารถใช้ได้กับกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเล็ก
3. ระดับการวัดของตัวแปรเป็นมาตราเรียงอันดับ (Ordinal scale) หรือมาตราแบบช่วง (Interval scale) หรือมาตราอัตราส่วน (Ratio scale) ที่สามารถนำมาจัดอันดับที่ (Rank) ได้ หรือเป็นเพียงมาตรานามบัญญัติ (Nominal scale) ที่สามารถนับเป็นความถี่ได้

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบทวินาม (Binomial Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (statistical Package for the Social Science) จากนั้นจึงนำข้อมูลต่างๆมาสรุปตามสมมติฐานเพื่อศึกษาว่าสัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ จากการตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบด้วยความน่าจะเป็นที่ร้อยละ 80 และความเชื่อมั่นที่ 95% โดยสมมติฐานของข้อมูล เกณฑ์การวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาที่พบในการดำเนินการโครงการ คือ

$H_0$ : สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบปัญหาโดยตอบว่าใช่ $\geq 0.8$

$H_1$ : สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบปัญหาโดยตอบว่าใช่ $< 0.8$

โดยถ้าค่าความสำคัญ (Sig.) $\geq 0.05$ แสดงว่ายอมรับ $H_0$ นั่นคือ สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบปัญหาโดยตอบว่าใช่ $\geq 0.8$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

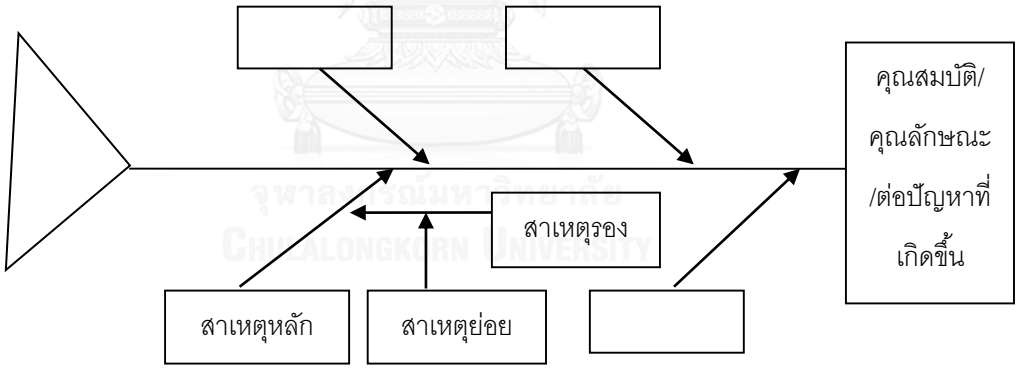
และถ้าค่าความสำคัญ (Sig.) $< 0.05$ แสดงว่าปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือ สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบปัญหาโดยตอบว่าใช่ $< 0.8$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

### 3.7 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause Effect Diagram)

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการจัดกลุ่มและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.7.1 แผนผังสาเหตุและผล (Cause Effect Diagram)

วีรพจน์ ลือประเสริฐสกุล (2543) ได้ทำการศึกษาวิธีการ หรือ เครื่องมือพื้นฐานในการจัดกลุ่มและวิเคราะห์ปัญหา โดยกล่าวถึงแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือ “แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)” ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุ ของปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่เป็นไปได้ (Posible Cuase) ใช้เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากหลากหลายปัจจัยอย่างเป็นระบบระเบียบ และช่วยให้ง่ายในการระดมสมองระดมความคิดจากหลายๆคนได้อย่างสะดวกและง่ายดาย โดยให้ความสนใจกับปัญหาของกลุ่มที่แสดงไว้ที่หัวปลา ดังรูปที่ 3.2




รูปที่ 3.2 ลักษณะของแผนผังสาเหตุและผล (ที่มา : Management Best Practices, 2545)

3.7.1.1 ขั้นตอนการดำเนินการ เริ่มจากกำหนดปัญหาที่หัวปลา จากนั้นจึงกำหนดกลุ่มปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาเหล่านั้น และจึงหาเหตุปัจจัยและสรุปสาเหตุหลักของปัญหา ลำดับความสำคัญของปัญหา การเขียนครั้งแรกอาจยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเมื่อนำไปใช้อาจพบปัญหาและสาเหตุเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรปรับปรุงแผนผังอยู่เสมอเพื่อเป็นการบันทึกผลการศึกษาประกอบการแก้ไขปัญหาต่อไป

3.7.1.2 หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิก้างปลา การใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาว จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อยซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก โดยลากเป็นเส้นก้างปลา (sub-bone) ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 ถึง 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว ก่อนสรุปปัญหาใส่น้ำหนักหรือคะแนนให้กับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัว เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา (Setting Priority) พยายามเลี่ยงการใช้ความรู้สึกของตนเอง

3.7.1.3 ข้อดี และข้อเสียของแผนภูมิก้างปลา

ข้อดี คือ เป็นเครื่องมือช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกหรือผู้ที่เกี่ยวข้องหลายๆ คนมารวมกันและ เกิดความเข้าใจตรงกัน โดยแสดงเป็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อย ทำให้ทราบเหตุที่แท้จริงของปัญหา และแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุด

ข้อเสีย คือ อาจไม่สามารถแสดงความคิดได้อย่างอิสระ เนื่องจากถูกกำหนดไว้บนก้างปลาแล้ว และผู้ที่ใช้ยังจำเป็นต้องมีความสามารถสูงในการระดมความคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## 3.8 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา

การศึกษาลำดับความสำคัญของปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการดำเนินงานก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้ คือ ทำการสำรวจความคิดเห็นของบุคลากรที่ปฏิบัติงานภายในหน่วยงานผลิตและหน่วยงานติดตั้ง โดยใช้แบบสอบถาม สำหรับเก็บข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับค่าระดับความถี่ของการเกิดปัญหา และค่าระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อการดำเนินการผลิต การขนส่งและการติดตั้งในกระบวนการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยใช้ค่าฐานนิยมของข้อมูลที่ตอบเพื่อหาความสำดัญของสาเหตุของปัญหา จากนั้นนำผลการสำรวจที่ได้มาทำการ

วิเคราะห์ตามตารางวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Assessment) เพื่อหาระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา

สาเหตุของปัญหาในแต่ละด้านมีระดับความสำคัญเท่าไหร่ ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลที่ทำการสอบถาม มีดังนี้คือ

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น ชื่อ ตำแหน่ง ประสบการณ์ในการทำงาน และชื่อบริษัทที่ทำงาน

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามที่ถามถึงความถี่ของการเกิดสาเหตุของปัญหาหรือระดับโอกาสในการเกิดสาเหตุของปัญหา และความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาในด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพ และความปลอดภัย โดยมีรายละเอียดอธิบายดังนี้

แบบสอบถามสำหรับศึกษาลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการขนส่ง ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งทำการสอบถามแบ่งย่อยออกเป็นปัญหาด้านเวลา ต้นทุน คุณภาพ และความปลอดภัยในการทำงาน ทำให้ทราบระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาส่งผลกระทบต่อเวลา ต้นทุน คุณภาพ และความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลที่ทำการสอบถาม มีดังนี้คือ

ระดับความถี่ของการเกิดสาเหตุของปัญหาในกระบวนก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ใช้การจัดเก็บข้อมูลแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ เนื่องจากมีความเหมาะสมสำหรับให้ผู้ตอบแบบสอบถาม การประเมินถามถึงโอกาสในการเกิดขึ้นของปัญหา โดยทำการพิจารณาและเสนอความคิดเห็นโดยรายละเอียดของระดับคะแนนที่ใช้ในแบบสอบถามมีดังนี้

ค่าคะแนนระดับความถี่ของการเกิดปัญหาและสาเหตุของปัญหา แบ่งเป็น 5 ระดับ

น้อยมาก คือ มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยกว่า 20%

น้อย คือ มีโอกาสเกิดขึ้น 21-40%
ปานกลาง คือ มีโอกาสเกิดขึ้น 41-60%
มาก คือ มีโอกาสเกิดขึ้น 61-80%
มากที่สุด คือ มีโอกาสเกิดขึ้นมากกว่า 80%

ค่าระดับความรุนแรงของผลลัพธ์ที่ตามมาเมื่อสาเหตุของปัญหาเกิดขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบ 4 ด้าน คือ ด้านต้นทุน ด้านระยะเวลา ด้านคุณภาพ และด้านความปลอดภัย แบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้ คือ

- ส่งผลกระทบต่ำ
- ส่งผลกระทบปานกลาง
- ส่งผลกระทบสูง

ส่วนในการประเมินระดับความรุนแรงของปัญหา ได้ใช้การจัดเก็บข้อมูลเป็นลิเคิร์ท (Likert Scale) โดยไม่มีการระบุตัวเลขของระดับความถี่และความรุนแรง

ลักษณะของข้อคำถามต้องการให้ผู้ตอบประเมินสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นระดับความรุนแรงของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพและความปลอดภัย

การกำหนดคำจำกัดความของแบบสอบถามในด้านความรุนแรงของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการจำนวน 5 ราย โดยสามารถอธิบายความหมายของระดับคะแนนความรุนแรงของปัญหาที่ด้านต้นทุนเพิ่มขึ้น ระยะเวลาล่าช้า คุณภาพต่ำกว่าที่กำหนด และความปลอดภัยลดลง เพื่อใช้สำหรับปรับทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามให้ตรงกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.1 ความหมายของระดับคะแนนความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพ และความปลอดภัย

| ปัญหาด้าน | ความรุนแรงของสาเหตุของปัญหา | | |
|---|---|---|---|
| | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ต้นทุนเพิ่มขึ้น | เพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 0.25 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 0.25 แต่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 0.5 |
| ระยะเวลา | เพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 5 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 แต่น้อยกว่าร้อยละ 10 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 10 |
| คุณภาพต่ำลง | มีการแก้ไขงานน้อยกว่าร้อยละ 20 ของงาน | มีการแก้ไขงานมากกว่าร้อยละ 20 แต่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของงาน | มีการแก้ไขงานมากกว่าร้อยละ 40 ของงาน |
| ความปลอดภัยลดลง | เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย อาจต้องหยุดงาน 1-3 วัน | เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ได้รับบาดเจ็บปานกลาง ต้องหยุดงาน 4-14 วัน | หยุดงานมากกว่า 14 วัน หรือเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตหรือทุพพลภาพ |

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความถี่และความรุนแรงของผู้ตอบแบบสอบถามในการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา โดยใช้ค่าฐานนิยมของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นข้อสรุปสำหรับระดับความรุนแรงของสาเหตุ

งานวิจัยนี้ใช้ค่าฐานนิยมเพื่อหาความสำคัญของสาเหตุของปัญหา ซึ่งค่าฐานนิยมเป็นค่ากลางซึ่งจะนำมาใช้ในกรณีที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ(Qualitative) และข้อมูลมีการซ้ำกัน ซึ่งค่าฐานนิยมเป็นค่ากลางหรือตัวแทนของข้อมูลที่สามารถอธิบายลักษณะที่เกิดขึ้นได้ดีกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่ามัธยฐาน

นอกจากนี้ค่าฐานนิยมยังมีข้อพิเศษมากกว่าค่าเฉลี่ยและมัธยฐาน ตรงที่สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ(Qualitative) และข้อมูลเชิงปริมาณ(Quantitative) และค่าฐานนิยมยังสามารถมีค่าได้มากกว่า 1 ค่าอีกด้วย การหาค่าฐานนิยม(Mo) เมื่อข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่ ในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่ วิธีการหาค่าฐานนิยม(Mo) สามารถทำได้โดยการนับจำนวนข้อมูล ซึ่งข้อมูลชุดใดมีจำนวนซ้ำกันมากที่สุดก็จะเป็นค่าฐานนิยม

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ฐานนิยม

| ปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนด | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | 1 | 2 |
| | สูง | | 8 | 4 |
| | ปานกลาง | | 5 | 6 |
| | น้อย | | | |
| | น้อยมาก | | | |

จากตัวอย่างตารางวิเคราะห์ฐานนิยม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความเห็นสาเหตุของปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนดมีความถี่สูงและความรุนแรงปานกลางซึ่งเป็นฐานนิยมของคำตอบทั้งหมด

ค่าระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา แบ่งออกเป็น ระดับความสำคัญสูง ระดับความสำคัญปานกลาง และระดับความสำคัญต่ำ โดยเป็นตารางแสดงผลกระทบของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ประยุกต์การวิเคราะห์แบบ Risk Assessment (CISSP Prep Guide, 2003) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ผลกระทบหรือความเสี่ยงของกิจกรรมต่อกระบวนการทำงานซึ่งมีการจัดตารางระหว่างความรุนแรงและความถี่เป็น 3x5 ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา

| **ความสำคัญ** | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| ความถี่ | **ระดับ** | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| | มากสุด | ปานกลาง | สูง | สูง |
| | มาก | ปานกลาง | สูง | สูง |
| | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | สูง |
| | น้อย | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| | น้อยมาก | ต่ำ | ต่ำ | ปานกลาง |

ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา กำหนดจากระดับความถี่ และระดับความรุนแรงผลกระทบ ได้กำหนดระดับความเสำคัญที่โดยใช้เกณฑ์จากตารางที่ 3.2 ตาราง Probability and Impact Matrix ผลการแบ่งระดับความเสี่ยงสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง ระดับปานกลางและ ระดับต่ำ

จากตารางแสดงการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา สามารถสรุปการแบ่งช่วงระดับความสำคัญได้ดังนี้

- ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาอยู่ในพื้นที่ช่องต่ำ อยู่ในช่วงระดับความสำคัญน้อย มีความเสี่ยงต่ำ เป็นสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อโครงการต่ำและเป็นสาเหตุของปัญหาที่ไม่นำมาวิเคราะห์ผลในงานวิจัยครั้งนี้

- ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาอยู่ในพื้นที่ช่องปานกลาง อยู่ในช่วงระดับความสำคัญปานกลาง มีความเสี่ยงปานกลาง เป็นสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อโครงการปานกลาง และมีลำดับความสำคัญรองลงมา ควรมีการตอบสนองเป็นอันดับถัดไป

- ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาอยู่ในพื้นที่ช่องสูง อยู่ในช่วงระดับความสำคัญสูงมีความเสี่ยงสูง เป็นสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อโครงการสูง มีระดับความสำคัญมากที่สุด ควรจะมีการตอบสนองหรือการแก้ไขสาเหตุของปัญหาเป็นอันดับแรก

ในการพิจารณาเลือกสาเหตุของปัญหาเพื่อใช้ในการหาแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยพิจารณาจากสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ด้านของปัญหา จาก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย

### 3.9 **ทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม** (Reliability)

การวิจัยในรูปแบบแบบสอบถามนั้น ควรมีการทดสอบผลที่ได้จากแบบสอบถามที่คืนมาว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด โดยงานวิจัยในครั้งนี้ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามโดยวิธี Cronbach  Alpha Reliability Test Method โดยใช้โปรแกรม SPSS

### 3.10 **การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา**

การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จากแบบสอบถามชุดที่ 3 ซึ่งรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จำนวน 12 ราย ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก จากนั้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมซึ่งได้จากการรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากกว่า 5 ปีและวิเคราะห์ร่วมกับการศึกษาแนวทางการแก้ไขจากหนังสือ เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต

การวางแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อให้สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม และใช้ในการพัฒนาปรับปรุงปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูง ซึ่งแนวทางการแก้ไขปัญหาขั้นแรกเป็นการสัมภาษณ์เชิงลึก จากนั้นใช้เทคนิคเดลฟายเพื่อพัฒนาเป็นข้อสรุปในการแก้ไขปัญหาที่ละเอียดชัดเจน

### 3.11 **เทคนิคเดลฟาย** (Delphi Technique)

เทคนิคเดลฟายเป็นวิธีการหรือกระบวนการรวบรวมความคิดเห็นหรือการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ในอนาคต จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง เพื่อสรุปมติจากข้อค้นพบที่ได้ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และมีความถูกต้อง วิธีการเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคเดลฟาย คล้ายกับการระดมสมอง (Brain Storming) แต่ให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนแสดงความคิดเห็นจากการตอบแบบสอบแต่ละรอบ ซึ่งวิธีการนี้ทำให้สามารถระดมความคิดเห็น จากผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในสถานที่

และเวลาแตกต่างกันได้โดยไม่มีข้อจำกัด ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่และอิสระ สามารถกลั่นกรองความคิดเห็นของตนเองได้อย่างรอบคอบ ปราศจากการชี้นำจากกลุ่มและไม่ตกอยู่ภายใต้อิทธิพลทางความคิดของผู้อื่น ทำให้
ได้ข้อมูลน่าเชื่อถือ รวมทั้ง ประหยัดเวลาอีกด้วย

การใช้เทคนิคเดลฟายจะมีผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ตัดสินใจซึ่งต้องการใช้ผลการทำเดลฟายในการวางแผนพัฒนางาน กลุ่มรับผิดชอบในกระบวนการเดลฟาย เริ่มต้นด้วยการศึกษาประเด็นคำถามที่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจอยากทราบ จากนั้นจะเสาะหากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญมาแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้คำตอบ การเก็บข้อมูลในรอบแรกจึงเปิดโอกาสให้มีการแสดงความคิดเห็นได้เต็มที่จากคำถามปลายเปิด จากนั้นสร้างแบบสอบถามจากข้อมูลที่ได้จากรอบแรก แล้วส่งแบบสอบถามหลับไปให้ผู้ตอบกลุ่มเดิม วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้คืนมาแล้วสรุปผลการวิเคราะห์ส่งไปให้ผู้ตอบทราบในแบบสอบถามฉบับใหม่ที่มีคำถามเดิมให้ผู้ตอบมีโอกาสทบทวนคำตอบของตนเองใหม่ หลังจากที่ทราบความเห็นของคนส่วนใหญ่ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้กลับคืนมาใหม่ แล้วสรุปผลไปให้ผู้ตอบทราบ มีการดำเนินการซ้ำแบบเดิมจนกว่าจะได้ความคิดเห็นที่ค่อนข้างสอดคล้องกัน (consensus) (สุวิมล ว่องวาณิช,2542 )

1) ขั้นการกำหนดผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นที่พิจารณาในขั้นการกำหนดผู้เชี่ยวชาญ คือ คุณสมบัติของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลและขนาดของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลว่าที่เหมาะสมควรมีขนาดเท่าใด

การกำหนดคุณสมบัติของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล การกำหนดผู้ให้ข้อมูลในเทคนิคเดลฟายต้องมีเงื่อนไขสำคัญ คือ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยมีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 5 ปี

การกำหนดขนาดของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติตามเงื่อนไขข้างต้นแล้ว จากการศึกษางานวิจัยในอดีตขนาดของกลุ่มที่เพียงพออยู่ระหว่าง 10 -15 คน แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลด้วย (Delbecq. Van de Ven & Gustafson ,1975)

จำนวนของผู้เชี่ยวชาญมีผลโดยตรงต่ออัตราความคลาดเคลื่อนของข้อมูลผลการวิจัย (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2555) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 จำนวนผู้เชี่ยวชาญกับอัตราความคลาดเคลื่อนของข้อมูล

| จำนวนผู้เชี่ยวชาญ | ค่าความคลาดเคลื่อน | อัตราความคลาดเลื่อนที่ลดลง |
|---|---|---|
| 1-5 | 1.20-0.70 | 0.50 |
| 5-9 | 0.70-0.58 | 0.12 |
| 9-13 | 0.58-0.54 | 0.04 |
| 13-17 | 0.54-0.50 | 0.04 |
| 17-21 | 0.50-0.48 | 0.02 |
| 21-25 | 0.48-0.46 | 0.02 |
| 25-29 | 0.46-0.44 | 0.02 |
| 29-33 | 0.44-0.43 | 0.01 |

จากตารางที่ 3.4 แสดงว่า จำนวนผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9-13 คน มีอัตราความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่นำมาสรุปเป็นผลการวิจัยลดลงเหลือเพียง 0.04 ซึ่งจัดว่ามีความน่าเชื่อถือในระดับที่ยอมรับได้แล้ว แต่ถ้าจำนวนผู้เชี่ยวชาญเป็น 29-33 คน มีอัตราการคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่นำมาสรุปเป็นผลการวิจัยน้อยที่สุด คือ 0.01 ดังนั้นจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 33 คน จึงจัดได้ว่าเป็นจำนวนมากที่สุดสำหรับการวิจัยโดยใช้เทคนิคเดลฟาย เพราะถึงแม้เพิ่มจำนวนผู้เชี่ยวชาญมากขึ้นอัตราความคลาดเคลื่อนของข้อมูลก็ไม่ลดลงต่ำไปกว่านี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ขั้นการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลสำหรับการใช้เทคนิคเดลฟายมีหลายรอบ ส่วนใหญ่จะไม่เกิน 4 รอบ แต่ละรอบจะมีการเตรียมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูลรอบที่ 1 เป็นการรวบรวมข้อมูลกว้าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบสอบถามที่ถามคำถามปลายเปิด ทำให้ผู้ให้ข้อมูลมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น การเก็บข้อมูลในรอบนี้ตองมีการจัดทำจดหมายนำที่ชี้แจงจุดมุ่งหมายของการเก็บข้อมูล เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

การเก็บข้อมูลรอบที่ 2 หลังจากได้คำตอบจากรอบแรกแล้ว ต้องทำการวิเคราะห์เนื้อหาสรุปประเด็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด เพื่อนำไปให้ผู้ตอบแบบสอบถามในกลุ่มแสดงความคิดเห็นต่อแนวทางการแก้ไขที่สรุปได้จากการเก็บข้อมูลรอบแรก ในขั้นตอนนี้มีการจัดทำ

แบบสอบถามที่เป็นคำถามปลายปิดในรูปของมาตรประมาณค่าสำหรับเก็บข้อมูลในรอบที่ 2 คำถามที่ใช้ในแบบสอบถามรอบสองนี้เป็นข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลในรอบแรก ต้องไม่นำเสนอแนวคิดของตนเองเพิ่มเข้าไปในแบบสอบถาม ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในรอบที่สองจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อสรุปผลของกลุ่มแล้วจัดทำเป็นแบบสอบถามสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลรอบที่สาม

ฉันทามติ คือ ระดับความสอดคล้องทางความคิดของผู้ให้ข้อมูล การศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มบุคคลจะยิ่งมีความหนักแน่น น่าเชื่อถือหากสมาชิกในกลุ่มทุกคนหรือส่วนใหญ่มีความคิดเห็นตรงกัน การใช้เทคนิคเดลฟายในในการเก็บข้อมูลก็เหมือนการเก็บข้อมูลจากการประชุมกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการประชุม ก็คาดหวังว่าจะได้ข้อสรุปเกี่ยวกับมติของกลุ่ม การประชุมกลุ่มทั่วไปเมื่อมีความไม่สอดคล้องกันทางความคิดก็มักจะมีการอภิปรายแล้วหาข้อสรุปโดยการโหวต แต่สำหรับการใช้เทคนิคเดลฟายนั้น เนื่องจากไม่มีการเผชิญหน้าและสมาชิกไม่มีโอกาสรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกแต่ละคน การให้ข้อมูลย้อนกลับ ในลักษณะที่เป็นภาพรวมของกลุ่มโดยนำเสนอในรูปของ ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์

ค่ามัธยฐาน เป็นค่าของข้อมูลที่อยู่ตรงกลางพอดีภายหลังจากที่ได้มีการเรียบเรียงข้อมูลจากน้อยไปมากแล้ว แนวทางการแปลผลผลคำตอบของค่ามัธยฐานที่คำนวณได้ในกรณีแบบสอบถามเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จะมีการแปรผลดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| 4.50-5.00 | หมายความว่า | กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในข้อนั้นมากที่สุด |
| 3.50-4.49 | หมายความว่า | กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในข้อนั้นมาก |
| 2.50-3.49 | หมายความว่า | กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในข้อนั้นปานกลาง |
| 1.50-2.49 | หมายความว่า | กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในข้อนั้นน้อย |
| 1.00-1.49 | หมายความว่า | กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในข้อนั้นน้อยที่สุด |

ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ที่นำมาใช้ในเทคนิคเดลฟาย คือ ค่าความแตกต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 กับควอไทล์ที่ 1 ที่คำนวณได้

เกณฑ์การตัดสินระดับฉันทามติ เพื่อแสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อข้อนั้นสอดคล้องกัน ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การตัดสินระดับฉันทามติสำหรับการตอบที่เป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ

| ระดับความคิดเห็นที่มีต่อแนวทางที่สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วย | เกณฑ์การตัดสิน | |
|---|---|---|
| ค่ามัธยฐานไม่ต่ำกว่า 3.50 | ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างค่ามัธยฐานและค่าฐานนิยมไม่เกิน 1.00 | ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ไม่เกิน 1.50 |

การเก็บข้อมูลรอบที่ 3 นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากรอบที่สองมาสร้างเป็นแบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลในรอบที่สาม จุดมุ่งหมายของการเก็บข้อมูลในรอบนี้เพื่อตรวจสอบความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลซ้ำ ในรอบนี้ผู้ให้ข้อมูลแต่ละคนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยมีข้อมูล 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลที่เป็นความคิดเห็นของกลุ่มที่แสดงด้วยค่าสถิติ ส่วนที่สอง เป็นข้อมูลที่เป็นคำตอบของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นเจ้าของคำตอบแต่ละคนในการตอบคำถามในการเก็บข้อมูลรอบที่ 2 ส่วนแรกผู้เชี่ยวชาญทุกคนจะได้รับเหมือนกัน ส่วนข้อมูลส่วนที่สองผู้เชี่ยวชาญได้รับเฉพาะคำตอบของตนเอง แบบสอบถามที่ส่งในรอบที่สามของแต่ละคนจึงมีลักษณะไม่เหมือนกันการเก็บข้อมูลในรอบนี้ต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความคิดของตนเองใหม่ หลังจากที่ได้เห็นความคิดของกลุ่มจากข้อมูลส่วนที่หนึ่ง หากยังคงยืนยันหรือไม่เปลี่ยนคำตอบจากรอบที่ 2 ซึ่งอยู่นอกเหนือจากค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ สามารถเขียนคำอธิบายเหตุผลประกอบว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นอกจากนี้ยังมีกรณีผู้เชี่ยวชาญที่มีค่าระดับคะแนนคำตอบจากแบบสอบถามรอบที่ 2 อยู่ในพิสัยควอไทล์แล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบมาเป็นค่าระดับคะแนนนอกพิสัยควอไทล์ ก็ต้องเขียนคำอธิบายเหตุผลด้วยเช่นกัน ข้อมูลที่ได้รับกลับคืนมาต้องทำการวิเคราะห์และตรวจสอบระดับความสอดคล้องหรือฉันทามติของกลุ่มว่าสามารถยุติการเก็บข้อมูลได้หรือไม่ ดังนั้นสามารถยุติกระบวนการเดลฟายได้ในรอบที่ 3

รูปแบบของเทคนิคเดลฟาย มี 2 รูปแบบคือ

1) รูปแบบดั้งเดิม

เทคนิคเดลฟายแบบเดิม หมายถึง วิธีการเก็บรวบรวมความคิดเห็นหรือการตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจากกลุ่มผู้ที่มีความรู้ความสามารถในเรื่องนั้นๆ เพื่อสร้างความคิดเห็นที่สอดคล้องต้องกันหรือฉันทามติระหว่างกลุ่ม

ผู้เชี่ยวชาญในการนำมาสู่ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดนำในรอบแรก และใช้แบบสอบถามปลายปิดในรอบต่อๆ ไป

ปัญหาของเทคนิคเดลฟายแบบเดิม คือ

(1) ใช้เวลานานในการตอบแบบสอบถามปลายเปิด

(2) การเก็บข้อมูลหลายรอบทำให้ผู้เชี่ยวชาญรู้สึกเบื่อและถูกรบกวนมากเกินไป

(3) อัตราการตอบกลับค่อนข้างต่ำ

(4) ข้อมูลที่ได้ไม่ค่อยมีความหลากหลาย ตอบเข้าหาค่ากลางเพื่อให้ยุติโดยเร็ว

2) รูปแบบปรับปรุง

เทคนิคเดลฟายที่มีการปรับปรุงวิธีการหรือขั้นตอนการดำเนินการให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และลดข้อจำกัดในเทคนิคเดลฟายแบบเดิม โดยเฉพาะข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาในการเก็บข้อมูล ด้วยเทคนิคต่างๆ ดังนี้

(1) การใช้วิธีการระดมความคิดแทนการตอบแบบสอบปลายเปิดในรอบแรก

(2) การใช้วิธีการสัมภาษณ์แทนการตอบแบบสอบถามปลายเปิดในรอบแรก

(3) การประชุมแบบเดลฟาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 4
# การศึกษาสาเหตุของปัญหาในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย ด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

## 4.1 บทนำ

การเก็บรวบรวมข้อมูลสาเหตุของปัญหาการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ ได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานในโรงงานหรือสถานที่ก่อสร้าง รวมทั้งการสังเกตวิธีการทำงานและเก็บรวบรวมสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานที่ก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย

โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 5 โรงงาน มาจากบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่มีการก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 7 โครงการ ประกอบด้วย 4 บริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ได้แก่ บริษัท 1 ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 2 โครงการ บริษัท 2 ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 1 โครงการ บริษัท 3 ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 1 โครงการ บริษัท 4 ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 3 โครงการ

## 4.2 ผลการศึกษาวิธีการก่อสร้างที่พักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบในประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื่องจากปัจจุบันในประเทศไทย โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กยังคงเป็นวัสดุหลักที่นิยมใช้ในการก่อสร้าง ดังนั้นรูปแบบสำเร็จรูปในการก่อสร้างที่ใช้มากที่สุดจึงเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete) โดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปถูกใช้ในการก่อสร้างอาคารเพื่อเหตุผลหลัก คือ ลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ความรวดเร็วในการก่อสร้าง และคุณภาพของงานที่ออกมามีมาตรฐาน ซึ่งสามารถทำได้ทั้งแบบหล่อกับที่ (Site Cast) และหล่อจากโรงงาน (Plant Cast)

ในประเทศไทยระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นระบบที่ได้รับความนิยมในที่พักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีทั้งแผ่นพื้นสำเร็จรูปและแผ่นผนังสำเร็จรูป ซึ่งทำให้การติดตั้งรวดเร็วกว่าระบบโครงสร้างสำเร็จรูปประเภทอื่นมาก จึงนิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยประเภท บ้านและอาคารชุด

การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีแนวคิดที่พยายามลดงาน ลดความยุ่งยากในการควบคุมคุณภาพการเทคอนกรีตในหน่วยงานก่อสร้าง โดยการหล่อคอนกรีตสำเร็จรูปที่โรงงานซึ่งมีสภาพการทำงานที่สามารถควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า ทำให้สามารถใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคนได้มากขึ้น และประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมดมาจากโรงงาน และนำมาประกอบที่หน่วยงานก่อสร้าง ทำให้การก่อสร้างรวดเร็ว ไม่ต้องรออายุคอนกรีต

4.2.1 บ้านพักอาศัย

โดยการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์สอบถามผู้ที่เคยมีประสบการณ์ในการทำงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปรวมกับการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปผลได้ดังนี้ การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นที่นิยมมากขึ้นสำหรับตลาดบ้านพักอาศัยขนาดเล็กถึงกลาง ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปนี้จะต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากเกี่ยวกับปัจจัยสำหรับการออกแบบเพื่อการออกแบบทั้งโครงสร้างและสถาปัตยกรรม นักพัฒนาโครงการต้องเลือกตัดสินใจที่จะใช้ระบบนี้ก่อนที่จะเริ่มกระบวนการออกแบบ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ถูกนำมาใช้ในระบบนี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้ตรงกับระดับความสูงของอาคาร ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปทำการผลิตภายในโรงงานหรือภายในสถานที่ก่อสร้าง โดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีช่องเปิดสำหรับประตูหน้าต่างและติดตั้งอุปกรณ์ฝังประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้า ท่อประปา ท่อระบบสุขาภิบาลภายในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ปัจจุบันบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่มีการใช้โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนักมากกว่าโครงสร้างระบบเสาและคาน เพราะมีความรวดเร็วกว่า และก่อสร้างได้ง่ายกว่า ระบบผนังรับน้ำหนักมีผนังของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นโครงสร้างหลัก ดังนั้นความหนาของแผ่นประมาณ 10-15 เซนติเมตร ซึ่งเป็นหนากว่าผนังอิฐทั่วไป ความสูงอยู่ระหว่าง 2.5-3 เมตร ซึ่งเป็นความสูงของชั้นหนึ่งและจะมีขนาดของแผ่นชิ้นส่วนไม่ใหญ่มากตามขนาดของห้อง ระบบนี้สามารถลดเวลาในการก่อสร้างสถานที่สำหรับบ้านขนาดกลาง (ประมาณ 150-200 ตารางเมตร) จาก 12 เดือนเป็นเพียง 4 ถึง 5 เดือน (เฉพาะระยะเวลาการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่รวมเวลาในการผลิตชิ้นส่วนจากโรงงาน)

4.2.2 อาคารชุดพักอาศัย

การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบจะถูกใช้สำหรับอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ย (ไม่เกิน 8 ชั้น) ซึ่งใช้โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก แต่งานฐานรากยังคงเป็น

การก่อสร้างในที่ ขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับอาคารชุดพักอาศัยประเภทนี้ ซึ่งเป็นผนังรับแรง (Load bearing wall) จึงมีขนาดค่อนข้างใหญ่และหนัก เพราะต้องรับน้ำหนักคงที่ที่มากขึ้น ดังนั้น ความหนาของผนังรับน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 12 – 25 เซนติเมตร ด้วยลักษณะของอาคารที่มีความสูง น้ำหนักของอาคารจึงมีมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้รอยละเอียดรอยต่อ (Joint Detail) ของชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องมีความแข็งแรงมาก วิศวกรผู้ออกแบบต้องมีความรอบคอบ ออกแบบให้รอยต่อสามารถรับแรงทั้งชั่วคราว ขณะก่อสร้าง และในระยะยาว นอกจากนี้ต้องออกแบบเผื่อรับแรงจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เช่น แรงกระแทกจากการหิ้วชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นต้น รายละเอียดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกแบบโดยคำนึงถึงความหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปว่าไม่สามารถขยับ หรือเคลื่อนย้ายได้ง่าย อาจมีรอยต่อที่เล็กส่งผลให้การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปช้าลง อีกทั้งรอยต่อที่อยู่ภายนอกอาคารต้องออกแบบให้สามารถป้องกันน้ำรั่วซึมเข้ามาในอาคารได้ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีรูปแบบแตกต่างไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับการออกแบบ

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางชิ้นส่วนต้องมีลักษณะเฉพาะพิเศษ มีความหนามากหรือมีความสูงมาก เช่น บริเวณปล่องลิฟต์ บริเวณห้องโถงรับแขก โดยอาจมีความสูงมากถึง 4 เมตร ต้องใช้ ทาวเวอร์เครน (Tower crane) สำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพราะจำเป็นต้องใช้งานในระดับความสูงมาก งานระบบมีความซับซ้อนเนื่องจากเป็นอาคารที่มีความสูง ต้องมีการจัดหาผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์ด้านงานระบบสำหรับอาคารสูง อีกทั้งแรงงานอาจต้องมีทักษะในการทำงานอาคารสูงร่วมด้วย เพราะการติดตั้งอาคารชุดที่มีความสูงมากกว่าบ้านพักอาศัย แรงงานจึงมีความเสี่ยงในการทำงานมากกว่า ลักษณะของอาคารที่มีความสูง น้ำหนักอาคารก็มากขึ้นทำให้รายละเอียดรอยต่อของชิ้นส่วนต้องมีความแข็งแรงมาก วิศวกรผู้ออกแบบควรมีความรอบคอบออกแบบให้รอยต่อสามารถรับแรงทั้งชั่วคราวขณะก่อสร้าง และในระยะยาว นอกจากนี้จะต้องออกแบบเผื่อรับแรงจากสิ่งที่ไม่คาดคิดอื่นๆ เช่น แรงกระแทกจากการหิ้วชิ้นส่วน เป็นต้น แต่จำเป็นต้องมีการปรับใช้รอยต่อที่มีค่าเผื่อสำหรับความผิดพลาดสูง เพราะแรงงานขาดความรู้และประสบการณ์ในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับอาคารชุดพักอาศัย

4.2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความแตกต่างกับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัย ที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| | | **บ้านพักอาศัย** | **อาคารชุดพักอาศัย** |
|---|---|---|---|
| การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | การออกแบบ | 1. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีลักษณะรูปแบบซ้ำกัน โครงการบ้านพักอาศัยมีจำนวนแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประมาณ 30-40 รูปแบบ | 1. ชิ้นส่วนที่มีรูปแบบเฉพาะในแต่ละโครงการ ขึ้นอยู่กับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมโครงการ เดียวกันแต่มีความแตกต่างกันแต่ละอาคาร |
| | | 2. พื้นและผนังจะมีขนาดความหนาประมาณ 7-10 เซนติเมตร และจะมีขนาดของแผ่นชิ้นส่วนไม่ใหญ่มาก ตามขนาดของห้อง | 2.ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผนังจะมีความหนา 12-15 เซนติเมตร และจะมีขนาดของแผ่นชิ้นส่วนขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก |
| | แรงงาน | 3.แรงงานมีการจ้างผู้รับเหมาแรงงานในการทำหน้าที่ผลิตโดยเฉพาะ แรงงานมีความชำนาญในการผลิต เพราะทำซ้ำจำนวนมาก | 3. มีการจ้างผู้รับเหมางานระบบเข้ามาดูแลในส่วนของการวางอุปกรณ์ฝังและช่องเปิดของงานระบบ เนื่องจากเป็นอาคารสูง งานระบบต้องเชื่อมโยงทั้งอาคาร |
| | การติดตั้ง | 4. ลำดับขั้นตอนการผลิตขึ้นอยู่กับการติดตั้งนั้นคือผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามเฟสหรือโซนในการติดตั้ง ถ้ามีความเสียหายระหว่างการติดตั้งสามารถใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของบ้านหลังอื่นก่อนได้ | 5. ลำดับขั้นตอนการผลิตขึ้นอยู่กับการติดตั้งนั้นคือผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามชั้นที่ทำการติดตั้ง ถ้าหากชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีรูปแบบเฉพาะเกิดความเสียหาย ต้องรีบดำเนินการแก้ไขหรือผลิตใหม่ |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ขั้นตอน | | บ้านพักอาศัย | อาคารชุดพักอาศัย |
|---|---|---|---|
| การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | วิธีการ | 1. ลักษณะพื้นที่โครงการส่วนใหญ่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ภายในโครงการ มีบริเวณในการก่อสร้างกว้าง และมีพื้นที่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับรอการติดตั้ง | 2. ลักษณะพื้นที่โครงการส่วนใหญ่อยู่ในเขตเมืองซึ่งราคาที่ดินมีราคาแพง ดังนั้นจึงมีพื้นที่ว่างจำกัด พื้นที่ในการติดตั้งแออัด ไม่มีพื้นที่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับรอการติดตั้ง ดังนั้นต้องมีการเช่าพื้นที่บริเวณใกล้เคียง สำหรับการจอดรถขนส่งสำหรับรอการติดตั้งชิ้นส่วนในแต่ละวันตามแผนที่วางไว้ |
| | | 2. ลักษณะพื้นที่โครงการส่วนใหญ่เป็นมีพื้นที่แนวราบ ซึ่งมีพื้นที่ขนาดใหญ่ภายในโครงการ อาจมีทางเข้าออกโครงการหลายทางสะดวกในการเข้าออกของรถขนส่ง | 3. ลักษณะพื้นที่โครงการส่วนใหญ่อาจมีทางเข้าออกโครงการเพียงทางเดียว ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาในการจัดการลำดับการเข้าออกของรถขนส่ง |
| | | 3. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความสูงไม่มากนัก เพราะเป็นชิ้นส่วนสำหรับการก่อสร้างบ้านพักอาศัย จึงไม่มีสาเหตุของปัญหาในด้านสิ่งกีดขวางระหว่างเส้นทางขนส่ง | 4. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางชิ้นส่วนอาจมีลักษณะเฉพาะพิเศษหรือมีความสูงมาก เช่น บริเวณปล่องลิฟต์ บริเวณห้องโถงรับแขก ดังนั้นต้องมีการจัดเตรียมเส้นทาง ป้องกันสิ่งกีดขวางระหว่างเส้นทางขนส่ง |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยและอาคารชุดพักอาศัยก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ขั้นตอน | | บ้านพักอาศัย | อาคารชุดพักอาศัย |
|---|---|---|---|
| การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | แรงงาน | 1. แรงงานติดตั้งจากหน่วยงานติดตั้งจากโรงงานภายในหรือแรงงานที่จ้างผู้รับเหมาแรงงานจากภายนอก | 1. แรงงานอาจต้องมีทักษะในการทำงานอาคารสูงร่วมด้วย แรงงานจึงมีความเสี่ยงในการทำงานมากกว่า |
| | เครื่องจักร | 2. เครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งคือรถเครน ซึ่งสามารถใช้งานได้เพราะมีพื้นที่เพียงพอสำหรับติดตั้งรถเครน อีกทั้งเป็นการทำงานที่มีความสูงไม่มากนัก สามารถใช้งานรถเครนได้ เมื่อรถเครนชำรุดหรือมีสาเหตุของปัญหาสามารถใช้รถเครนคันใหม่แทนได้ทันที | 2. เครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งคือทาวเวอร์เครน เพราะจำเป็นต้องใช้งานในระดับความสูงมาก แต่จะเกิดสาเหตุของปัญหาคือเมื่อทาวเวอร์เครนชำรุดหรือไม่สามารถใช้งานได้ จำเป็นต้องมีการซ่อมแซมทันที อีกทั้งทาวเวอร์เครนไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้เกินพื้นที่ที่จำกัด |
| | การจัดการ | 3. ลำดับการติดตั้งของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยจะทำการติดตั้งให้แล้วเสร็จเป็นโซนหรือเป็นหลัง เป็นการติดตั้งแบบจุด เพราะเครื่องจักรไม่สามารถครอบคลุมทั้งโครงการได้ | 3. ลำดับการติดตั้งของการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยทำการติดตั้งให้แล้วเสร็จเป็นชั้น เป็นลำดับขั้นตอนโดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายเครื่องจักรให้ทาวเวอร์เครนสามารถติดตั้งได้ครอบคลุมทั้งโครงการ |
| | | 5. ส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ไม่ติดกับที่อยู่อาศัยสามารถทำงานล่วงเวลาได้ ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อผู้อยู่อาศัยรอบข้าง | 5. บางโครงการอาจมีบริเวณติดกับที่อยู่อาศัยของประชาชนที่มีอยู่เดิม อาจมีสาเหตุของปัญหาเสียง และฝุ่นละออง ทำให้ต้องมีข้อตกลงกันระหว่างเจ้าของโครงการและประชาชน เช่น บางโครงการไม่สามารถทำงานล่วงเวลาในช่วงเวลากะดึกได้ |

ความแตกต่างระหว่างการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1) ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้างบ้านพักอาศัยมักมีลักษณะ รูปแบบซ้ำกัน บ้านพักอาศัยทุกหลังในโครงการมีชิ้นส่วนเหมือนกัน หรือโครงการหลายโครงการอาจมีชิ้นส่วนสำเร็จรูปรับน้ำหนักในการติดตั้งที่เหมือนกันแต่มีชิ้นส่วนตกแต่งต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย คือชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นชิ้นส่วนที่มีรูปแบบเฉพาะในแต่ละโครงการ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมของโครงการ เช่น ขนาดของแผ่น ลักษณะของแผ่น ขนาดช่องเปิดสำหรับหน้าต่างประตู ลวดลายบนผนัง มีลักษณะแตกต่างกันไปไม่ซ้ำกัน อีกทั้งลักษณะของอาคารชุดถึงอยู่ในโครงการเดียวกันแต่มีความแตกต่างกันในแต่ละอาคาร มีความแตกต่างกันในแต่ละชั้น ทำให้ไม่สามารถผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในปริมาณต่อแผ่นคราวละมากๆได้

2) ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้างบ้านพักอาศัย พื้นและผนังมีขนาดความหนาประมาณ 7-10 เซนติเมตร และมีขนาดของแผ่นชิ้นส่วนไม่ใหญ่มาก ตามขนาดของห้อง แตกต่างจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย คือ ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผนังมีความหนา 12-15 เซนติเมตร และมีขนาดของแผ่นชิ้นส่วนขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก ส่งผลต่อการขนส่ง เช่น การมีสิ่งกีดขวางระหว่างทางการขนส่ง จำนวนแผ่นในการขนส่งแต่ละเที่ยวน้อยลงส่งผลต่อต้นทุนการขนส่ง

3) ลักษณะพื้นที่โครงการการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีพื้นที่ขนาดใหญ่ภายในโครงการ มีบริเวณในการก่อสร้างกว้าง มีพื้นที่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับรอการติดตั้ง แตกต่างจากลักษณะพื้นที่โครงการการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปซึ่งส่วนใหญ่ทำในเขตเมือง หรือบริเวณกรุงเทพชั้นใน ซึ่งเป็นพื้นที่มีราคาแพง ดังนั้นมีพื้นที่ว่างจำกัด พื้นที่ในการติดตั้งแออัด ทำให้มีความลำบากในการติดตั้ง อีกทั้งไม่มีพื้นที่ในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับรอการติดตั้ง ดังนั้นต้องมีการเช่าพื้นที่บริเวณใกล้เคียง สำหรับการจอดรถรอการติดตั้งชิ้นส่วนในแต่ละวันตามแผนที่วางไว้

4) การก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีพื้นที่ขนาดใหญ่ภายในโครงการ ซึ่งไม่ค่อยมีสาเหตุของปัญหาการก่อสร้างรบกวนผู้อยู่อาศัยบริเวณรอบๆโครงการ แต่การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปซึ่งส่วนใหญ่ทำในเขตเมือง หรือบริเวณกรุงเทพชั้นใน บางโครงการอาจมีพื้นที่ติดกับบ้านหรือที่อยู่อาศัยของประชาชนที่มีอยู่เดิม ซึ่งมีสาเหตุของเสียง และฝุ่นละออง ทำให้ต้องมีข้อตกลงกันระหว่างเจ้าของโครงการและประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณรอบโครงการ อย่างเช่น บางโครงการไม่สามารถทำงานล่วงเวลาในช่วงเวลาได้ หรือบางโครงการไม่สามารถเริ่มงานในตอนเช้าของวันหยุดได้

5) จากลักษณะพื้นที่โครงการการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปซึ่งส่วนใหญ่ทำในเขตเมือง หรือบริเวณกรุงเทพชั้นใน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการจราจรติดขัด ทำให้ต้องมีกฎหมายกำหนดห้ามรถบรรทุกวิ่งพื้นที่กรุงเทพชั้นใน ซึ่งรถบรรทุกขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ห้ามขนส่งเวลา 06.00-09.00 น. และ 15.00-21.00 น. ทำให้มีช่วงเวลาจำกัดในการขนส่ง ส่งผลต่อการจัดการวางแผนการติดตั้งในแต่ละวันและมีการจัดเตรียมการเดินทางเพื่อให้เป็นไปตามแผน

6) ลำดับการติดตั้งของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทำการติดตั้งให้แล้วเสร็จเป็นโซนหรือเป็นหลัง แต่ลำดับการติดตั้งของการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทำการติดตั้งให้แล้วเสร็จเป็นชั้น ซึ่งการติดตั้งชิ้นส่วนของการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยมีแบบแผนแน่นอนในแต่ละวัน ซึ่งเป็นระบบ Just In Time โดยมีการสั่งให้ผลิต เมื่อได้ชิ้นส่วนตามกำหนดแล้วทำการติดตั้ง

7) เครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปคือรถเครน ซึ่งสามารถใช้งานได้ เพราะมีพื้นที่เพียงพอสำหรับติดตั้งรถเครน อีกทั้งเป็นการทำงานการก่อสร้างบ้านพักอาศัยมีความสูงไม่มากนัก สามารถใช้งานรถเครนได้ เมื่อรถเครนชำรุดหรือมีสาเหตุของปัญหาสามารถใช้รถเครนคันใหม่แทนได้ทันที แต่เครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งของการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป คือ ทาวเวอร์เครน เพราะจำเป็นต้องใช้งานในระดับความสูงที่มาก อีกทั้งทาวเวอร์เครนไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ใน

การติดตั้งมาก แต่เกิดสาเหตุของปัญหาคือเมื่อทาวเวอร์เครนชำรุดหรือไม่สามารถใช้งานได้ จำเป็นต้องมีการซ่อมแซมทันที เพราะไม่สามารถทำงานติดตั้งชิ้นส่วนได้

8) การก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทำการติดตั้งงานระบบเมื่อมีการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างทั้งหลังแล้วเสร็จ แต่ถ้าเป็นงานระบบของการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีความซับซ้อนมากกว่าการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ซึ่งมีการจ้างผู้รับเหมาช่วงเฉพาะงานระบบ เพื่อออกแบบงานระบบและตรวจสอบตำแหน่งของงานระบบประกอบอาคาร รวมทั้งตรวจสอบการใช้งานของงานระบบ โดยทำการติดตั้งงานระบบเป็นชั้น นั่นคือเมื่อมีการติดตั้งพื้นชั้น 1 ผนังชั้น 1 และพื้นชั้น 2 เสร็จสิ้น ทำการตรวจสอบงานระบบอุปกรณ์ฝังที่ติดมากับชิ้นส่วนสำเร็จรูปและทำการติดตั้งงานเดินท่อประปา/ไฟฟ้าใต้ฝ้าได้เลย

9) การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต้องมีการออกแบบรอยต่อที่มีความแข็งแรงเพราะต้องรับน้ำหนักมากกว่าบ้านพักอาศัย แต่จำเป็นต้องมีการปรับใช้รอยต่อที่มีค่าเผื่อสำหรับความผิดพลาดสูง เพราะแรงงานขาดความรู้และประสบการณ์ในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะยังเป็นการก่อสร้างที่เป็นรูปแบบใหม่ ที่เริ่มเข้ามาในประเทศไทย การใช้งานรอยต่อที่มีความสลับซับซ้อนยังทำได้ยากสำหรับคุณภาพแรงงานในปัจจุบัน

10) การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีความซับซ้อน เพราะเป็นงานอาคารสูง มีความยากลำบากในการก่อสร้างเนื่องจากความสูง เช่น การอุดปิดรอยต่อจากภายนอก การเข้าถึงจุดทำงานในบริเวณปล่องลิฟต์ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

### 4.3 การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ

อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ย (ไม่เกิน 8 ชั้น) ซึ่งเป็นการก่อสร้างด้วยโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก (Load bearing wall) เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการออกแบบสำหรับอาคารชุดประเภทอาคารเตี้ย เพราะผนังของอาคารทำหน้าที่รับแรงคล้ายกับเสาและคานของอาคารและทำหน้าที่เป็นผนังกั้นห้อง ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการเลือกใช้วัสดุ และยังทำให้มีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากไม่มีเสาและคาน เป็นการตอบสนองความต้องการและใช้พื้นที่ได้คุ้มค่ามากที่สุด อีกทั้งง่ายต่อการตกแต่งภายในของอาคาร ระบบผนังรับน้ำหนักมีเพียงการเชื่อมต่อระหว่างผนังและ

พื้น ผนังรับน้ำหนักเป็นชิ้นส่วนที่ใช้รับกำลังในแนวดิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นกับอาคารเช่นแรงลม น้ำหนักบรรทุกจร น้ำหนักบรรทุกคงที่ เป็นต้น โดยแรงทั้งหมดถ่ายลงสู่ผนัง จากนั้นผนังจึงถ่ายน้ำหนักไล่กันลงมาเรื่อยๆตามลำดับชั้นจากบนลงล่าง จนกระทั่งมาถึงส่วนของฐานราก น้ำหนักที่ถ่ายลงสู่ชั้นฐานรากจึงมีลักษณะเป็นแรงแบบกระจาย ( Uniform Load) ตามความยาวของผนัง ส่วนพื้นที่ใช้ในระบบผนังรับแรงนอกจากมีหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกต่างๆ และกระจายออกไปสู่ส่วนของผนังรับน้ำหนักแล้ว ยังมีหน้าที่เป็นตัวยึดปลายผนังเข้าไว้ด้วยกัน รับแรงดันด้านข้างและแรงเฉือน แล้วส่งถ่ายต่อไปยังผนัง จุดที่เชื่อมต่อระหว่างผนังและพื้นเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากในการส่งถ่ายแรงที่เกิดขึ้น ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้ก่อสร้างในระบบผนังรับแรงต้องมีความแข็งแรงสูงมากพอที่รับแรงกระทำดังกล่าวได้ และการยึดต่อระหว่างชิ้นส่วนด้วยรอยต่อ ต้องมีการออกแบบให้มีความแข็งแรงเพียงพอที่ต้านทานแรงกระทำได้ ระบบผนังรับน้ำหนักไม่เหมาะสำหรับอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูง (มากกว่า 8 ชั้นขึ้นไป) การออกแบบผนังต้องมีรายละเอียดแบบทั้งหมดก่อนลงมือผลิตชิ้นส่วน เพราะต้องมีการเว้นช่องหน้าต่าง ประตู หรือ ช่องเปิดอื่น รวมทั้งมีการผังท่อร้อยสายไฟและกล้องสำหรับติดตั้งสวิตซ์ไฟฟ้าไว้ตั้งแต่ตอนหล่อชิ้นส่วน โดยผู้ออกแบบโครงสร้างระบบนี้ต้องออกแบบให้ผนังทุกชิ้นสามารถรับน้ำหนักที่เกิดขึ้นได้ โดยต้องนำข้อมูลเรื่องช่องเปิดในผนังแต่ละส่วนมาประกอบการคำนวณด้วย การก่อสร้างระบบนี้จำเป็นต้องใช้ทีมงานที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะทางเท่านั้น ทั้งในด้านการออกแบบ จัดทำชิ้นส่วน และติดตั้ง

ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องมีการกำหนดระยะเผื่อ (Tolerance) ที่เหมาะสม โดยการกำหนดค่าเบี่ยงเบนสูงที่สุดที่อนุญาตให้เกิดขึ้นได้ ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดและรูปร่างที่ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ โดยกำหนดให้ค่าระยะเผื่อในการผลิตต้องน้อยกว่าระยะเผื่อที่ออกแบบไว้ เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของขนาดอันเนื่องมาจากการผลิต

ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปยังเป็นสิ่งใหม่ต่อแรงงานก่อสร้างทำให้ต้องมีการสอนและฝึกฝนให้มีความเข้าใจและสามารถติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ต้องมีการวางแผนว่าผนังชิ้นส่วนใดประกอบที่ตำแหน่งใด ต่อกับผนังชิ้นใด เป็นต้น ผู้ออกแบบควรออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่เรียบง่ายเพื่อง่ายต่อการเข้าใจและสร้างมาตรฐานของงานแต่ละงาน สามารถทำได้เหมือนกันในงานที่มีการทำงานซ้ำๆได้

ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบจากการศึกษาเก็บข้อมูลโครงการภายในโครงการ สามารถสรุปขั้นตอนการติดตั้งได้ดังนี้

1. การจัดเตรียมพื้นที่และการทำฐานราก โดยฐานรากยังคงเป็นระบบเทในที่ ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4. 1 การจัดทำฐานราก

2. ติดตั้งคานคอดินและระบบสาธารณูปโภค ดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 การติดตั้งคานคอดินและระบบสาธารณูปโภคล่างพื้นชั้น 1

3. ติดตั้งพื้นชั้น 1 และประกอบรอยต่อ โดยพื้นชั้น 1 มีความแตกต่างจากชั้นอื่นเนื่องจากมีการเชื่อมต่อกับคานคอดิน ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบรายละเอียดรอยต่อที่แตกต่างไปจากการติดตั้งพื้นชั้นอื่น ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 การติดตั้งพื้นชั้น 1

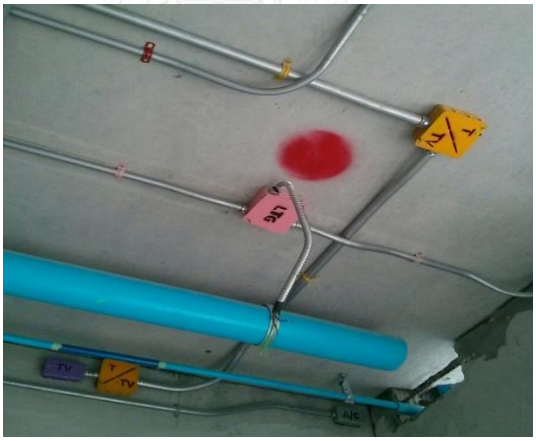
4. ติดตั้งผนังชั้น 1 และประกอบรอยต่อ ติดตั้งผนังชั้น 1 หลังจากติดตั้งพื้นแล้วเสร็จ การใช้ค้ำยันชั่วคราวแล้วทำการปรับผนังให้อยู่ใน Line Wall ที่ช่างสำรวจได้ทำการตีเส้นไว้ และทำการปรับดิ่งผนังโดยปรับดิ่งที่ตัวค้ำยันชั่วคราว ดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 การติดตั้งผนังชั้น 1

5. ติดตั้งพื้นชั้น 2 และประกอบรอยต่อ โดยเป็นการวางแผ่นพื้นชิ้นส่วนสำเร็จรูปบนบ่าผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบรับแรง (Bearing Wall) ดังรูปที่ 4.5

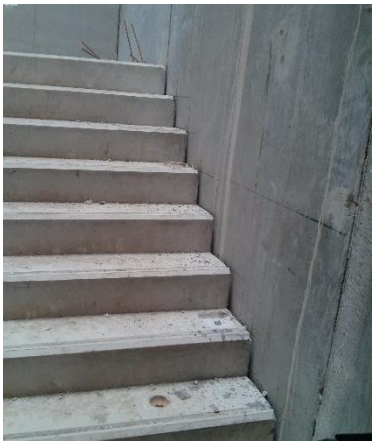
รูปที่ 4.5 การติดตั้งพื้นชั้น 2

6. เริ่มงานสถาปัตยกรรมและงานระบบของชั้น 1 ซึ่งทำหลังจากติดตั้งพื้นชั้น 2 แล้วเสร็จ แรงงานฝ่ายสถาปัตยกรรมและฝ่ายงานระบบสามารถเริ่มทำงานได้ทันที เมื่อชั้น 1 ทำการติดตั้งแล้วเสร็จ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การติดตั้งงานระบบ

7. ติดตั้งบันได ชานพัก และประกอบรอยต่อ จากนั้นต้องทำการเทพื้นเพื่อปรับระดับของชานพักและบันไดให้มีระดับเท่ากัน ดังรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 การติดตั้งบันได

รูปที่ 4.8 การติดตั้งชานพักบันได

8. ติดตั้งผนังชั้น 2 พื้นชั้น 3 และชั้นต่อไปจนถึงชั้นบนสุด โดยงานสถาปัตยกรรมและงานระบบสาธารณูปโภคควรเริ่มงาน หลังจากติดตั้งโครงสร้างชั้นนั้นแล้วเสร็จ ดังรูปที่ 4.9 รูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.9 การติดตั้งพื้นชั้น 3

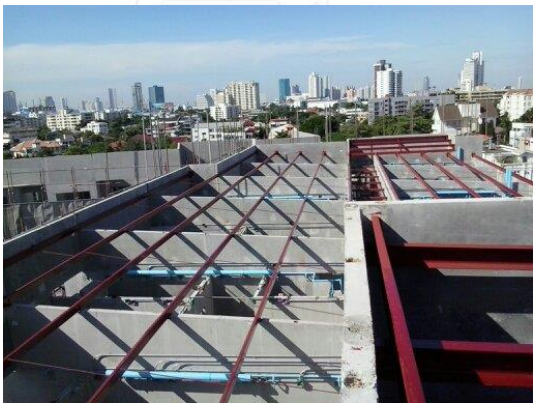
รูปที่ 4.10 การติดตั้งผนังชั้น 3

รูปที่ 4.11 การติดตั้งผนังชั้น 4

9. ติดตั้งผนัง Roof Tank เป็นผนังรับน้ำหนักส่วนที่ต้องรองรับน้ำหนักของหลังคา ดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 การติดตั้งผนัง Roof Tank

10. ติดตั้งหลังคา หลังจากติดตั้งงานระบบปั๊มและถังเก็บน้ำใต้หลังคาแล้วเสร็จ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 การติดตั้งโครงหลังคา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยการติดตั้งเฉพาะส่วนงานโครงสร้างเท่านั้น อาจมีสาเหตุของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและงานระบบแต่เกิดบริเวณชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถนำมาพิจารณาเช่นกัน เช่น การตรวจสอบขนาดของช่องเปิด ประตู หน้าต่าง และท่อของงานระบบ ซึ่งเป็นงานในส่วนงานโครงสร้าง

## 4.4 การรวบรวมสาเหตุของปัญหา

สำหรับโครงการอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ย (low-rise) ได้มีการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างโดยนำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้สำหรับการก่อสร้างแบบเต็มระบบ (Fully precast systems) ซึ่งนอกจากชิ้นงานที่ผลิตจากโรงงานซึ่งได้คุณภาพทั้งความสวยงามและความแข็งแรงแล้วนั้นยังสามารถช่วยให้กระบวนการก่อสร้างเป็นไปได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว และลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานในช่วงของการก่อสร้างอันเนื่องมาจากฝีมือแรงงาน ตลอดจนช่วยบรรเทาสาเหตุของปัญหาการขาดแคลนแรงงานฝีมือ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบต่อไปในอนาคต การทราบสาเหตุของปัญหาจากโครงการในอดีต ทำให้เจ้าของโครงการ นักพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ และผู้รับเหมาก่อสร้างสามารถวางแผนเพื่อป้องกันสาเหตุของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับโครงการในอนาคตได้

ในการดำเนินงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อรวบรวมสาเหตุของปัญหาเกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลเบื้องต้น โดยการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากข้อมูลทุติยภูมิร่วมกับการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการดำเนินการการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานหรือบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการก่อสร้างอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากกว่า 3 ปี จำนวน 12 ราย แบ่งออกเป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานผลิตจำนวน 5 ราย และผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานติดตั้งจำนวน 7 ราย นอกจากนี้ยังมีการสังเกตการทำงานภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและหน่วยงานก่อสร้าง โดยทำการสังเกตการทำงานการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อสังเกตสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นเพิ่มเติม ซึ่งสามารถรวบรวมสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้จำนวน 25 สาเหตุของปัญหา สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 18 สาเหตุของปัญหา และสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 36 สาเหตุของปัญหา สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 ถึง 4.4

ตารางที่ 4.2 ที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุ | ที่มา |
|---|---|
| รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน | [25] |
| การวางแผน (Planning) ที่ไม่เหมาะสม | [4],[12], [18] |
| การปรับเปลี่ยนแผนลำดับการผลิต | [12] |
| ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบการผลิต | การสัมภาษณ์ |
| ความไม่แน่นอนในการสั่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อนำเข้าโครงการ | [18] |
| ความไม่แน่นอนของแบบแปลนสำหรับการผลิต | [3],[9],[25] |
| การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายผลิตและหน่วยงานติดตั้ง | [2],[12] |
| การประสานงานข้อมูลผิดพลาดกับผู้ออกแบบ | [25] |
| ขาดแคลนแรงงานในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | [10] |
| ขาดแรงงานที่มีทักษะความรู้ในการผลิต | [12] |
| ผู้เชี่ยวชาญ ที่ปรึกษาและบุคลากรในการบริหารจัดการไม่เพียงพอ | [12] |
| ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะดำเนินการผลิต | [17] |
| เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไม่เพียงพอ | [15] |
| เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุด | [10] |
| วัสดุในการผลิตขาดแคลนหรือล่าช้าในการจัดส่ง | การสัมภาษณ์ |
| วัสดุที่จัดส่งให้แก่โรงงานไม่ได้มาตรฐานตามที่ระบุ | [9] |
| ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย | การสัมภาษณ์ |
| การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานมีข้อผิดพลาด | [18] |
| การเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อระหว่างการเทคอนกรีต | [17] |
| การกำหนดแผนเวลาการทำงานไม่เหมาะสม | [10], [15], [18] |
| ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะดำเนินการผลิตชิ้นส่วน | [10], [12] |
| ความผิดพลาดของการตรวจสอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปหลังถอดแบบหล่อ | [12] |
| ความผิดพลาดของการตรวจสอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปหลังซ่อมแซม | [12] |
| สภาพอากาศรบกวน | [17] |
| การบริหารจัดการของเสีย (waste management) | [2], [17] |

ตารางที่ 4.3 ที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุ | ที่มา |
|---|---|
| ขาดผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญด้านการขนย้าย | [10] |
| เครื่องมือและเครื่องจักรชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน | [18] |
| การหุ้มรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม | [12], [20], [21] |
| เหตุที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า | [11] |
| รถขนส่งชำรุดขณะปฏิบัติงาน | [17] |
| รถขนส่งไม่เพียงพอสำหรับการขนส่ง | [17] |
| ลำดับการขนส่งผิดพลาดเนื่องจากข้อมูลการสื่อสารคลาดเคลื่อน | [16] |
| ขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง | [9] |
| ชิ้นส่วนที่มีความหนาและน้ำหนักมากส่งผลต่อปริมาณแผ่นแต่ละเที่ยว | [10] |
| ถนน ทางเข้าออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวางในการขนส่ง | การสัมภาษณ์ |
| ความผิดพลาดในด้านการตรวจสอบลำดับการขนส่ง | [16], [17] |
| ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการขนส่ง | [17] |
| ความไม่เหมาะสมของการวางแผนการขนส่ง | [9] |
| ความไม่พร้อมของพื้นที่สำหรับจอดรถขนส่ง | การสัมภาษณ์ |
| การประสานงานเพื่อเตรียมการติดตั้งหรือเตรียมสถานที่จัดเก็บ | การสัมภาษณ์ |
| ข้อมูลสื่อสารคลาดเคลื่อนระหว่างดำเนินการขนส่ง | [17] |
| ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง ขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลา | การสัมภาษณ์ |
| สภาพอากาศรบกวนการดำเนินงาน | [17] |

ตารางที่ 4.4 ที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุ | ที่มา |
|---|---|
| การออกแบบชิ้นส่วนที่ขาดความเป็น Typical detail | สำรวจโครงการ |
| การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก | [22] |
| ความคลาดเคลื่อนของแบบแปลน | [25] |
| การออกแบบมีข้อผิดพลาด ผู้ออกแบบไม่คำนึงถึงการก่อสร้างจริงหน่วยงานก่อสร้าง | [9] |
| แบบโครงสร้าง สถาปัตยกรรมและงานระบบขัดแย้งกัน | [12], [14] |
| ความผิดพลาดด้านการประสานงานกับฝ่ายออกแบบ | [8] |
| การวางแผน (Planning) ที่ไม่เหมาะสม | [7], [16], [18] |
| การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม | [18], [19] |
| ขาดแคลนแรงงานหรือผู้รับเหมา | [7] |
| ขาดแรงงานที่มีทักษะและความรู้ในการติดตั้ง | [1],[5] |
| ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ | [17] |
| ผู้ควบคุมงานขาดประสบการณ์ | [22] |
| เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ชำรุด | [10], [17] |
| จำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ | [21] |
| การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรไม่ถูกต้องในการติดตั้ง | [11] |
| ความบกพร่องของการติดตามงานและรายงานในการติดตั้ง | [12] |
| การจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรือวัสดุก่อสร้างภายในโครงการไม่ดี | [11] |
| ความผิดพลาดด้านการติดต่อสื่อสารภายในโครงการขณะติดตั้ง | [17] |
| การวางผังโครงการไม่เหมาะสม เป็นอุปสรรคต่อการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | [24] |
| การเปลี่ยนแปลงลำดับการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน | [8], [20] |
| การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของโครงการไม่ดี | [6],[8] |
| ความบกพร่องของการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยภายในโครงการ | [24] |
| ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนก่อนดำเนินการติดตั้ง | [11] |

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุ | ที่มา |
|---|---|
| ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพระหว่างทำการติดตั้ง | [17] |
| ความผิดพลาดในขั้นตอนการตรวจสอบหลังติดตั้งแล้วเสร็จ | [12] |
| ความผิดพลาดของการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Tracking) | [21] |
| หน่วยงานติดตั้งใช้แบบไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล | การสัมภาษณ์ |
| ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง | [13], [21] |
| อุบัติเหตุในการยกติดตั้ง | [11], [19], [22] |
| ผลกระทบต่อชุมชนและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง มลพิษทางเสียงและฝุ่นละออง | [5] |
| ข้อจำกัดของสถานที่ก่อสร้าง เช่นอาคารข้างเคียง เสาไฟฟ้าแรงสูง | [21] |
| การใช้เทคนิคพิเศษ เช่น รอยต่อที่มีความแข็งแรงซับซ้อน | [22] |
| ปัจจัยภายนอกเนื่องจากสภาพอากาศ ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้ | [5], [20] |
| แบบมีการเปลี่ยนแปลง | [6] |
| พื้นที่หน่วยงานก่อสร้างไม่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุอื่นๆ | [5], [20], [21] |
| อุปสรรคด้านความสูงส่งผลต่อการทำงานที่ยากขึ้น เช่นการอุดปิดรอยต่อจากภายนอก | [5], [21] |

หมายเหตุ [1] Ergin and Gunhan (2000), [2] Pheng and chuan (2001), [3] มานพ เด่นศุภกิจ (2548), [4] Chan and Hu (2002), [5] Tam et al.,(2007), [6] วิโรจน์ แดงวิเชียร (2540), [7] Pinto and Slevin (1987), [8] พีระพล เตชะตะนุวงศ์ (2545), [9] กาญจนา รุจิเรขอภิรักษ์ (2550), [10] ภานุรัตน์ โพธิ์งาม (2548), [11] คเชนทร์ สุริยาวงศ์ (2550), [12] นาวิน นาคะสิริ (2542), [13] มามี โนบารมีกุล (2540), [14] สุกฤต อนันตชัยยง (2545), [15] Warszawski (1982), [16] Low and Choong (2001), [17] คงฤทธิ์ เปี่ยมนพเก้า (2549), [18] ณัฐวุฒิ ถนอมทรงเสรี (2549), [19] พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์ (2549), [20] สืบตระกูล สมบัติทิพย์ (2554), [21] ศุภชัย ไชยน (2549), [22] Chew (1999), [23] Wong (2010), [24] การุณ ใจปัญญา (2545), [25] ณฤทธิ์ นาคเสวตร (2551)

## 4.5 การระบุสาเหตุของปัญหา

จากการตั้งสมมติฐานของจะทดสอบด้วยความน่าจะเป็นที่ร้อยละ 80 และความเชื่อมั่นที่ 95% โดยสมมติฐานของข้อมูล เกณฑ์การวิเคราะห์ คือ

$H_0$ : สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบเจอปัญหาโดยตอบว่าใช่ **≥** 0.8

$H_1$ : สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบเจอปัญหาโดยตอบว่าใช่ < 0.8

โดยถ้าค่าความสำคัญ (Sig.) **≥** 0.05 แสดงว่ายอมรับ $H_0$ นั่นคือ สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบเจอปัญหาโดยตอบว่าใช่ **≥** 0.8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

และถ้าค่าความสำคัญ (Sig.) < 0.05 แสดงว่าปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือ สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบเจอปัญหาโดยตอบว่าใช่ < 0.8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

สรุปผลข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุที่พบในการดำเนินการโครงการ ได้ดังตารางที่ 4.5 ถึง ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.5 ค่าสัดส่วนความคิดเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุของปัญหา | กรณี | สัดส่วน | N | สัดส่วนสังเกต | สัดส่วนทดสอบ | Exact Sig. | สรุป |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 2 การวางแผนที่ไม่เหมาะสม | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 3 การปรับเปลี่ยนแผนลำดับการผลิต | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 4 ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบ | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 5 ความไม่แน่นอนในการสั่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ใช่ | 1.00 | 5 | 0.3 | 0.8 | 0.000 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 10 | 0.7 | | | |
| 6 ความไม่แน่นอนของแบบแปลนสำหรับการผลิต | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ H |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ค่าสัดส่วนความคิดเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุของปัญหา | กรณี | สัดส่วน | N | สัดส่วนที่สังเกต | สัดส่วนทดสอบ | Exact Sig. | สรุป |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายผลิตและติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 8 การประสานงานข้อมูลผิดพลาดกับผู้ออกแบบ | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 9 ขาดแคลนแรงงานในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 10 บุคลากร/แรงงานขาดความรู้และประสบการณ์ด้านการผลิต | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 11 ผู้เชี่ยวชาญ บุคลากรในการบริหารจัดการไม่เพียงพอ | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_1$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 12 เกิดความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะดำเนินการผลิต | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 13 เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไม่เพียงพอ | ใช่ | 1.00 | 6 | 0.4 | 0.8 | 0.001 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 9 | 0.6 | | | |
| 14 เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุด | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_1$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 15 วัสดุในการผลิตขาดแคลนหรือล่าช้าในการจัดส่ง | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 16 วัสดุที่จัดส่งให้แก่โรงงานไม่ได้มาตรฐานตามที่ระบุ | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_1$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 17 ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 18 การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานมีข้อผิดพลาด | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ค่าสัดส่วนความคิดเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุของปัญหา | กรณี | สัดส่วน | N | สัดส่วนที่สังเกต | สัดส่วนทดสอบ | Exact Sig. | สรุป |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 การเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อระหว่างผลิต | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 20 การกำหนดแผนเวลาการทำงาน ไม่เหมาะสม | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 21 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะผลิต | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 22 ความผิดพลาดของการตรวจสอบชิ้หลังถอดแบบหล่อ | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 23 ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพหลังซ่อมแซม | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 24 สภาพอากาศรบกวน | ใช่ | 1.00 | 6 | 0.4 | 0.8 | 0.001 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | รวม | 0.00 | 9 | 0.6 | | | |
| 25 การบริหารจัดการของเสีย (waste management) | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |

สาเหตุที่ส่งผลต่อการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งแสดงแบบสอบถามเพื่อระบุสาเหตุในภาคผนวก ก และแสดงผลจากแบบสอบถามในภาคผนวก ข ซึ่งสาเหตุของปัญหาที่ถูกตัดออกเนื่องจากค่าความสำคัญ (Sig.) < 0.05 แสดงว่าปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือ สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบเจอปัญหาโดยตอบว่าใช่ < 0.8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ได้แก่ ความไม่แน่นอนในการสั่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากโครงการก่อสร้าง เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไม่เพียงพอ และสภาพอากาศรบกวน

การทดสอบความน่าเชื่อถือของผลที่ได้จากแบบสอบถาม โดยวิธี Cronbach Alpha Reliability Test เป็นการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อมูลได้จากการประมวลผลทางสถิติ จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ผลปรากฏว่าข้อมูลความเห็นต่อการพบสาเหตุของปัญหาซึ่งส่งผลต่อ

การดำเนินงานการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.728 (72.8%) สรุปว่าข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือเพราะมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 70%

ตารางที่ 4.6 ค่าสัดส่วนความเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุของปัญหา | กรณี | สัดส่วน | N | สัดส่วนที่สังเกต | สัดส่วนที่ทดสอบ | Exact Sig. | สรุป |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 ขาดผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญด้านการขนย้าย | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 2 เครื่องมือและเครื่องจักรชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 3 ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่ง | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 4 เหตุที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 5 รถขนส่งชำรุดขณะปฏิบัติงาน | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 6 รถขนส่งไม่เพียงพอสำหรับการขนส่ง | ใช่ | 1.00 | 6 | 0.4 | 0.8 | 0.002 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 8 | 0.6 | | | |
| 7 ข้อมูลการสื่อสารคลาดเคลื่อน | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 8 ขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ | ใช่ | 1.00 | 11 | 0.7 | 0.8 | 0.352 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 4 | 0.3 | | | |
| 9 ชิ้นส่วนที่มีความหนาและน้ำหนักมาก | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 10 ถนน ทางเข้าออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวางในการขนส่ง | ใช่ | 1.00 | 10 | 0.7 | 0.8 | 0.164 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 5 | 0.3 | | | |
| 11 ความผิดพลาดในด้านการตรวจสอบลำดับการขนส่ง | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ค่าสัดส่วนความเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุของปัญหา | กรณี | สัดส่วน | N | สัดส่วนที่สังเกต | สัดส่วนที่ทดสอบ | Exact Sig. | สรุป |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพก่อนการขนส่ง | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 13 ความไม่เหมาะสมของการวางแผนการขนส่ง | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 14 ความไม่เหมาะสมของการวางแผนด้านระยะเวลาการขนส่ง | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 15 ความไม่พร้อมของพื้นที่ก่อสร้างสำหรับเตรียมการติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 16 ข้อมูลสื่อสารคลาดเคลื่อนระหว่างดำเนินการขนส่ง | ใช่ | 1.00 | 11 | 0.7 | 0.8 | 0.352 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 4 | 0.3 | | | |
| 17 ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่งขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลา | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_1$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 18 สภาพอากาศรบกวนการดำเนินงาน | ใช่ | 1.00 | 5 | 0.3 | 0.8 | 0.000 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 10 | 0.7 | | | |

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งแสดงแบบสอบถามเพื่อการระบุสาเหตุของปัญหาในภาคผนวก ก และแสดงผลจากแบบสอบถามในภาคผนวก ข สาเหตุที่ถูกตัดออกเนื่องจากค่าความสำคัญ (Sig.) < 0.05 แสดงว่าปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือ สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบเจอสาเหตุโดยตอบว่าใช่ < 0.8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ได้แก่ รถขนส่งไม่เพียงพอสำหรับการขนส่ง และสภาพอากาศรบกวน

การทดสอบความน่าเชื่อถือของผลที่ได้จากแบบสอบถาม โดยวิธี Cronbach Alpha Reliability Test เป็นการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อมูลได้จากการประมวลผลทางสถิติ จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ผลปรากฏว่าข้อมูลความเห็นต่อการพบสาเหตุของปัญหาซึ่งส่งผลต่อการดำเนินงานการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.752 (75.2%) สรุปว่าข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือเพราะมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 70%

ตารางที่ 4.7 ค่าสัดส่วนความเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุของปัญหา | กรณี | สัดส่วน | N | สัดส่วนที่สังเกต | สัดส่วนทดสอบ | Exact Sig. | สรุป |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 การออกแบบชิ้นส่วนที่ขาดความเป็น Typical detail | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 3 ความคลาดเคลื่อนของแบบแปลน | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 4 การออกแบบมีข้อผิดพลาด | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 5 ความผิดพลาดการประสานงานแบบร่วมกัน | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 6 ความผิดพลาดการประสานงานกับฝ่ายออกแบบ | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 7 การวางแผนที่ไม่เหมาะสม | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 8 การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงานไม่เหมาะสม | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 9 ขาดแคลนแรงงานหรือผู้รับเหมา | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 10 แรงงานขาดทักษะและความรู้เฉพาะทาง | ใช่ | 1.00 | 11 | 0.7 | 0.8 | 0.352 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 4 | 0.3 | | | |
| 11 มีผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 12 ผู้ควบคุมงานขาดประสบการณ์ | ใช่ | 1.00 | 11 | 0.7 | 0.8 | 0.352 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 4 | 0.3 | | | |

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ค่าสัดส่วนความเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุของปัญหา | กรณี | สัดส่วน | N | สัดส่วนที่สังเกต | สัดส่วนที่ทดสอบ | Exact Sig. | สรุป |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ชำรุด | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 14 จำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 15 การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรไม่ถูกต้อง | ใช่ | 1.00 | 5 | 0.3 | 0.8 | 0.000 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 10 | 0.7 | | | |
| 16 ระบบการรายงานผลการควบคุมงานการติดตั้งไม่ดีพอ | ใช่ | 1.00 | 6 | 0.4 | 0.8 | 0.001 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 9 | 0.6 | | | |
| 17 การจัดเก็บชิ้นส่วนหรือวัสดุภายในโครงการไม่ดี | ใช่ | 1.00 | 4 | 0.3 | 0.8 | 0.000 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 11 | 0.7 | | | |
| 18 การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานไม่ดี | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 19 การวางผังโครงการไม่เหมาะสม | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 20 การเปลี่ยนแปลงลำดับการติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 21 การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของโครงการไม่ดี | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 22 ความบกพร่องของการจัดการด้านความปลอดภัย | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 23 ความผิดพลาดตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนก่อนติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 11 | 0.7 | 0.8 | 0.352 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 4 | 0.3 | | | |
| 24 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุระหว่างติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 15 | 0.1 | | | |

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ค่าสัดส่วนความเห็นต่อการพบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| สาเหตุของปัญหา | กรณี | สัดส่วน | N | สัดส่วนที่สังเกตได้ | สัดส่วนที่ทดสอบ | Exact Sig. | สรุป |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 ความผิดพลาดในขั้นตอนการตรวจสอบหลังติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 26 ความผิดพลาดของการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 27 หน่วยงานติดตั้งใช้แบบไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุง | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 28 ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 29 อุบัติเหตุระหว่างการติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 30 ผลกระทบต่อชุมชนมลพิษทางเสียงและฝุ่นละออง | ใช่ | 1.00 | 13 | 0.9 | 0.8 | 0.398 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 2 | 0.1 | | | |
| 31 ความไม่พร้อมของพื้นที่สำหรับการติดตั้ง | ใช่ | 1.00 | 4 | 0.3 | 0.8 | 0.000 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 11 | 0.7 | | | |
| 32 จากการใช้เทคนิคพิเศษ เช่น รอยต่อที่มีความซับซ้อน | ใช่ | 1.00 | 6 | 0.4 | 0.8 | 0.001 | ปฏิเสธ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 9 | 0.6 | | | |
| 33 ปัจจัยภายนอกเนื่องจากสภาพอากาศ | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |
| 34 การเปลี่ยนแปลงแบบจากเจ้าของโครงการ | ใช่ | 1.00 | 10 | 0.7 | 0.8 | 0.164 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 5 | 0.3 | | | |
| 35 พื้นที่หน่วยงานก่อสร้างไม่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วน | ใช่ | 1.00 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.602 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 3 | 0.2 | | | |
| 36 อุปสรรคด้านความสูงการทำงานที่ยากขึ้น | ใช่ | 1.00 | 14 | 0.9 | 0.8 | 0.167 | ยอมรับ $H_0$ |
| | ไม่ใช่ | 0.00 | 1 | 0.1 | | | |

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งแสดงแบบสอบถามเพื่อการระบุสาเหตุของปัญหาในภาคผนวก ก และแสดงผลจากแบบสอบถามในภาคผนวก ข สาเหตุที่ถูกตัดออกเนื่องจากค่าความสำคัญ (Sig.) < 0.05 แสดงว่าปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือ สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่พบเจอปัญหาโดยตอบว่าใช่ < 0.8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ได้แก่ การใช้งานเครื่องจักรผิดประเภทในการใช้ติดตั้ง การจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายในโครงการไม่ดีทำให้ชิ้นส่วนเสียหาย อุปสรรคจากสิ่งสาธารณูปโภคบริเวณใกล้โครงการ การเข้าถึงจุดทำงานยาก การใช้เทคนิคพิเศษ เช่น รอยต่อที่มีความแข็งแรงซับซ้อน

การทดสอบความน่าเชื่อถือของผลที่ได้จากแบบสอบถาม โดยวิธี Cronbach Alpha Reliability Test เป็นการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อมูลได้จากการประมวลผลทางสถิติ จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ผลปรากฏว่าข้อมูลความเห็นต่อการพบสาเหตุของปัญหาซึ่งส่งผลต่อการดำเนินงานการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.896 (89.6%) สรุปว่าข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือเพราะมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 70%

จากผลการรวบรวมสาเหตุของปัญหาข้างต้นโดยการใช้แบบสอบถามและสัมภาษณ์เพิ่มเติมถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการจากผู้ปฏิบัติงานในโรงงานและโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารเตี้ยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบสามารถระบุสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้จำนวน 22 สาเหตุ ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 16 สาเหตุ และขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 31 สาเหตุ ดังนี้

Chulalongkorn University

4.5.1 ขั้นตอนผลิต

ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับโครงสร้างระบบผนังรับแรง ผลิตโดยการหล่อด้วยแบบหล่อในแนวราบโดยวิธีการหล่อแบบนี้ สามารถปรับความหนาของแผ่นได้โดยสะดวกในแบบหล่อชุดเดียวกัน ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะเสริมเหล็กตะแกรง 2 ชั้น มีการฝังท่อไฟฟ้าท่อน้ำและท่อระบบสุขาภิบาลไว้เสร็จก่อนที่จะเทคอนกรีต ส่วนผนังที่ต้องเจาะช่องสำหรับประตูหน้าต่างเพียงกั้นแบบเป็นช่องเปิดไว้เท่านั้น อีกทั้งผิวคอนกรีตจะออกมาเรียบโดยไม่ต้องฉาบปูนอีกครั้ง เมื่อเทคอนกรีตแล้วควรทิ้งระยะบ่มคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตแข็งตัว ระยะเวลาที่ต้องรอก่อนถอดคอนกรีต สามารถเร่งให้เร็วขึ้นได้ โดยวิธีการอบด้วยไอน้ำ ซึ่งหลังจาก 24 ชั่วโมงสามารถถอดแบบได้

สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายในโรงงาน โดยมีกรณีศึกษา 5 โรงงาน ซึ่งเป็นโรงงานที่ผลิตถาวรเป็นหน่วยงานผลิตที่จัดสร้างขึ้นในพื้นที่อย่างถาวรเพื่อการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ต่อเนื่องและจัดส่งในหลายโครงการก่อสร้าง โดยสามารถรวบรวมปัญหาที่สำคัญได้ดังนี้

1) ความผิดพลาดในการตรวจสอบลักษณะรอยร้าวและคุณภาพหลังซ่อมแซมชิ้นส่วนสำเร็จรูป

กระบวนการซ่อมแซมและตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นขั้นตอนที่เพิ่มค่าใช้จ่ายและเวลาในการแก้ไข อาจมีการใช้วัสดุซ่อมแซมไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ ถ้าเกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบอาจทำให้ชิ้นส่วนต้องได้รับการแก้ไขใหม่หรือแก้ไขเพิ่มเติม

2) ความคลาดเคลื่อนของแบบสำหรับการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

แบบสำหรับการผลิตมีรายละเอียดไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน ทำให้ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้ โดยเฉพาะแบบผลิตสำหรับงานระบบที่มีความซับซ้อน แบบสำหรับผลิตควรมีการแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนเพื่อง่ายต่อการผลิต และการจัดวางช่องเปิดและอุปกรณ์ฝังที่ถูกต้อง

3) การวางแผน (Planning) การผลิตที่ไม่เหมาะสม การวางแผนการใช้ทรัพยากรไม่เหมาะสม

การวางแผนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการวางแผนการจัดสรรทรัพยากรด้านต่างๆ สำหรับการผลิต เช่นวางแผนการใช้งานวัสดุเพื่อให้วัสดุมีเพียงพอในการใช้งาน วางแผนการใช้งานเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรทำงานต่อเนื่อง โรงงานต้องวางแผนในการผลิตเพื่อให้เพียงพอกับหน่วยงานติดตั้ง

4) การปรับเปลี่ยนแผนลำดับการผลิต

ลำดับการผลิตชิ้นงานไม่ตรงตามแผนการผลิต หรือความต้องการใช้ของหน่วยงานติดตั้งเนื่องจากมีการแก้ไขงาน เช่นการผลิตใหม่หรือมีงานแทรก ส่งผลให้แผนลำดับการดำเนินงานมีการเปลี่ยนแปลง เพราะหน่วยงานผลิตจำเป็นต้องจัดส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ต้องรีบเร่งก่อนให้ทันตามความต้องการใช้งานของหน่วยงานติดตั้ง การวางแผนลำดับชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการผลิตเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้ามีการวางแผนไม่เหมาะสมทำให้การจัดส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้าได้

5) ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต

แบบผลิตมีความขัดแย้งกัน เนื่องจากความผิดพลาดของการสรุปแบบร่วมกันระหว่างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบ เพื่อให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถผลิตได้ ถ้ามีการสรุปแบบร่วมกันไม่ดีหรือไม่สมบูรณ์ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจไม่สามารถติดตั้งท่อสำหรับงานระบบสาธารณูปโภคหรืออุปกรณ์ฝังได้ ทำให้ต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วนสำเร็จรูปใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) ความไม่แน่นอนของแบบ

ความไม่แน่นอนของแบบเนื่องจากมีการดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งที่การออกแบบยังไม่เสร็จสมบูรณ์ ทำให้อาจมีการเปลี่ยนแปลงแบบเมื่อมีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว ทำให้ต้องมีการผลิตชิ้นส่วนใหม่ ส่งผลต่อต้นทุนในการผลิตและการดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้า

7) ด้านการประสานงานข้อมูลผิดพลาดหน่วยงานผลิตและหน่วยงานติดตั้ง

การประสานงานร่วมกันระหว่างโรงงาน ฝ่ายออกแบบและหน่วยงานติดตั้ง การดำเนินการผลิตจำเป็นต้องมีการประสานงานร่วมกันสำหรับการยืนยันคำสั่งในการดำเนินงาน โรงงานจะต้องมีการประสานงานร่วมกันทั้งฝ่ายผู้ออกแบบและฝ่ายหน่วยงานติดตั้ง ดังนั้นถ้าหากข้อมูลที่ประสานงานกันมีข้อผิดพลาดจะส่งผลต่อขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

8) การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายออกแบบและหน่วยงานผลิต

ถ้าแบบมีความผิดพลาดจนต้องมีการแก้ไขหน่วยงานผลิตต้องแจ้งไปยังฝ่ายออกแบบเพื่อทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ การประสานงานข้อมูลระหว่างฝ่ายออกแบบและหน่วยงานผลิตผิดพลาด อาจทำให้การแก้ไขล่าช้าส่งผลต่อการการผลิตที่ล่าช้าไปด้วย

9) ขาดแคลนแรงงานในกระบวนการผลิต

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางขั้นตอนยังจำเป็นต้องใช้แรงงานในการผลิต ซึ่งในปัจจุบันมีขาดแคลนเริ่มรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นต้องมีการจัดหาแรงงานเพิ่มขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับงานที่มี ถ้าหากขาดแคลนแรงงานในการผลิตจะส่งผลต่อความล่าช้าของโครงการได้

10) การขาดแคลนแรงงานที่มีความรู้และประสบการณ์ในการทำงาน

การดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีประสบการณ์เพื่อให้งานสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว แรงงานที่มีความรู้ด้านชิ้นส่วนสำเร็จรูปและมีประสบการณ์ในการทำงานจะสามารถทำงานได้ถูกต้องมากกว่าแรงงานที่ไม่มีประสบการณ์

11) ผู้เชี่ยวชาญและผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ

การดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำเป็นต้องมีผู้ควบคุมงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านต่างๆ เพื่อควบคุมและตรวจสอบการดำเนินการผลิตของแรงงาน เช่น ช่างเหล็ก ช่างปูน พนักงานควบคุมเครื่องจักร เป็นต้น ดังนั้นหากมีผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอในการควบคุมการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจส่งผลทำให้การดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้า และส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน

12) ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูประหว่างการผลิต

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีสภาพชำรุด อาจเกิดจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการผลิต ส่งผลต่อการดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้า ต้องทำการแก้ไขหรือผลิตใหม่ส่งผลต่อต้นทุนในการผลิต

13) เครื่องจักรและเครื่องมือชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน

เครื่องจักรและเครื่องมือเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ดำเนินงานการผลิตอย่างต่อเนื่อง ถ้าเครื่องจักรและเครื่องมือชำรุดจะส่งผลต่อการดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยตรง อาจทำให้ไม่สามารถดำเนินการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้

14) วัสดุในการผลิตขาดแคลนหรือล่าช้าในการจัดส่ง

วัสดุในการผลิตล่าช้าในการจัดส่งอาจเกิดจากความผิดพลาดของผู้จัดจำหน่ายวัตถุดิบหรือเกิดจากระบบการจัดซื้อวัสดุไม่ดีพอ ทำให้การสั่งซื้อและสต็อก ได้รับวัสดุไม่ตรงตามแผน

15) วัสดุในการผลิตมีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด มีการจัดส่งไม่ตรงตามจำนวนหรือชนิดที่กำหนด

วัสดุในการผลิตไม่ตรงตามข้อกำหนดอาจเกิดจากความผิดพลาดของผู้จัดจำหน่ายวัตถุดิบ โดยอาจจัดส่งวัตถุดิบไม่ตรงตามจำนวนหรือชนิดที่ต้องการใช้งาน หรือการจัดส่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพไม่ตรงตามมาตรฐานส่งผลต่อการดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้า

16) ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน เกิดความยุ่งยากในการผลิต

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีลักษณะเฉพาะจะส่งผลให้ต้องมีการจัดทำแบบหล่อเพิ่มเติม ไม่สามารถใช้แบบหล่อที่มีอยู่เดิมได้ ทำให้การดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้า อีกทั้งยังส่งผลต่อต้นทุนในการดำเนินการผลิตที่เพิ่มขึ้นด้วย รวมทั้งการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่เหมาะสมกับการผลิตเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเกิดความยุ่งยากในการผลิต เช่น รูปร่างสามเหลี่ยมเพื่อตกแต่งอาคาร โดยสาเหตุเกิดจากผู้ออกแบบไม่ทราบข้อกำหนดการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Minimum Requirement) ส่งผลกระทบต้องจัดทำแบบหล่อพิเศษเพื่อรองรับรูปทรงที่ไม่เป็น Typical

17) การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานมีข้อผิดพลาด

การติดต่อสื่อสารระหว่างกันภายในหน่วยงานผลิตเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ถ้ามีข้อผิดพลาดในการสื่อสารรวมทั้งการสั่งงานไม่ดีไม่เข้าใจกันอาจส่งผลกระทบต่อต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพ รวมทั้งความปลอดภัยในการทำงาน

18) ความผิดพลาดด้านเอกสารหรือการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Tracking)

ความผิดพลาดด้านเอกสารหรือการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Tracking) ทำให้เกิดความผิดพลาดในการดำเนินงานระบุรายละเอียดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ส่งผลต่อการจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปหลังจากผลิตเสร็จแล้วเพื่อรอการจัดส่งต่อไป

19) การกำหนดแผนเวลาการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม

การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงานไม่เหมาะสมเป็นด้านการวางแผนด้านเวลาในการทำงาน ความผิดพลาดของการประมาณเวลาในการทำกิจกรรมการผลิตน้อยเกินไป ส่งผลให้การผลิตไม่ทันเวลา ถ้าวางแผนด้านเวลาไม่เหมาะสมส่งผลต่อปริมาณการผลิตเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของหน่วยงานติดตั้ง วางแผนด้านระยะเวลาสำหรับการรอการทำงานของเครื่องจักรในสถานี เช่น ขั้นตอนการขัดผิวหน้า เนื่องจากต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานในการรอคอนกรีตแข็งตัวก่อนการขัดผิวหน้าซึ่งจำนวนจุดบริการและเครื่องจักรที่มีอยู่ในสถานีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาการทำงานของกิจกรรม

20) ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะดำเนินการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ขณะทำการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องมีการตรวจสอบระยะ ตำแหน่ง ขนาดของช่องเปิดและอุปกรณ์ฝังตามแบบในการผลิต โดยการตรวจสอบเพื่อป้องกันการผลิตที่ผิดพลาดจากแบบ ซึ่งจะส่งผลกระทบในด้านต้นทุน ระยะเวลา และคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

21) ชิ้นส่วนหลังถอดจากแบบหล่อไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานตามที่หน่วยงานยอมรับได้ก่อนแตกร้าวและลักษณะของรอยต่อ ถ้าชิ้นส่วนไม่ได้มาตรฐานตามกำหนดต้องมีการแก้ไข หรือถ้ามีข้อผิดพลาดมากเกินไปต้องมีการผลิตใหม่

22) การบริหารจัดการของเสีย (waste management)

การบริหารจัดการวัสดุไม่ดี การใช้วัสดุสิ้นเปลืองทำให้เกิดการสูญเปล่ามาก เช่นการตัดเหล็กสำหรับการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป การจัดเก็บวัสดุที่ไม่ดีเก็บไว้นานทำให้วัสดุเสียหายหมดสภาพการนำมาใช้งาน

4.5.2 ขั้นตอนขนส่ง

การขนส่ง โดยใช้รถบรรทุกเป็นรถพ่วงดัดแปลงเพื่อใช้งานขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยเฉพาะ เนื่องจากต้องมีการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไป ณ สถานที่ก่อสร้าง การขนส่งถูกจัดไว้เป็นระบบตามแผนงานที่วางไว้ การผลิตต้องมีการจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปเอาไว้ก่อน หน่วยงานติดตั้งต้องทำการแจ้งยืนยันกำหนดการจัดส่งแก่หน่วยงานผลิตล่วงหน้า พร้อมทั้งระบุรายละเอียด เช่น

จำนวนและชนิดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทำการจัดส่ง เป็นต้น การขนย้ายชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นรถบรรทุกโดยเรียงตามลำดับการใช้งานของหน่วยงานติดตั้ง จากนั้นเมื่อบรรทุกได้ตามความจุจึงทำการขนส่งไปยังหน่วยงานติดตั้ง ดังนั้นเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งต้องมีความเข้าใจรายละเอียดต่างๆ เช่น ความรู้รายละเอียดการใช้ตัวล็อคแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ความรู้ทางด้านเทคนิคการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการใช้อุปกรณ์สำหรับการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป และความรู้เกี่ยวกับรายละเอียดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเช่น ชื่อชนิดรูปทรงของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อสามารถทำการตรวจสอบการเรียงลำดับชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการบรรทุกชิ้นงานจัดส่งไปยังหน่วยงานติดตั้ง

จากการศึกษากระบวนการทำงานในส่วนของขั้นตอนการขนส่งสามารถการวิเคราะห์ถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการขนส่งแบ่งได้เป็นเป็น 3 ส่วนได้แก่ การยกชิ้นส่วนขึ้นรถขนส่งในหน่วยงานผลิต การเดินทาง และการยกชิ้นส่วนลงจากรถในโครงการก่อสร้าง โดยรายละเอียด ของการทำงานโดยรวมสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) การยกชิ้นส่วนขึ้นรถขนส่ง เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในหน่วยงานการผลิตซึ่งเป็นการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นรถขนส่ง โดยการจัดวางชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปบนรถขนส่งจะเป็นไปตามลักษณะพฤติกรรมการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ ในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่เป็นผนังต้องเตรียมโครงเหล็กเพื่อวางในการจัดเรียงแผ่นในแนวตั้งบนยานพาหนะ แต่แผ่นพื้นจะจัดวางในลักษณะราบกับพื้นรถ การขนส่งชิ้นส่วนที่มีการผลิตเรียบร้อยแล้วมีความสำคัญตั้งแต่การยกชิ้นส่วนที่มีการหล่อหรือผลิตในแนวนอนขึ้นตั้ง ซึ่งเป็นในชิ้นส่วนขนาดใหญ่ เช่นผนัง ที่ต้องมีการคำนวณในส่วนที่มีความบาง หรือมีขนาดเล็ก เช่นตามมุมช่องเปิดต่างๆ ต้องมีการเสริมเหล็กทแยงพิเศษป้องกันการหักที่อาจเกิดขึ้น

(2) การเดินทาง เป็นการเดินทางระหว่างหน่วยงานจากหน่วยงานการผลิตไปยังโครงการก่อสร้าง ซึ่งหากทั้งสองหน่วยงานไม่ได้อยู่ในบริเวณเดียวกัน ระยะทางจะมีส่วนอย่างมากต่อเวลารวมถึงต้นทุนในการทำงานที่ต้องสูงกว่ากรณีที่ทั้งหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้างอยู่บริเวณเดียวกัน อีกทั้งหากการขนส่งนั้นต้องใช้เส้นทางของทางสาธารณะต้องคำนึงถึงขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป น้ำหนักบรรทุกรวมให้เป็นไปตามกฎหมายด้วย เช่น น้ำหนักบรรทุกต้องไม่เกินกฎหมายกำหนด การห้ามเดินรถขนส่งได้แก่ช่วงเวลา 6.00-9.00 น.และ 16.00-22.00 น. ความสูงของผนังชั้นเดียวอยู่ระหว่าง 2.7-4.0 ม. ในขณะที่ผนังสองชั้นอยู่ที่ 5.4-7.0 ม. สำหรับความยาวมีตั้งแต่ 3-4 เมตรสำหรับห้องเดียวหรือ 6-7 เมตรสำหรับความยาวผนังสองห้อง โดยต้องมีการเอียงชิ้นส่วน

ไม่ให้เกินความกว้างของรถขนส่ง น้ำหนักที่เหมาะสมในการยกขึ้นติดตั้งอยู่ที่ 4-10 ตัน ซึ่งสามารถทำงานขนส่งได้ตามชนิดของรถขนส่งและเส้นทางในการเดินทาง

(3) การยกชิ้นส่วนลงจากรถ เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในหน่วยงานก่อซึ่งเป็นการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปลงจากรถขนส่ง โดยในการทำงานหากสามารถวางใกล้บริเวณที่จะทำการติดตั้งจะทำให้สะดวกในขั้นตอนติดตั้งประกอบรอยต่อของโครงการก่อสร้าง อีกทั้งไม่ต้องเสียเวลาในการขนย้ายภายในโครงการ

สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายในโรงงานโดยมีกรณีศึกษา 5 โรงงาน สามารถรวบรวมสาเหตุที่สำคัญได้ดังนี้

1) ขาดผู้ปฏิบัติงานผู้ควบคุมงานที่มีความชำนาญด้านการขนย้าย

การขนย้ายคือการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นรถขนส่งเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความระมัดระวังในการยก ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรมีความชำนาญด้านการขนย้าย เพื่อป้องกันความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนย้าย

2) เครื่องมือและเครื่องจักรชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน

การชำรุดของเครื่องมือและเครื่องจักรระหว่างปฏิบัติงาน เช่น เครนชำรุดระหว่างปฏิบัติงานอาจส่งผลทำให้การดำเนินงานขนส่งชิ้นงานหยุดดำเนินการจรกว่าทำการซ่อมแซมหรือทำการจัดหารถเครนทดแทน

3) ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่ง

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ได้รับความเสียหายขณะขนส่ง ส่งผลทำให้การดำเนินงานขาดความต่อเนื่อง เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีสภาพชำรุดเมื่อถูกส่งมาถึงหน่วยงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจไม่สามารถนำไปใช้ติดตั้งได้ทันทีต้องทำการซ่อมแซมเสียก่อน ทำให้การดำเนินการติดตั้งล่าช้า

4) เหตุที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า

เหตุที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ เช่นสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยในการขนส่ง การเกิดอุบัติเหตุขณะดำเนินการขนส่ง อาจส่งผลให้ดำเนินการขนส่งล่าช้า

5) รถขนส่งชำรุดขณะปฏิบัติงาน

หากรถบรรทุกขนส่งชำรุดระหว่างการปฏิบัติงานส่งผลให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ถูกนำไปจัดส่งให้แก่หน่วยงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่สามารถจัดส่งไปถึงตามกำหนดการได้

6) การจัดวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปบนรถขนส่งไม่เหมาะสม

การจัดวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปบนรถขนส่งต้องมีความรู้ในการจัดวางให้ถูกต้องมั่นคงแข็งแรง และขนาดความสูงความยาวไม่เกินตามที่กฎหมายกำหนด

7) ขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ทำให้เกิดความลำบากในการขนส่ง ซึ่งอาจส่งผลกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับอาคารชุดพักอาศัยอาจมีชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่มีความสูงมากทำให้ลำบากในการขนส่ง เพราะอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทางขณะดำเนินการขนส่ง ต้องมีการสำรวจเส้นทางก่อนการออกแบบขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

8) ชิ้นส่วนมีความหนาและน้ำหนักมาก

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับอาคารชุดพักอาศัยอาจมีชิ้นส่วนที่มีความหนามาก ขนาดใหญ่มีความสูงมาก ทำให้มีน้ำหนักมากด้วยเช่นกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อปริมาณแผ่นในการขนส่งแต่ละเที่ยวที่มีจำนวนแผ่นน้อยลง มีจำนวนเที่ยวในการขนส่งมากขึ้น

9) ถนน ทางเข้าและทางออกคับแคบและมีสิ่งกีดขวางในการขนส่ง

ถนน ทางเข้าและทางออกโครงการคับแคบและมีสิ่งกีดขวางระหว่างทางในการขนส่ง มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงสถานที่ก่อสร้างอาจมีทางเข้าออกทางเดียวมีการจราจรหนาแน่นส่งผลต่อการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไปยังโครงการเกิดความล่าช้า

10) ความผิดพลาดด้านการตรวจสอบลำดับการขนส่ง

การเรียงลำดับชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการจัดส่งไปยังหน่วยงานติดตั้งควรเรียงตามความต้องการใช้งานของหน่วยงานติดตั้ง หากมีข้อผิดพลาดอาจทำให้การดำเนินการก่อสร้างขาดความต่อเนื่อง อาจมีการรอชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ถูกต้องเพื่อให้ตรงกับลำดับการติดตั้ง

11) ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการขนส่ง

การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการขนส่ง เช่น การตรวจสอบผิว การโก่งงอ ตรวจสอบรอยแตกร้าว ก่อนยกขึ้นรถขนส่งเพื่อขนส่งไปยังหน่วยงานติดตั้ง ถ้าหากมีข้อผิดพลาดชิ้นส่วนมีข้อบกพร่อง อาจทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ติดตั้งได้ทันทีต้องทำการซ่อมแซมก่อน ทำให้การดำเนินการติดตั้งล่าช้า

12) การวางแผนการขนส่งที่ไม่เหมาะสม

การวางแผนการจัดการด้านเวลาที่ไม่เหมาะสม เช่น การกำหนดระยะเวลาในการขนส่งน้อยกว่าความเป็นจริง อาจส่งผลทำให้การวางแผนในการติดตั้งมีความผิดพลาดไปด้วย

13) ความไม่พร้อมของพื้นที่สำหรับจอดรถขนส่ง

การเตรียมความพร้อมของพื้นที่หรือสถานที่จอดรถ เนื่องจากรถขนส่งอาจมาพร้อมกันหลายคันในช่วงเวลาเดียวกัน การจัดเตรียมพื้นที่สำหรับรอการติดตั้งจึงเป็นเรื่องจำเป็น หากพื้นที่ไม่พร้อม อาจทำให้การดำเนินการก่อสร้างขาดความต่อเนื่อง

14) ความไม่พร้อมของหน่วยงานก่อสร้างสำหรับเตรียมการติดตั้ง

หน่วยงานติดตั้งควรมีความพร้อมสำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเมื่อถึงกำหนดการสำหรับการติดตั้ง เพื่อให้การขนส่งและการติดตั้งเป็นไปตามแผนที่วางไว้ หากหน่วยงานติดตั้งไม่พร้อม อาจทำให้การดำเนินการก่อสร้างขาดความต่อเนื่อง เกิดการรอคอย

15) ข้อมูลสื่อสารคลาดเคลื่อนระหว่างดำเนินการขนส่ง

ความเข้าใจข้อมูลสื่อสารคลาดเคลื่อนหรือเข้าใจคำสั่งผิดพลาดระหว่างดำเนินการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจส่งผลทำให้ผู้รับข้อมูลสื่อสารปฏิบัติงานผิดพลาดได้

16) ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง ขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลา

เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง อาจทำให้การขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลาตามกฎหมายกำหนด การห้ามเดินรถขนส่งได้แก่ช่วงเวลา 6.00-9.00 น.และ 16.00-20.00 น. ดังนั้นต้องมีการจัดการระบบการขนส่งที่ดีให้เพียงพอและทันต่อความต้องการของหน่วยงานติดตั้ง

4.5.3 ขั้นตอนติดตั้ง

การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบโดยใช้โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนักมีขั้นตอนการติดตั้งโดยเริ่มจากการเตรียมฐานรากในบริเวณก่อสร้าง จากนั้นติดตั้งและประกอบรอยต่อของคานคอดิน ติดตั้งพื้นชั้นล่าง ผนังรับแรงและผนังตกแต่งชั้นที่หนึ่ง ต่อจากนั้นติดตั้งและประกอบรอยต่อพื้นชั้นที่สอง ผนังชั้นที่สอง บันได เก็บรอยต่อของผนัง และติดตั้งชั้นต่อไปจนถึงชั้นสุดท้ายแล้วทำการติดตั้งโครงสร้างหลังคา ซึ่งงานสถาปัตยกรรมและงานระบบจะดำเนินการภายหลังงานติดตั้งโครงสร้าง ซึ่งเริ่มงานหลังจากติดตั้งโครงสร้างแล้วเสร็จในแต่ละชั้น

ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเริ่มตั้งแต่การติดตั้งคานคอดินจนถึงงานตรวจสอบการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จ โดยสามารถแบ่งการทำงานหลัก ได้เป็น 3 ส่วน คือ

(1) งานติดตั้งและประกอบรอยต่อโครงสร้างฐานรากกับคานคอดินที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(2) งานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปพื้นและผนัง ซึ่งประกอบด้วยงานหลัก 3 ส่วน ได้แก่ การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนด การประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีต

สำเร็จรูปตามแบบการก่อสร้าง และการตรวจสอบควบคุมคุณภาพระหว่างการติดตั้งโดยผู้ควบคุมงาน

(3) งานหลังจากขั้นตอนของการติดตั้งและประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ได้แก่ งานตรวจสอบคุณภาพหลังจากการติดตั้ง เช่น การตรวจสอบระดับ ตรวจสอบความเรียบรอยของการประกอบรอยต่อ

ดังนั้นสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายในโครงการก่อสร้าง โดยใช้กรณีศึกษาเป็นโครงการจำนวน 6 โครงการ สามารถรวบรวมสาเหตุที่สำคัญได้ดังนี้

1) การออกแบบที่ไม่คำนึงถึงสภาพการก่อสร้างได้ระหว่างแบบและวิธีการก่อสร้าง

การทำงานจริงอาจไม่สามารถทำได้ตามแบบ ผู้ออกแบบอาจไม่ทราบถึงสภาพหน่วยงานก่อสร้างจริง ทำให้มีงานบางส่วนที่ไม่สามารถติดตั้งตามที่ออกแบบไว้ ไม่เผื่อความคลาดเคลื่อนจากการติดตั้งเช่น ลวดสลิงที่เป็นรอยต่อระหว่างแผ่นพื้นสั้นเกินไป ระยะทาบเหล็กที่รอยต่อระหว่างคานคอดินมีระยะทาบน้อยไป เป็นต้น

2) ความไม่แน่นอนของแบบก่อสร้าง

อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบจากเจ้าของโครงการ ซึ่งหากแบบมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งอาจทำให้แบบที่ใช้ในการก่อสร้างไม่ตรงกับแบบสำหรับการผลิตที่โรงงาน

3) การออกแบบมีข้อผิดพลาด

เกิดจากความผิดพลาดของผู้ออกแบบ หรือความรีบเร่งในการออกแบบให้ทันเวลา เช่น การออกแบบเหล็กเสริมคอนกรีตไม่เหมาะสม การกำหนดความคลาดเคลื่อนผิดพลาด การกำหนดระดับความสูงผิดพลาดไม่เหมาะสมกับการใช้งาน การกำหนดรอยต่อผิดพลาดทำให้จุดต่อระหว่างชิ้นส่วนไม่ตรงกัน เป็นต้น

4) แบบก่อสร้างเกิดการขัดแย้งกัน

อาจเกิดจากความผิดพลาดของผู้เขียนแบบทำให้แบบก่อสร้างขัดแย้งกันเช่น รูปแปลน รูปด้าน และรูปตัด ทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงเพื่อให้แบบมีความสอดคล้องกัน

5) แบบก่อสร้างไม่สมบูรณ์

แบบก่อสร้างไม่สมบูรณ์ เนื่องจากรายละเอียดประกอบแบบไม่เพียงพอ มีข้อมูลในการติดตั้งไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ แบบก่อสร้างไม่มีรายละเอียดที่เพียงพอ หรือแบบก่อสร้างขาดความสมบูรณ์อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการติดตั้ง

6) การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงแผนการติดตั้ง

ลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่ตรงตามแผนการติดตั้ง อาจเกิดจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งมาจากโรงงานอาจไม่ถูกต้องตามลำดับการติดตั้ง ส่งผลให้การดำเนินงานก่อสร้างขาดความต่อเนื่อง หรือเกิดจากการทำงานที่ล่าช้าในขั้นตอนก่อนหน้าทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนแปลงแผนการติดตั้งใหม่

7) การวางแผน (Planning) การติดตั้งที่ไม่เหมาะสม

การวางแผนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการวางแผนการจัดสรรทรัพยากรด้านต่างๆ สำหรับการติดตั้ง เช่น การวางแผนด้านจำนวนแรงงานให้เหมาะสม การวางแผนด้านลำดับการผลิตและขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการติดตั้ง โดยการวางแผนงานที่ดีต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับการทำงานจริง

8) การกำหนดแผนด้านระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม

การกำหนดแผนระยะเวลา เป็นการกำหนดตารางระยะเวลาของงานแต่ละส่วนเพื่อติดตั้ง ถ้าการวางแผนด้านเวลาไม่เหมาะสมหรือประมาณเวลาในการทำงานน้อยเกินไปอาจส่งผลให้ทำงานไม่ทันตามเวลาที่กำหนด จนมีการเร่งรัดงานภายหลัง

9) ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูประหว่างการติดตั้ง

การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเกิดความผิดพลาดอาจทำให้ชิ้นส่วนชำรุด และเกิดจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการติดตั้งส่งอาจผลต่อการดำเนินงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้า

10) การติดตั้งส่งผลกระทบต่อชุมชนใกล้เคียง

การติดตั้งอาจส่งผลกระทบต่อชุมชนและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง อาจเกิดการร้องเรียนจากผู้ที่อยู่อาศัยข้างเคียงในเรื่องมลพิษทางเสียงและฝุ่นละอองจากโครงการก่อสร้าง

11) การขาดแคลนแรงงานในโครงการก่อสร้าง

การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำเป็นต้องใช้แรงงานสำหรับการติดตั้งโดยเฉพาะ ซึ่งในปัจจุบันมักเกิดการขาดแคลน อาจต้องมีการจัดหาแรงงานเพิ่มเติม ส่งผลให้โครงการต้องหยุดดำเนินการเนื่องจากจำนวนแรงงานในการทำงานไม่เพียงพอ

12) แรงงานขาดทักษะและความรู้เฉพาะทาง ด้านการติดตั้งระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การดำเนินงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีทักษะและประสบการณ์เฉพาะทางเพื่อให้งานสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว แรงงานที่มีทักษะในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและมีประสบการณ์ในการทำงานจึงมีความจำเป็น

13) ผู้รับเหมาและผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ

การดำเนินงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำเป็นต้องใช้ผู้รับเหมาและผู้ควบคุมงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน หากใช้ผู้ควบคุมงานที่ขาดความชำนาญ อาจส่งผลทำให้การดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้า และส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน

14) เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ชำรุด

เครื่องจักรมีความสำคัญมากในการติดตั้ง เช่น ทาวเวอร์เครน โมบายเครน ถ้าหากเครื่องจักรเสียหรือมีการชำรุดอาจทำให้การติดตั้งต้องหยุดการทำงาน โดยต้องรอการแก้ไขซ่อมแซมหรือรอการเปลี่ยนใหม่ ส่งผลกระทบต่อต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง

15) เครื่องจักรเกิดการรอคอยหรือจำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ

เครื่องจักรอาจทำงานไม่เต็มที่ เกิดการรอคอย เครื่องจักรไม่เพียงพอ ทำให้ทำงานไม่ต่อเนื่อง อาจส่งผลต่อระยะเวลาของโครงการ

16) ความผิดพลาดด้านการประสานงานระหว่างหน่วยงานติดตั้งและหน่วยงานผลิต

การดำเนินการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำเป็นต้องมีการประสานงานร่วมกันซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดด้านการประสานงานอาจทำให้การดำเนินงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปล่าช้า

17) การบริหารจัดการด้านความปลอดภัยภายในโครงการไม่เหมาะสม

เนื่องจากโครงการเป็นการก่อสร้างอาคารที่มีความสูงดังนั้นการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยจึงเป็นเรื่องสำคัญ เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันรายบุคคล การติดตั้งนั่งร้านในการทำงานที่สูง การให้ความรู้ความเข้าใจแก่แรงงานด้านความปลอดภัยในการทำงาน ถ้าบริหารจัดการไม่เหมาะสมอาจส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

18) ความผิดพลาดด้านการติดต่อสื่อสารระหว่างการติดตั้ง

การติดต่อสื่อสารระหว่างการติดตั้ง เป็นการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานร่วมกัน หากมีความผิดพลาดในการสื่อสารอาจส่งผลต่อระยะเวลา ต้นทุน คุณภาพ และความปลอดภัยได้ เช่น การสื่อสารระหว่างพนักงานบังคับเครนและผู้ให้สัญญาณสำหรับการติดตั้ง

19) สภาพพื้นที่คับแคบหรือแออัด

สภาพพื้นที่ภายในโครงการที่คับแคบหรือแออัดอาจเป็นอุปสรรคในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้เนื่องจากการทำงานต้องใช้เครื่องจักรในการติดตั้ง ถ้าสภาพพื้นที่คับแคบมีผลต่อการทำงานของเครื่องจักร อีกทั้งแรงงานอาจมีข้อจำกัดในการเข้าถึงจุดทำงานสำหรับติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

20) พื้นที่หน่วยงานก่อสร้างไม่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุอื่นๆ

การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปควรมีการจัดเตรียมพื้นที่สำหรับการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุอื่นๆสำหรับการติดตั้งเพื่อให้การทำงานต่อเนื่อง อาจส่งผลต่อต้นทุน และระยะเวลาโครงการ

21) การวางผังโครงการไม่เหมาะสม

การกำหนดผังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างเป็นสิ่งสำคัญ เช่น ตำแหน่งของเครื่องจักร ตำแหน่งของสำนักงาน การวางผังโครงการไม่เหมาะสมอาจเป็นอุปสรรคต่อการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจทำให้เกิดความล่าช้า

22) ความผิดพลาดในการประสานงานระหว่างหน่วยงานติดตั้งและตัวแทนเจ้าของโครงการ

การประสานงานระหว่างหน่วยงานติดตั้งและตัวแทนเจ้าของโครงการไม่ดีทำให้การดำเนินการตรวจสอบงานล่าช้าหรือข้อมูลอาจเกิดความผิดพลาดในการอนุมัติงาน

23) ขนาดของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมหรือช่องเปิดของท่อในงานระบบไม่ถูกต้อง

ขนาดของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมเช่น หน้าต่าง ประตู และช่องเปิดของท่อในงานระบบมีขนาดไม่ตรงตามแบบในการก่อสร้างเมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จ อาจเกิดความผิดพลาดในการสรุปแบบร่วมกันระหว่างงานโครงสร้างสถาปัตยกรรมและงานระบบ

24) เกิดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งช่องเปิดหรืออุปกรณ์ฝังไม่ถูกต้องสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์หรือสุขภัณฑ์

ตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมเช่น ช่องเปิดประตู หน้าต่าง หรือตำแหน่งช่องเปิดของท่อสำหรับงานระบบคลาดเคลื่อน ส่งผลต่อการติดตั้ง เช่น ตำแหน่งของท่อที่พื้นควรจะตรงกับแนวผนัง แต่เกิดความคลาดเคลื่อนสะสมในการติดตั้งทำให้การตรวจสอบขนาดของท่อหลังการติดตั้งไม่ตรงตามแบบในการก่อสร้าง หรือตำแหน่งตรงตามแบบแต่ไม่สามารถดำเนินการติดตั้งสุขภัณฑ์ได้

25) ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการติดตั้ง

การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการติดตั้ง โดยตรวจสอบสภาพ ดังนี้

(1) ตรวจสภาพผิว รอยร้าว และรอยแตกของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(2) ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งวัสดุต่างๆที่ฝังมาตั้งแต่ขั้นตอนการหล่อ ได้แก่ แผ่นโลหะ หูยก ประตู หน้าต่าง ช่องเปิดท่อประปา ท่อไฟฟ้าและปลั๊กไฟฟ้า และตำแหน่งจุดยึดบริเวณรอยต่อ

(3) ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งจุดยกตามแบบก่อสร้าง

26) ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การตรวจสอบคุณภาพระหว่างการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น การตรวจสอบระดับของชิ้นส่วนตามแบบในแนวราบ การตรวจสอบการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ได้แนวดิ่ง การตรวจสอบการติดตั้งให้ได้มุมฉาก ตรวจสอบการวางแนวของชิ้นส่วน และควบคุมระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามแบบก่อสร้างกำหนด ถ้ามีข้อผิดพลาดในการตรวจสอบ อาจทำให้เกิดความล่าช้าในการรับรู้ข้อบกพร่องและการแก้ไขงาน การตรวจสอบผิดพลาด โดยไม่ได้รับการแก้ไขข้อบกพร่องอาจส่งผลต่อการดำเนินงานในขั้นตอนต่อไป เช่น การติดตั้งชิ้นส่วนผนังที่มีช่องเปิดประตูมีข้อผิดพลาดทำให้ไม่สามารถติดตั้งวงกบประตูตามแบบได้

27) ความผิดพลาดในขั้นตอนการตรวจสอบหลังติดตั้งแล้วเสร็จ

การตรวจสอบคุณภาพของงานหลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ เช่น ตรวจสอบความถูกต้องของระดับและระยะดิ่งของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตรวจสอบตรวจสอบความถูกต้องช่องเปิดของหน้าต่างและประตูสำหรับการติดตั้งวงกบ ตรวจสอบการติดตั้งค้ำยัน ตรวจสอบความเรียบร้อยของการอุดปิดรอยต่อ ตรวจสอบมุมฉากของห้อง

28) การแก้ไขงานไม่ได้ตามมาตรฐานทำให้มีการแก้ไขซ้ำหลายครั้ง

อาจเกิดจากมาตรฐานในการแก้ไขงานไม่ได้มาตรฐานของผู้ควบคุมงาน ทำให้ต้องมีการแก้ไขงานหลายครั้งเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดการแก้ไขงานซ้ำ ส่งผลทำให้การดำเนินงานล่าช้า

29) ปัจจัยภายนอกเนื่องจากสภาพอากาศ ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้

เกิดจากเหตุปัจจัยภายนอก สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยในการติดตั้ง เช่น มีฝนตกหนักหรือมีอากาศร้อนมาก ส่งผลทำให้การดำเนินงานล่าช้า

30) ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากทำให้ต้องใช้ความระมัดระวังในการติดตั้ง

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับอาคารชุดพักอาศัยอาจมีชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่มีความหนาและสูงมาก ทำให้มีน้ำหนักมากด้วยทำให้ต้องใช้ความระมัดระวังในการติดตั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุในการติดตั้ง ส่งผลทำให้การดำเนินงานล่าช้า

31) อุปสรรคด้านความสูงส่งผลต่อการทำงาน

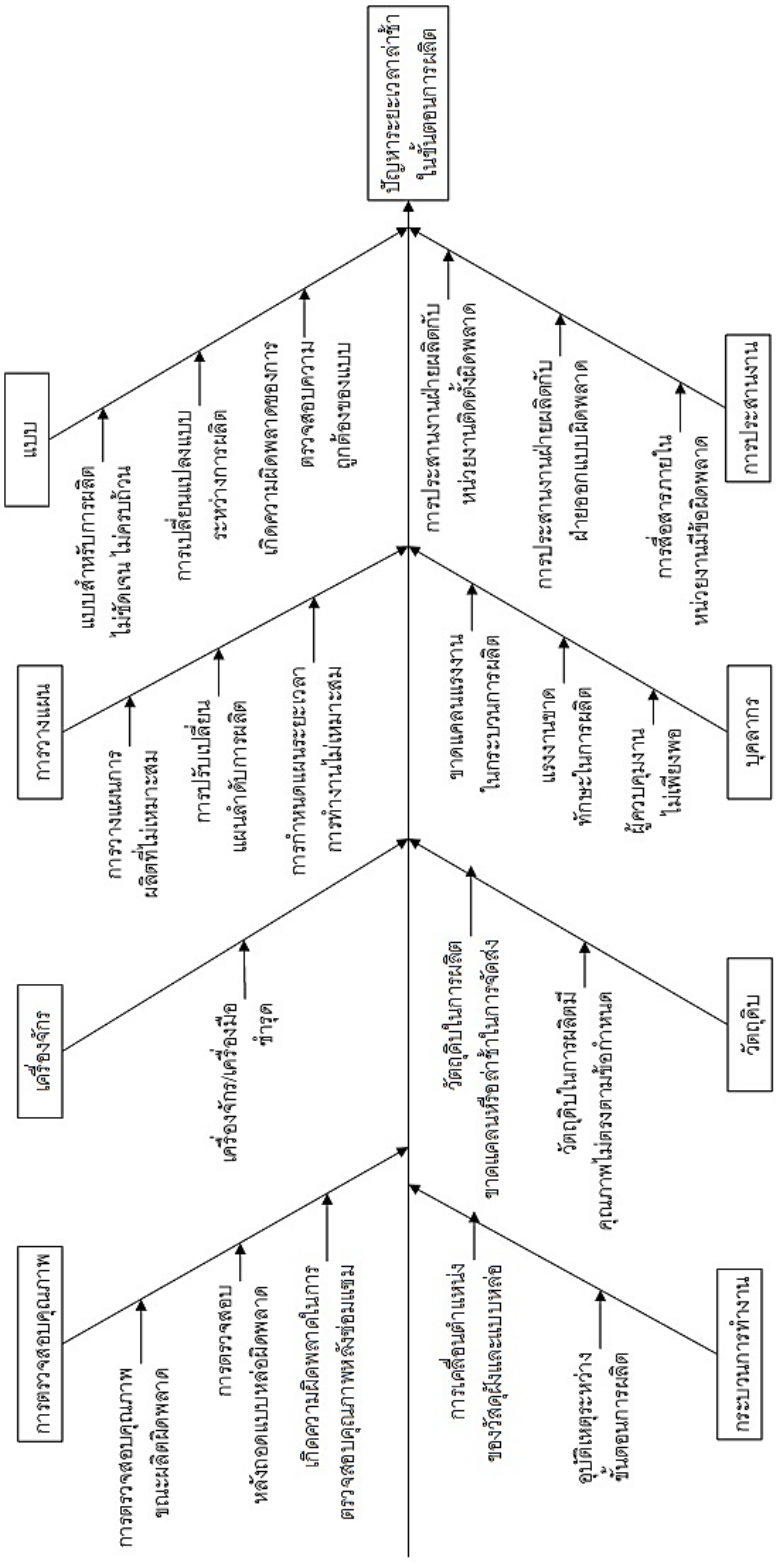
การอุดปิดรอยต่อบริเวณที่มีความสูง เป็นการทำงานที่มีความเสี่ยงในการทำงาน ซึ่งบางจุดทำงานอาจไม่สามารถติดตั้งนั่งร้านเพื่อให้แรงงานใช้ในการอุดปิดรอยต่อได้ อาจทำให้เกิดความล่าช้าหรือเกิดอุบัติเหตุ

### 4.6 การแจกแจงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยแผนผังสาเหตุและผล

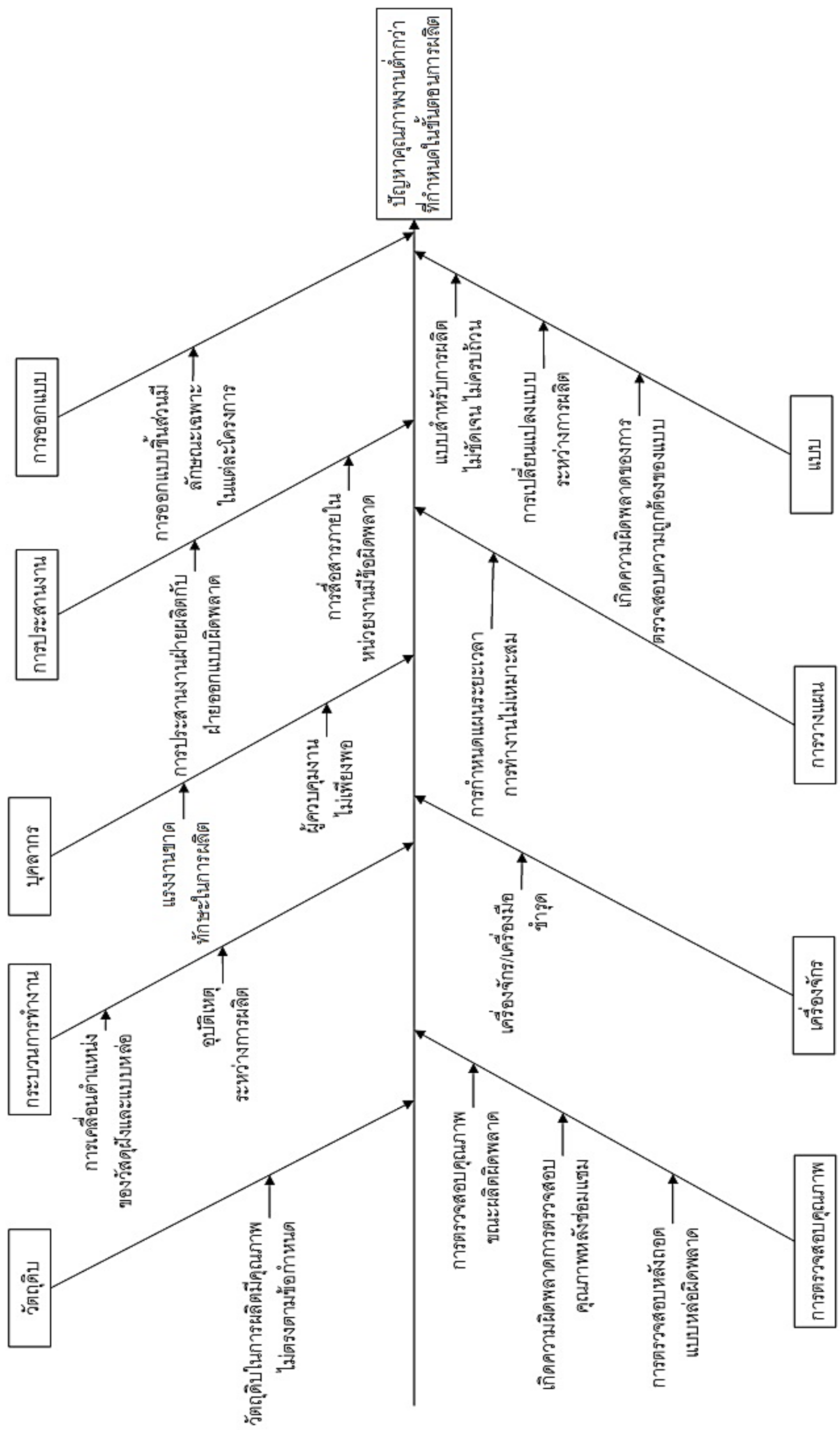
จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาและการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถรวบรวมสาเหตุของปัญหาโดยรายละเอียดได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.3 หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ผลของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพและความปลอดภัย สามารถจัดกลุ่มและแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุ โดยใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ได้ ดังรูปที่ 4.14 ถึง 4.25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

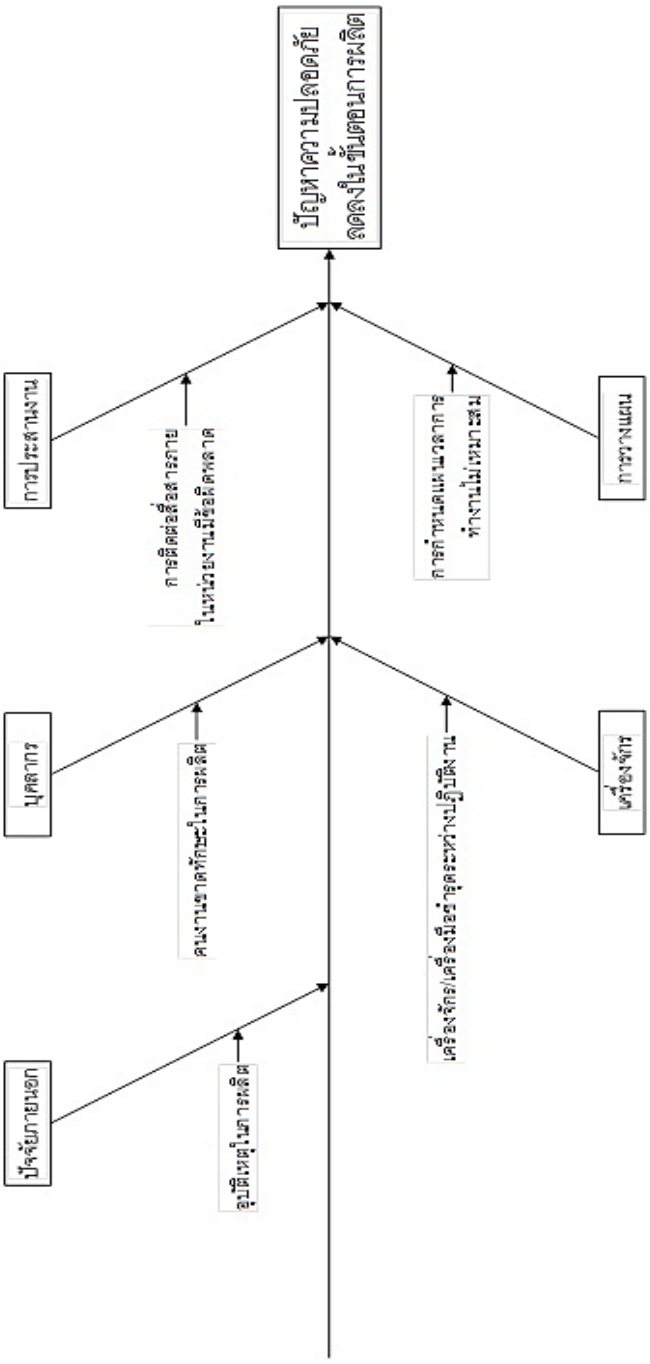
รูปที่ 4.14 ปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป



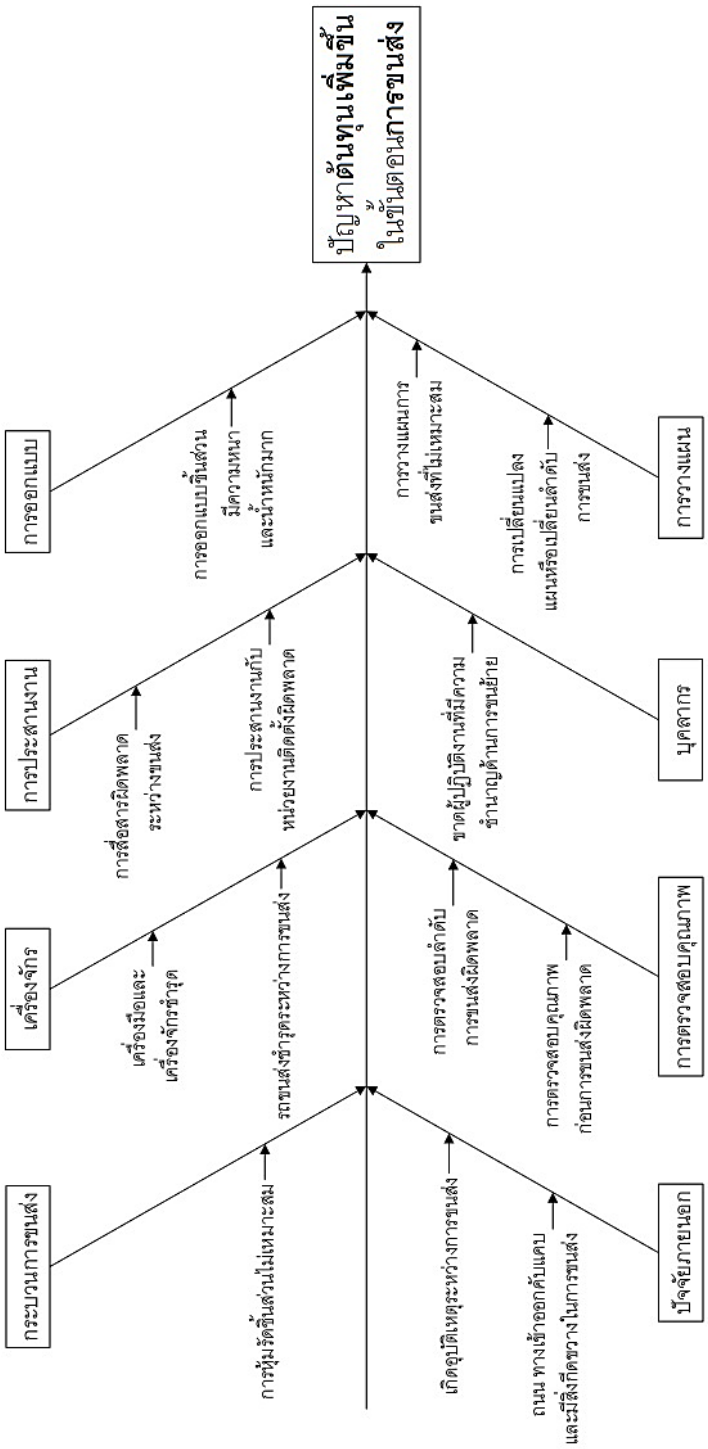

รูปที่ 4.15 ปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป



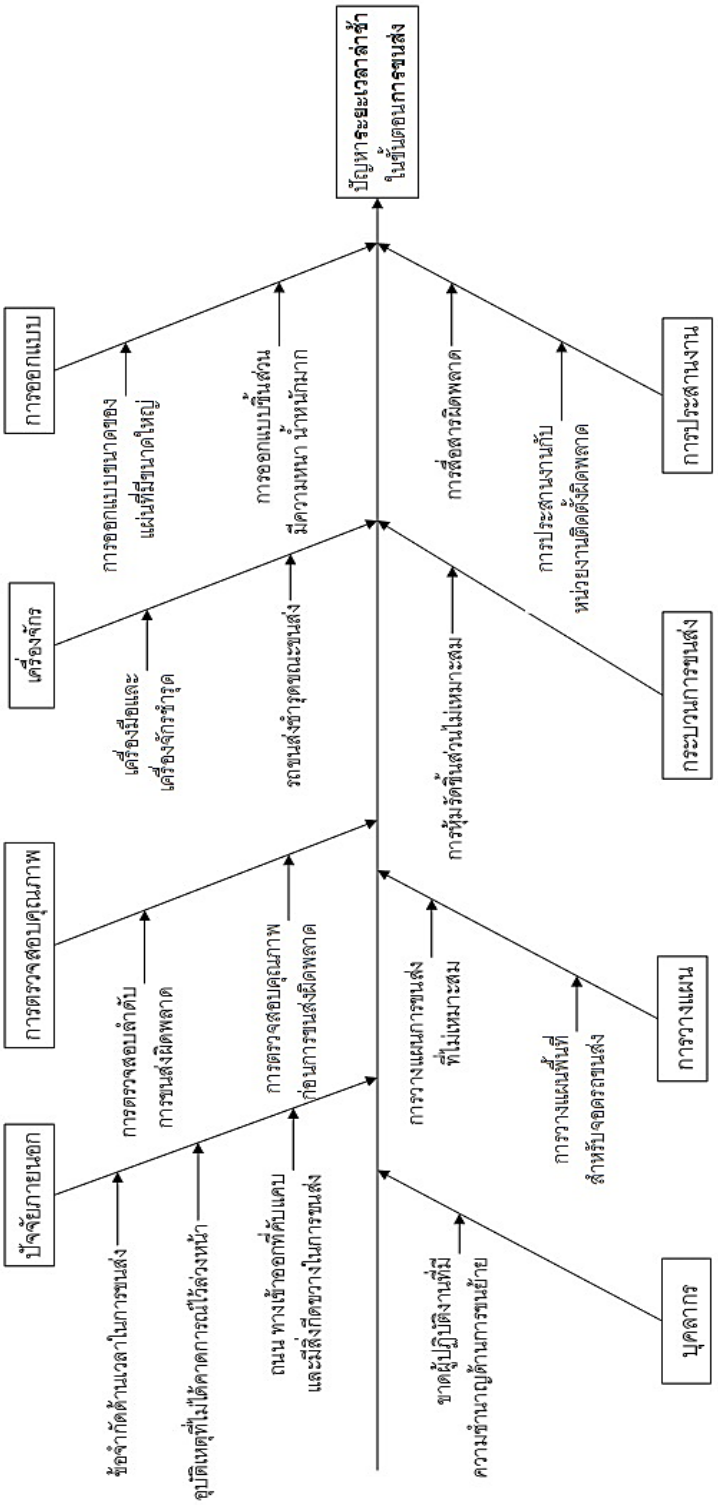

รูปที่ 4.16 ปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป



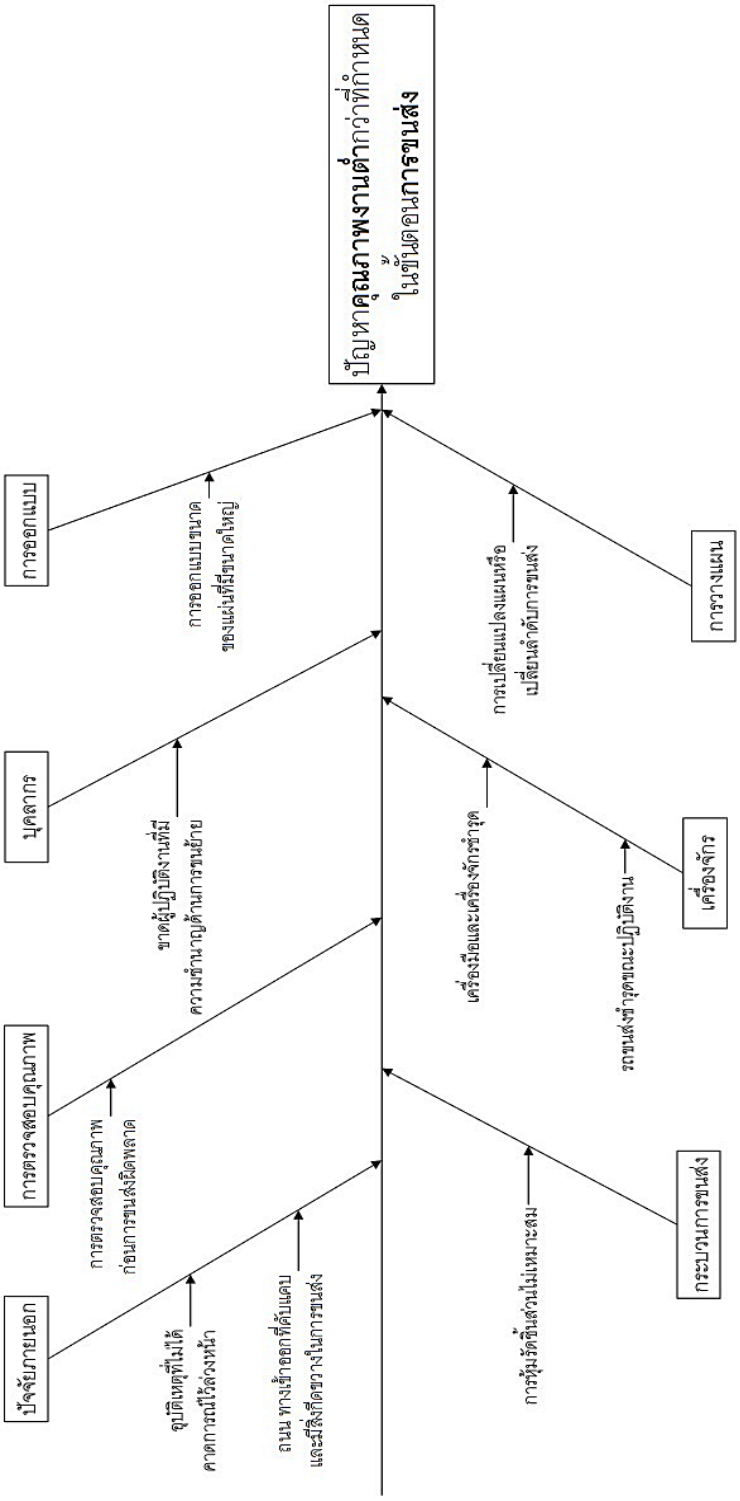
รูปที่ 4.17 ปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป



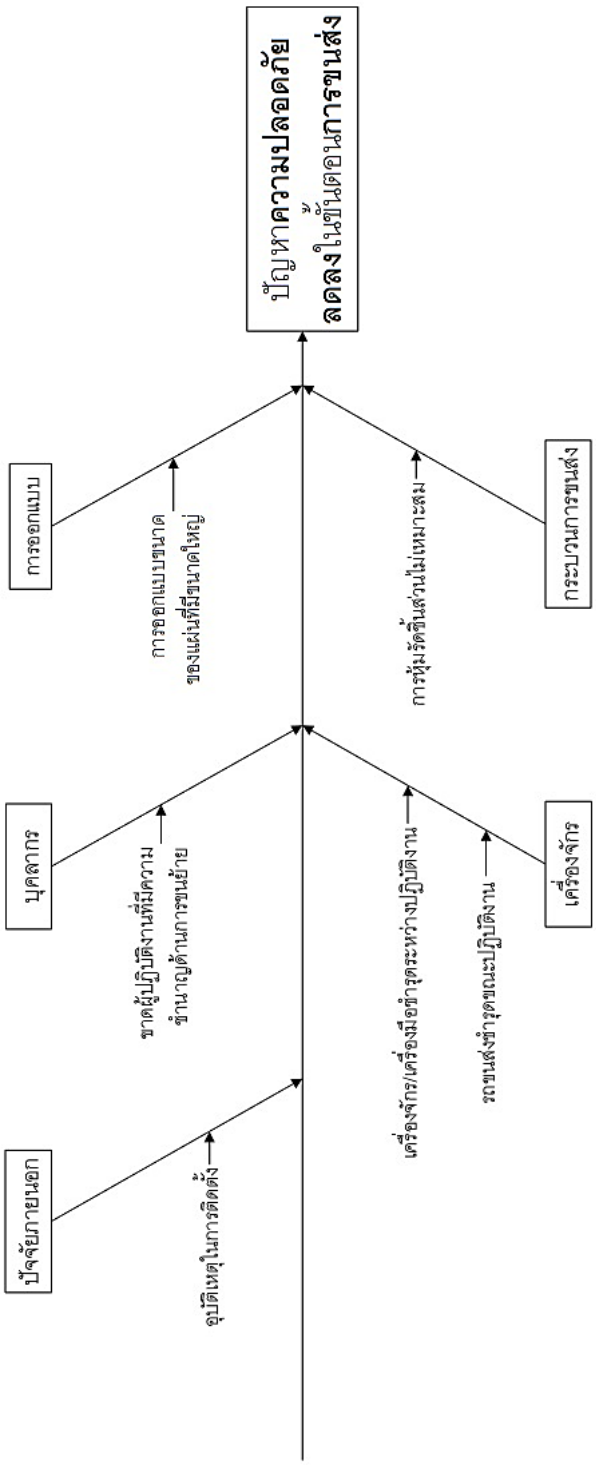

รูปที่ 4.18 ปัญหาต้นทุนสูงขึ้นในขั้นตอนการขนส่งขั้นส่วนสำเร็จรูป



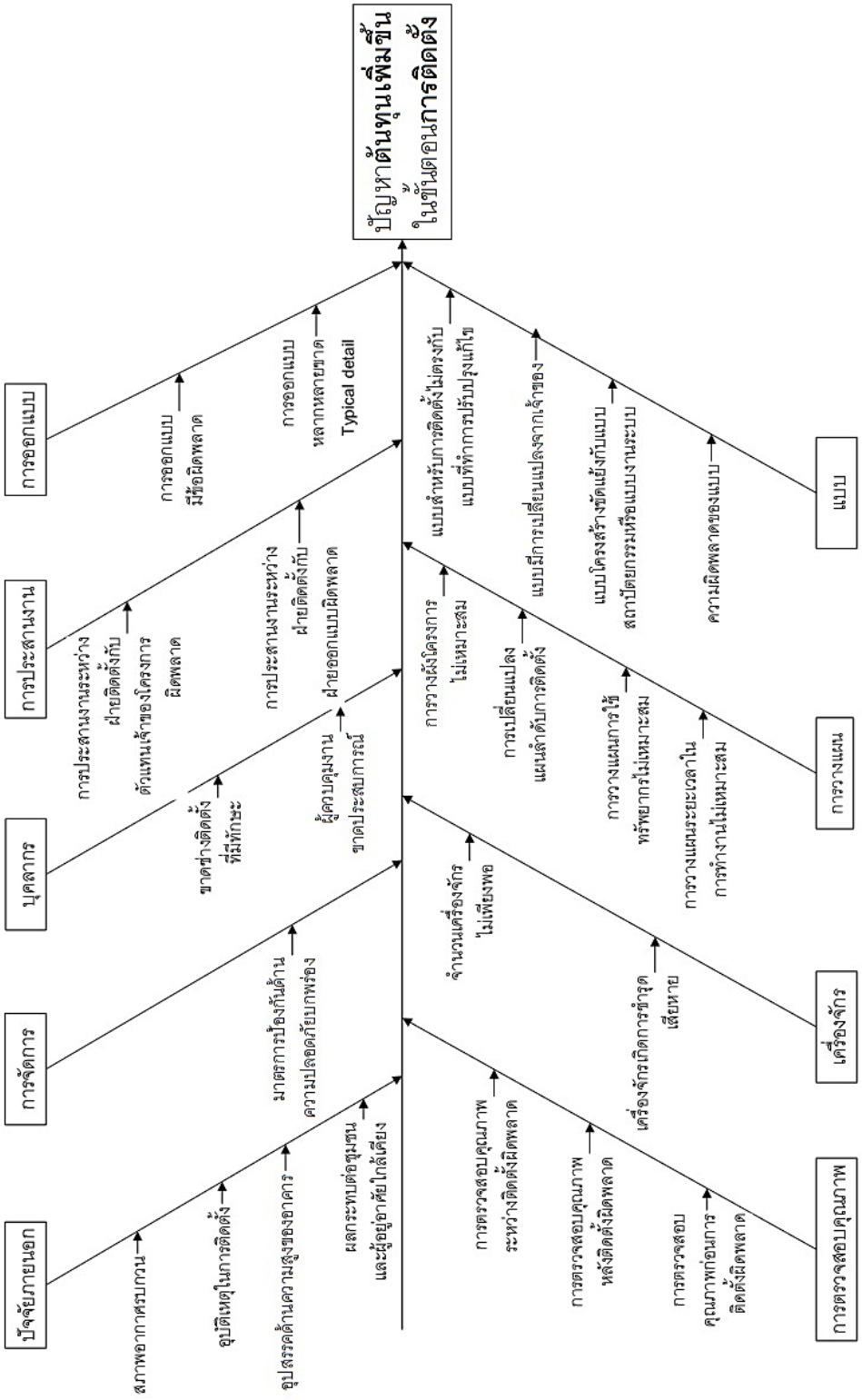
รูปที่ 4.19 ปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป



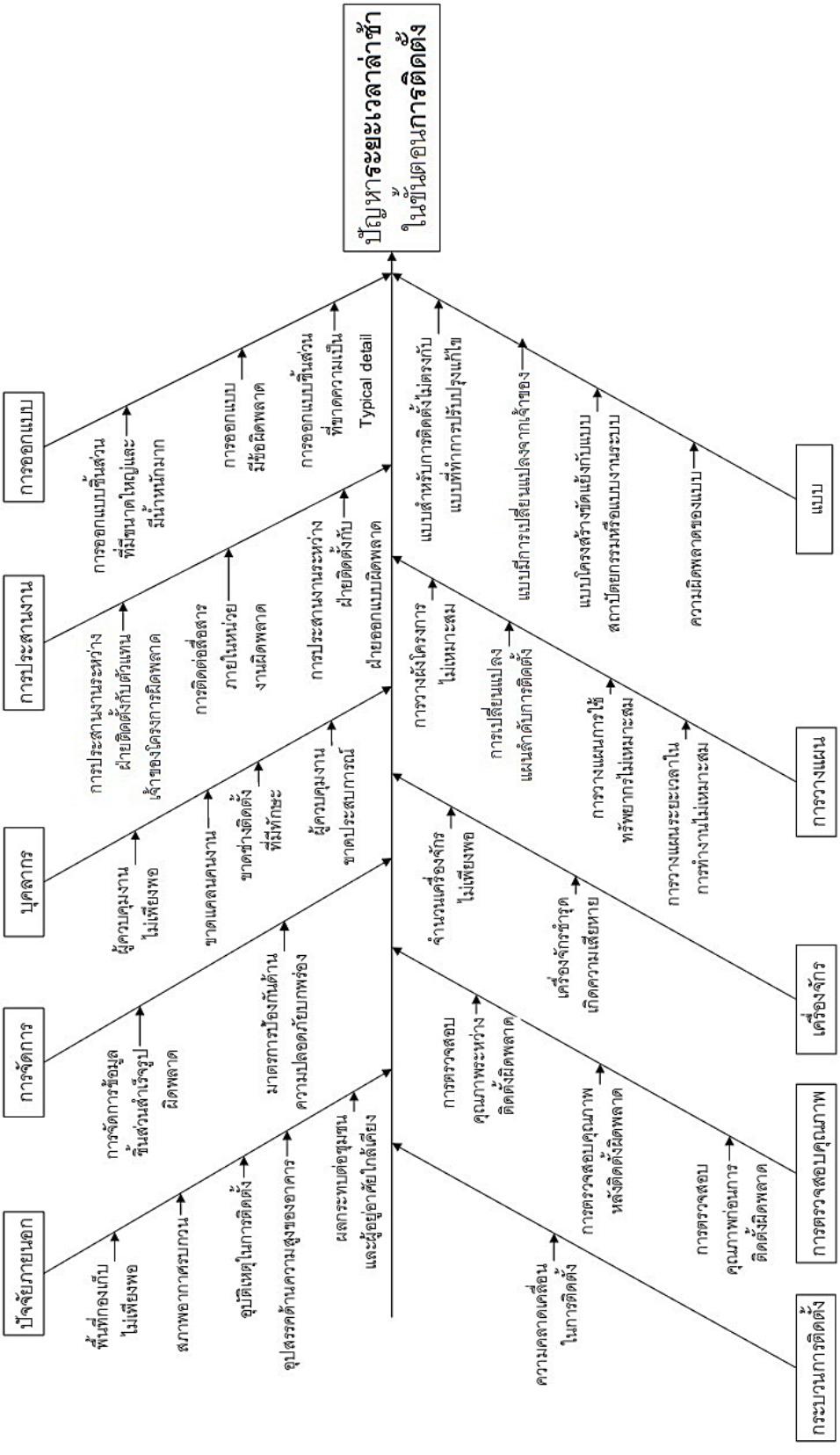

รูปที่ 4.20 ปัญหาคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป



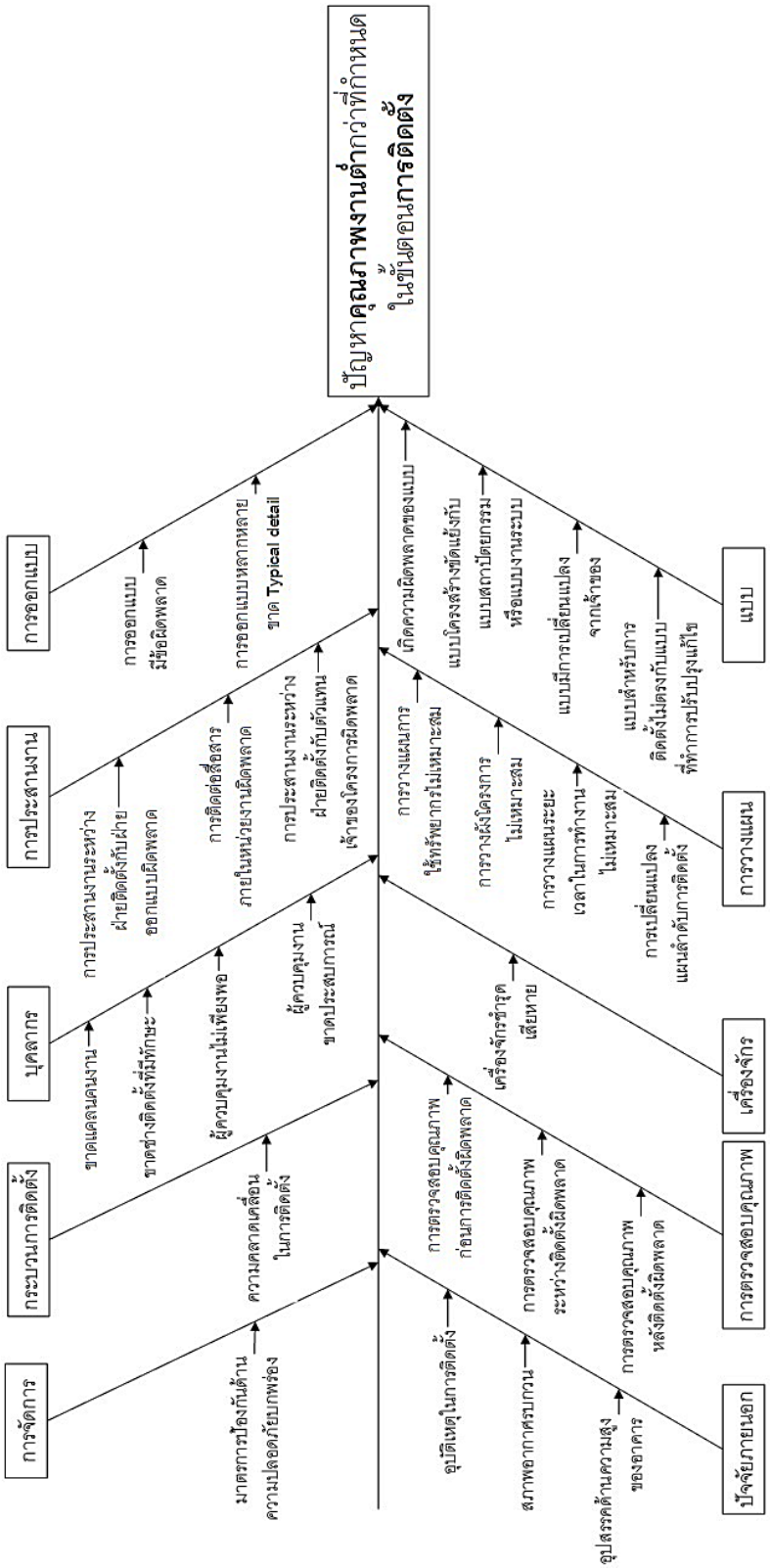

รูปที่ 4.21 ปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป



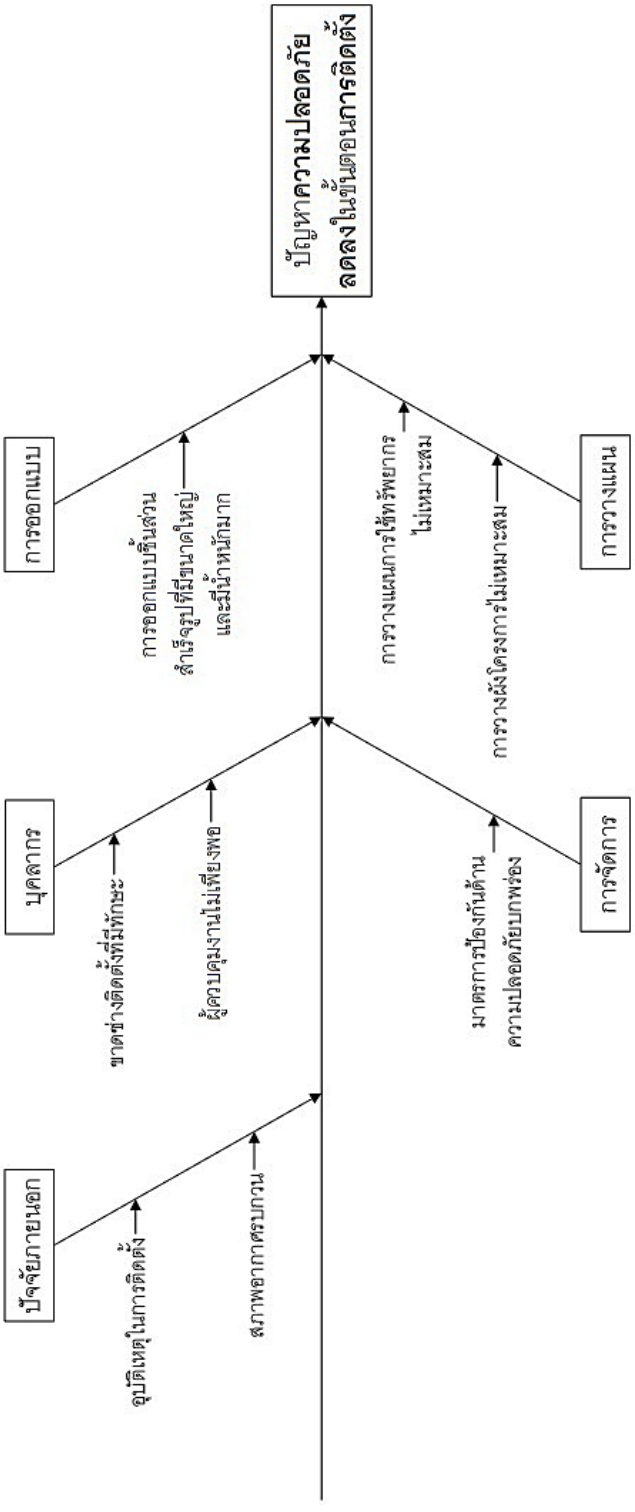

รูปที่ 4.22 ปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป




รูปที่ 4.23 ปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป




รูปที่ 4.24 ปัญหาคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป




รูปที่ 4.25 ปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

## 4.7. การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาเก็บข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามเพื่อกำหนดระดับความถี่และความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาด้วยลิเคิร์ทสเกล (Likert *Scale*) ซึ่งความถี่ใช้เกณฑ์ 5 ระดับ คือ สูงมาก สูง ปานกลาง น้อย และน้อยมาก และความรุนแรงใช้เกณฑ์ 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง สูง

4.7.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความถี่และความรุนแรงของสาเหตุโดยใช้ค่าฐานนิยม

เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามตอบความถี่และความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาตามค่าระดับ จากนั้นสามารถวิเคราะห์ค่าฐานนิยมซึ่งเป็นค่าส่วนใหญ่ของความคิดเห็นต่อสาเหตุของปัญหาในแต่ละปัญหาทั้งในด้านต้นทุน ระยะเวลา คุณภาพและความปลอดภัย

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าฐานนิยมของสาเหตุ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้น

| ปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้น | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | 2 | 5 |
| | สูง | | 4 | 12 |
| | ปานกลาง | | 1 | 6 |
| | น้อย | | | |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.8 แสดงว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าสาเหตุชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกันที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นมีความถี่ของสาเหตุสูงและระดับความรุนแรงสูง

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าฐานนิยมของสาเหตุ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้า

| ปัญหาระยะเวลาล่าช้า | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | 3 | 4 |
| | สูง | | 4 | 12 |
| | ปานกลาง | | 2 | 5 |
| | น้อย | | | |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.9 แสดงว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าสาเหตุชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกันที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้ามีความถี่ของสาเหตุสูงและระดับความรุนแรงสูง

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าฐานนิยมของสาเหตุ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนด

| ปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนด | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | 4 | 3 |
| | สูง | | 11 | 5 |
| | ปานกลาง | | 4 | 3 |
| | น้อย | | | |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.10 แสดงว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่(จำนวน 11 คน จาก 30 คน) มีความคิดเห็นว่าสาเหตุการออกแบบชิ้นส่วนที่มีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกันทำให้เกิดปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนดมีระดับความถี่ของสาเหตุสูงและระดับความรุนแรงปานกลาง

ตารางที่ 4.11ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าฐานนิยมของสาเหตุ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ที่ทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลง

| ความปลอดภัยลดลง | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | 1 | 6 | |
| | สูง | 3 | 13 | |
| | ปานกลาง | 3 | 4 | |
| | น้อย | | | |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.11 แสดงว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ (จำนวน 13 คน จาก 30 คน) มีความคิดเห็นว่าสาเหตุการออกแบบชิ้นส่วนที่มีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกันทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลงมีค่าระดับความถี่ของสาเหตุสูงและระดับความรุนแรงปานกลาง

## 4.8 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา

เมื่อวิเคราะห์ฐานนิยมของแต่ละสาเหตุของปัญหาสามารถจัดระดับความสำคัญของสาเหตุได้ด้วยตาราง Risk Asessment (CISSP Prep Guide, 2003) โดยสามารถระบุระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาได้ ดังนี้

4.8.2.1 ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิตโดยพิจารณาเฉพาะสาเหตุที่ระดับความสำคัญสูง ตามตาราง Risk Asessment มีสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในด้านต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย ดังตารางที่ 4.12 ถึง 4.15

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ระดับความสำคัญของสาเหตุ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | | | P1,P4 |
| | ปานกลาง | | P2,P16,P18,P20 | P3,P6 |
| | น้อย | P9 | P5,P7,P8,P10,P11, P12,P13,P14,P15, P17,P19,P22 | P21 |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่4.12 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ทำให้ต้องจัดทำแบบหล่อใหม่ ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้ว (P3) การเปลี่ยนแปลงแบบทำให้ต้องมีการแก้ไขหรือผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปใหม่ส่งผลต่อต้นทุนในการผลิต ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต (P4) ความผิดพลาดของการตรวจสอบความสามารถในการผลิตได้ ถ้าหากแบบผลิตผิดพลาดไม่สามารถผลิตได้ อาจต้องมีการแก้ไขหรือผลิตใหม่ การวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสม (P6) การวางแผนการใช้ทรัพยากรเช่น แรงงานและเครื่องจักรในการผลิต หากมีการใช้มากเกินไป ไม่สมดุลกับขนาดของงานและ การเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อระหว่างการเทคอนกรีต (P21) ทำให้ต้องมีการแก้ไขซ่อมแซม หรือจัดทำแบบหล่อใหม่ขณะทำการผลิต

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | | | P1 |
| | ปานกลาง | | P18,P20 | P2,P3,P4,P6,P16 |
| | น้อย | | P5,P7,P8,P9,P10, P11,P12,P13,P14, P15,P17,P19,P22 | |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.13 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน (P2) การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้ว (P3) ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต (P4) การวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสม (P6) การติดต่อสื่อสารสร้างความรู้ความเข้าใจระหว่างผู้ปฏิบัติงานภายในหน่วยงานมีข้อผิดพลาด (P16)

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | | P1 | |
| | ปานกลาง | | P6,P16,P20 | P2,P3,P4,P18 |
| | น้อย | | P5,P7,P8,P9,P10, P11,P12,P13,P14, P15, P17,P19,P22 | P21 |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่4.14 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) ทำให้ต้องจัดทำแบบหล่อใหม่เฉพาะโครงการ ถ้าชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความหลากหลายอาจทำให้ระยะเวลาการผลิตล่าช้าได้ รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน (P2) ทำให้ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้ อาจต้องรอการแก้ไขจากผู้ออกแบบให้ชัดเจน การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้ว (P3) ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต (P4) ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะดำเนินการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (P18) และ การเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อระหว่างการเทคอนกรีต (P21)

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | | P1 | |
| | ปานกลาง | P20 | P2,P3,P4,P6,<br>P16,P18 | |
| | น้อย | P13,P19,P21 | P5,P7,P8,P9,<br>P10,P11,P14,<br>P15,P17,P22 | P12 |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.15 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย (P1) และ เครื่องจักร/เครื่องมือชำรุด (P12)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.8.2.2 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการขนส่งโดยพิจารณาเฉพาะสาเหตุที่ระดับความสำคัญสูง ทำให้ทราบว่าสาเหตุใดเป็นสาเหตุที่สำคัญระดับสูงสำหรับปัญหาในด้านต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขในบทต่อไป

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | T14 | T1 | |
| | ปานกลาง | | T2,T3,T6,T8,T9, T10,T11,T12,T16 | T13 |
| | น้อย | | T4,T7,T15 | T5 |
| | น้อยมาก | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.16 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง (T1) เกิดความผิดพลาดในการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ในโครงการเพื่อเตรียมการติดตั้งหรือเตรียมสถานที่จัดเก็บ (T5) และ การหุ้มรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม (T13)

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | | T14 | T1 |
| | ปานกลาง | | T2,T3,T6,T9,T10 | T5,T8,T11,T12,T13,T16 |
| | น้อย | | T4,T7 | T15 |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.17 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง (T1) เกิดความผิดพลาดในการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ในโครงการเพื่อเตรียมการติดตั้งหรือเตรียมสถานที่จัดเก็บ (T5) รถขนส่งชำรุดขณะปฏิบัติงาน (T8) ความผิดพลาดด้านการตรวจสอบทำให้ลำดับการขนส่งไม่ถูกต้อง (T11) ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการขนส่ง (T12) การหุ้มรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม (T13) ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง ขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลา (T14) อุบัติเหตุระหว่างการขนส่ง (T15) และ ถนน ทางเข้าออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวางในการขนส่ง (T16)

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพงานต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | T14 | T1 | |
| | ปานกลาง | T5,T9 | T2,T3,T6,T8,T10, T11,T12,T16 | T13 |
| | น้อย | | T4,T7 | T15 |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.18 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง (T1) การหุ้มรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม (T13) และ อุบัติเหตุระหว่างการขนส่ง (T15)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | T14 | T1 | |
| | ปานกลาง | T3,T9,T10,T11,T12 | T2,T5,T6,T8,T13,T16 | |
| | น้อย | T4 | T7,T15 | |
| | น้อยมาก | | | |

จากตารางที่ 4.19 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง (T1)

4.8.2.3 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งโดยพิจารณาเฉพาะสาเหตุที่ระดับความสำคัญสูง ทำให้ทราบว่าสาเหตุใดเป็นสาเหตุที่สำคัญระดับสูงสำหรับปัญหาในด้านต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขในบทต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | | | E5,E25 |
| | ปานกลาง | | E4,E6,E11,E13,E15,E18,E20,E21,E22,E29,E30,E31 | E8,E10, E24, E28 |
| | น้อย | | E2,E3,E12,E14,E19,E23, E27 | |
| | น้อยมาก | | E7,E9,E17 | E1,E16,E26 |

จากตารางที่ 4.20 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ (E5) การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน ไม่เหมาะสม (E8) ขาดช่างติดตั้งที่มีทักษะและความรู้ในการติดตั้ง (E10) หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงแก้ไข (E24) ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง (E25) สภาพอากาศ (E28)

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาล่าช้าในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | | | E5,E25 |
| | ปานกลาง | | E4,E6,E11,E20,E21, E22,E29,E30,E31 | E8,E10,E13,E15, E18,E24,E28 |
| | น้อย | | E2,E3,E12,E14,E19, E27,E23 | |
| | น้อยมาก | | E7 | E1,E9,E16,E17, E26 |

จากตารางที่ 4.21 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ (E5) การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน ไม่เหมาะสม (E8) ขาดช่างติดตั้งที่มีทักษะในการติดตั้ง (E10) เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ชำรุด (E13) การสื่อสารภายในหน่วยงานไม่ดี (E15) การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของโครงการไม่ดี (E18) หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงแก้ไข (E24) ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง (E25) สภาพอากาศ (E28)

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | | | E5,E25 |
| | ปานกลาง | | E6,E11,E13,E20, E22,E29,E30,E31 | E4,E15,E18,E21, E24,E8,E10,E28 |
| | น้อย | | E2,E3,E12,E14,E19, E23,E27 | |
| | น้อยมาก | | E17 | E1,E7,E9,E16,E26 |

จากตารางที่ 4.22 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ การออกแบบมีข้อผิดพลาด (E4) แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ (E5) การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงานไม่เหมาะสม (E8) ขาดช่างติดตั้งที่มีทักษะในการติดตั้ง (E10) การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานไม่ดี (E15) การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของโครงการไม่ดี (E18) ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพระหว่างทำการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (E21) หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงแก้ไข (E24) ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง (E25) สภาพอากาศ (E28)

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาความปลอดภัยลดลงในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ตารางวิเคราะห์ระดับความสำคัญ | | ความรุนแรง | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ความถี่ | สูงมาก | | | |
| | สูง | E5,E25 | | |
| | ปานกลาง | E18,E20,E24,E29 | E4,E6,E8,E13,E15,E21, E22,E28,E30,E31 | E10,E11 |
| | น้อย | E14 | E2,E3, E12,E23,E27 | E19 |
| | น้อยมาก | | E1,E7,E9,E16,E17, | E26 |

จากตารางที่ 4.23 สามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูง คือ ขาดช่างติดตั้งที่มีทักษะและความรู้ในการติดตั้ง (E10) ผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ (E11) และ มาตรการด้านความปลอดภัยบกพร่อง (E19)

จากการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาด้านต้นทุน ด้านระยะเวลา ด้านคุณภาพ และด้านความปลอดภัย สามารถสรุปปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้ดังตารางที่ 4.24 ถึง ตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิต

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ความปลอดภัย |
| P1 ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะในแต่ละโครงการ | สูง | สูง | สูง | สูง |
| P2 รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน | ปานกลาง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| P3 การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้ว | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| P4 ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| P5 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายออกแบบและหน่วยงานผลิต | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P6 การวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสมการวางแผนการใช้ทรัพยากรไม่เหมาะสม | สูง | สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P7 การกำหนดแผนระยะเวลาการทำงานไม่เหมาะสม | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P8 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายผลิตและฝ่ายติดตั้ง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P9 ขาดแคลนแรงงานในกระบวนการผลิต | ต่ำ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P10 แรงงานขาดทักษะและประสบการณ์ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P11 ผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P12 เครื่องจักร/เครื่องมือชำรุด | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | สูง |

ตารางที่ 4.24 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิต

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ความปลอดภัย |
| P13 วัตถุดิบในการผลิตขาดแคลนหรือเกิดความล่าช้าในการจัดส่ง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P14 วัตถุดิบในการผลิตมีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด มีการจัดส่งไม่ตรงจำนวน | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P15 การปรับเปลี่ยนลำดับการผลิต | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P16 การสื่อสารภายในหน่วยงานมีข้อผิดพลาด | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P17 การบริหารจัดการของเสีย (waste management) ไม่เหมาะสม | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| P18 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ปานกลาง | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง |
| P19 ความผิดพลาดของการตรวจสอบชิ้นส่วนหลังถอดจากแบบหล่อ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ต่ำ |
| P20 ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพหลังซ่อมแซมชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ต่ำ |
| P21 การเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อระหว่างการเทคอนกรีต | สูง | ปานกลาง | สูง | ต่ำ |
| P22 อุบัติเหตุระหว่างขั้นตอนการผลิตทำให้เกิดความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการขนส่ง

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ความปลอดภัย |
| T1 การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ | สูง | สูง | สูง | สูง |
| T2 การออกแบบชิ้นส่วนที่มีความหนาและน้ำหนักมาก | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T3 การวางแผนการขนส่งที่ไม่เหมาะสม | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T4 การจัดเตรียมพื้นที่สำหรับจอดรถขนส่ง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T5 การประสานงานระหว่างผู้ขนส่งกับฝ่ายติดตั้ง | สูง | สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T6 ขาดผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญด้านการขนย้าย | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T7 เครื่องมือและเครื่องจักรชำรุด | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T8 รถขนส่งชำรุดขณะปฏิบัติงาน | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง | สูง |
| T9 การเปลี่ยนแปลงแผนหรือเปลี่ยนลำดับการขนส่ง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T10 ความผิดพลาดในการสื่อสารระหว่างการขนส่ง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T11 ความผิดพลาดด้านการตรวจสอบลำดับของการขนส่ง | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |

ตารางที่ 4.25 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการขนส่ง

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ความปลอดภัย |
| T12 ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการขนส่ง | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T13 การหุ้มรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม | สูง | สูง | สูง | สูง |
| T14 ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง ขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลา | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| T15 อุบัติเหตุระหว่างการขนส่ง | ปานกลาง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| T16 ถนน ทางเข้าทางออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวางในการขนส่ง | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง | สูง |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ความปลอดภัย |
| E1 การออกแบบชิ้นส่วนที่ขาดความเป็น Typical detail | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E3 ความคลาดเคลื่อนของแบบ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง

| สาเหตุของปัญหา ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ความปลอดภัย |
| E4 การออกแบบมีข้อผิดพลาด | ปานกลาง | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง |
| E5 แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| E6 ความผิดพลาดด้านการประสานงานแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้รับเหมากับฝ่ายออกแบบ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E7 การวางแผนที่ไม่เหมาะสม | ต่ำ | ต่ำ | ปานกลาง | ต่ำ |
| E8 การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงานไม่เหมาะสม | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| E9 ขาดแคลนแรงงานหรือผู้รับเหมา | ต่ำ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E10 ขาดช่างติดตั้งที่มีทักษะ | สูง | สูง | สูง | สูง |
| E11 มีผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | สูง |
| E12 ผู้ควบคุมงานขาดประสบการณ์ด้านการติดตั้ง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E13 เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ชำรุด ต้องมีการซ่อมแซม | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E14 จำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ความปลอดภัย |
| E15 การสื่อสารภายในหน่วยงานไม่ดี | ปานกลาง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| E16 การวางผังโครงการไม่เหมาะสม | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ต่ำ |
| E17 การเปลี่ยนแปลงลำดับการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลง | ต่ำ | ปานกลาง | ต่ำ | ต่ำ |
| E18 การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของโครงการผิดพลาด | ปานกลาง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| E19 ความบกพร่องของมาตรการป้องกันด้านความปลอดภัย | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | สูง |
| E20 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพก่อนติดตั้ง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E21 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะติดตั้ง | ปานกลาง | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง |
| E22 ความผิดพลาดในขั้นตอนการตรวจสอบหลังติดตั้งเสร็จ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E23 ความผิดพลาดของการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E24 หน่วยงานติดตั้งใช้แบบไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| E25 ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ความปลอดภัย |
| E26 อุบัติเหตุระหว่างการยกติดตั้ง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E27 ผลกระทบต่อชุมชนและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง มลพิษทางเสียงและฝุ่นละออง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E28 สภาพอากาศรบกวน | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| E29 การเปลี่ยนแปลงแบบจากเจ้าของโครงการ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E30 พื้นที่หน่วยงานก่อสร้างไม่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุอื่นๆ | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| E31 อุปสรรคด้านความสูงของอาคารส่งผลต่อการทำงานที่ยากขึ้น | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง | ปานกลาง |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.8.3 การเลือกสาเหตุของปัญหาเพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

การเลือกสาเหตุของปัญหาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยเลือกจากสาเหตุอยู่ในระดับความสำคัญสูงที่ส่งผลให้เกิดปัญหาอย่างน้อย 3 ด้าน จาก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านต้นทุน ด้านเวลา ด้านคุณภาพ และด้านความปลอดภัย โดยสามารถคัดเลือกสาเหตุของปัญหาได้ ดังนี้

1) สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระดับความสำคัญสูง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ด้าน

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ปลอดภัย |
| P1 ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะในแต่ละโครงการ | สูง | สูง | สูง | สูง |
| P3 การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้ว | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| P4 ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |

จากตารางที่ 4.27 สามารถสรุปสาเหตุที่อยู่ในระดับความสำคัญสูงทำให้เกิดปัญหาอย่างน้อย 3 ด้านในขั้นตอนการผลิต ได้แก่ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะในแต่ละโครงการ (P1) การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้ว (P3) และ ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต (P4) ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาที่เลือกใช้ในการหาแนวทางการแก้ไข

2) สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระดับความสำคัญสูง สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 สรุปสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ด้าน

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ปลอดภัย |
| T1 การออกแบบขนาดของชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ | สูง | สูง | สูง | สูง |
| T13 การหุ้มรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม | สูง | สูง | สูง | สูง |

จากตารางที่ 4.28 สามารถสรุปสาเหตุที่อยู่ในระดับความสำคัญสูงที่ทำให้เกิดปัญหาอย่างน้อย 3 ด้านในขั้นตอนการขนส่ง ได้แก่ การออกแบบขนาดของชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ (T1) และ การหุ้มรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม (T13) ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาที่ใช้เลือกในการหาแนวทางการแก้ไข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระดับความสำคัญสูง สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 สรุปสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีระดับความสำคัญสูงอย่างน้อย 3 ด้าน

| สาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ระดับความสำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้นทุน | เวลา | คุณภาพ | ปลอดภัย |
| E5 แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ | สูง | สูง | สูง | สูง |
| E8 การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| E10 ขาดช่างติดตั้งที่มีทักษะ | สูง | สูง | สูง | สูง |
| E24 หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |
| E28 สภาพอากาศ | สูง | สูง | สูง | ปานกลาง |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.29 สามารถสรุปสาเหตุในระดับความสำคัญสูงที่ทำให้เกิดปัญหาร่วมกันอย่างน้อย 3 ด้านในขั้นตอนการติดตั้ง ได้แก่ แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ (E5) การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน ไม่เหมาะสม (E8) ขาดช่างติดตั้งที่มีทักษะและความรู้ในการติดตั้ง (E10) หน่วยงานติดตั้งใช้แบบไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงแก้ไข (E24) ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง (E25) และ สภาพอากาศ (E28)

แต่เนื่องจากสาเหตุสภาพอากาศรบกวนทำให้เกิดปัญหาในระดับความสำคัญสูง 3 ด้าน แต่เป็นสาเหตุที่ไม่สามารถหาแนวทางการแก้ไขด้วยวิธีการทางวิศวกรรมได้ ดังนั้นจึงเลือกสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง ได้แก่ แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ (E5) การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน ไม่เหมาะสม (E8) ขาดช่างติดตั้งที่มีทักษะ

และความรู้ในการติดตั้ง (E10) หน่วยงานติดตั้งใช้แบบไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงแก้ไข (E24) ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง (E25) เป็นสาเหตุของปัญหาเหล่านี้จะถูกเลือกเพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ไขต่อไป

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงปัญหาด้านต้นทุน เวลา คุณภาพและความปลอดภัย ซึ่งเป็นที่มีระดับความสำคัญสูงสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูงที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนี้

ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน เพราะชิ้นส่วนที่มีความหลากหลายมีรูปแบบเฉพาะโครงการทำให้ต้องมีการจัดเตรียมแบบหล่อเพิ่มเติมมากขึ้น ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น และใช้เวลานานในการเตรียมแบบหล่อ จากการออกแบบที่หลากหลาย ทำให้มีขนาดหน้าต่างและประตูจำนวนมาก ทำให้โรงงานฝ่ายผลิตต้องมีการเตรียม block out ที่แตกต่างกัน ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตแบบหล่อแล้ว ยังต้องการพื้นที่ในการเก็บแบบหล่อจำนวนมากขึ้นด้วย การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีรูปแบบพิเศษทำให้เกิดความยุ่งยากในการผลิต อาจเป็นรูปแบบที่ไม่เคยทำมาก่อนซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ อีกทั้งรูปแบบที่มีความพิเศษต้องมีการจัดเตรียมด้วยแรงงานมากกว่าการจัดเตรียมด้วยเครื่องจักร เช่น การจัดเตรียมเหล็กเสริมคอนกรีตสำหรับชิ้นส่วนพิเศษ อาจทำให้เกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานได้

ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต เพราะการตรวจสอบความสามารถในการผลิตได้ของแบบก่อนการผลิตหรือตรวจสอบความขัดแย้งของแบบผลิตไม่สมบูรณ์ โดยดำเนินการผลิตโดยขาดการตรวจสอบ ทำให้ต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วนสำเร็จรูป หรืออาจต้องผลิตใหม่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น การแก้ไขชิ้นส่วนสำเร็จรูปบ่อยครั้งส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ความไม่แน่นอนของแบบ การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จ ทำให้ต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรืออาจต้องผลิตใหม่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น การแก้ไขชิ้นส่วนสำเร็จรูปบ่อยครั้งส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อการดำเนินการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งมีลำดับความสำคัญสูงและควรเสนอแนะแนวทางการแก้ไข เพื่อป้องกันหรือลดที่เกิดขึ้นคือ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการผลิต ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต ตรวจสอบความขัดแย้งกันของแบบผลิตและความไม่แน่นอนของแบบ การเปลี่ยนแปลงของแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้วเนื่องจากเป็นที่เกิดขึ้นบ่อยและมีระดับความรุนแรงสูงต้องควรมีแนวทางในการแก้ไขและการป้องกันที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

สรุปสาเหตุที่มีความสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ ดังนี้

ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่งเนื่องจากการผูกรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม การผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นการป้องกันความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการขนส่ง การผูกรัดที่ดีทำให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถขนส่งไปยังโครงการก่อสร้างได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ความเสียหายต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการขนส่งมีผลกระทบต่อโครงการมาก เนื่องจากต้องมีการแก้ไขซ่อมแซมหรือหากมีความเสียหายมากอาจต้องผลิตใหม่ การขนส่งใหม่ ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมและทำให้การดำเนินการโครงการล่าช้า

การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ลำบากในการขนส่ง ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง ขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ หากออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่อาจก่อให้เกิดความลำบากในการขนส่ง ผู้ออกแบบควรมีการศึกษาข้อมูลโครงการ รายละเอียดโครงการก่อนการออกแบบ รวมทั้งเส้นทางในการขนส่งควรใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบด้วย

ถนน ทางเข้าออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวางในการขนส่ง โครงการอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจอยู่ในพื้นที่เขตเมืองเนื่องจากสะดวกด้านคมนาคมขนส่ง

ถนนหรือทางเข้าออกโครงการอาจคับแคบและมีสิ่งกีดขวางระหว่างทางขนส่ง ผู้รับผิดชอบต้องทำหน้าที่จัดเตรียมเส้นทางให้พร้อมซึ่งอาจเพิ่มค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินการจัดการเส้นทาง หากจัดการเส้นทางไม่ดีทำให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสียหายได้

สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อการดำเนินการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งมีลำดับความสำคัญสูงและควรเสนอแนะแนวทางการแก้ไข เพื่อป้องกันหรือลดที่เกิดขึ้นคือ ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่งเนื่องจากการผูกรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม และการออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ลำบากในการขนส่ง ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง

สรุปสาเหตุที่มีความสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ ดังนี้

ขาดแรงงานที่มีทักษะและความรู้เฉพาะทางสำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แรงงานผู้ปฏิบัติงานสำหรับโครงการก่อสร้างอาคารชุดด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปควรมีความรู้ด้านชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาก่อนและมีทักษะในการทำงานอาคารสูงซึ่งมีความเสี่ยง ด้านแรงงานมีระดับความสำคัญสูงมากเนื่องจาก แรงงานที่ขาดความรู้และประสบการณ์อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงอื่นๆ ตามมา เช่นการทำงานผิดพลาด ต้องแก้ไขชิ้นส่วนสำเร็จรูป เกิดค่าใช้จ่ายมากขึ้น การดำเนินงานโครงการล่าช้า รวมทั้งอาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยในชีวิตของตนเองและเพื่อนร่วมงาน

แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ เกิดจากความผิดพลาดของการประสานงานแบบร่วมกันระหว่างฝ่ายต่างๆ หรือการประสานงานแบบที่ไม่สมบูรณ์ เกิดความขัดแย้งกันของแบบต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายหลังขณะดำเนินการติดตั้ง ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น และการดำเนินงานโครงการล่าช้า ส่วนสาเหตุอีกประการเกิดจาก มีระยะเวลาในการพิจารณาค่อนข้างเร่งรัด ส่งผลให้การตรวจสอบความถูกต้องไม่ครอบคลุมทั่วทั้งอาคาร เกิดการตกหล่นของการออกแบบชิ้นส่วนองค์อาคารที่สำคัญบางส่วน เช่น บันไดหนีไฟ เป็นต้น

การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม ทำให้มีการเร่งรัดงาน การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงานไม่เหมาะสมเป็นด้านการวางแผนด้านเวลาในการทำงาน ความผิดพลาดของการประมาณเวลาในการทำกิจกรรมการผลิตน้อยเกินไป ส่งผลให้การผลิตไม่

ทันเวลา ถ้าวางแผนด้านเวลาในเหมาะสมจะส่งผลต่อปริมาณการผลิตเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของหน่วยงานติดตั้ง

ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง เช่นตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมหรือช่องเปิดของท่อในงานระบบไม่ถูกต้อง เนื่องจากการก่อสร้างอาคารชุดด้วนระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีรอยต่อของชิ้นส่วนจำนวนมาก ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสะสม ตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมหรือช่องเปิดของท่อในงานระบบไม่ถูกต้องตามแบบการก่อสร้างจึงเกิดขึ้นบ่อย ต้องมีการแก้ไขเจาะใหม่ที่หน่วยงานก่อสร้าง จากนั้นต้องอุดปิดช่องว่างภายหลังอีกทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น การดำเนินการโครงการล่าช้า และส่งผลต่อคุณภาพของโครงการ

หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล เกิดจากระบบการจัดการข้อมูลเกี่ยวกับโครงการไม่ดีพอเมื่อแบบมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ได้แจ้งให้ทุกฝ่ายทราบ ไม่มีหน้าที่ผู้ประสานงานที่ชัดเจน เมื่อแบบไม่ตรงกันก็ต้องมีการแก้ไขงาน ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น การดำเนินการโครงการล่าช้า และส่งผลต่อคุณภาพของโครงการ

สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อการดำเนินการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งมีลำดับความสำคัญสูงและควรเสนอแนะแนวทางการแก้ไข เพื่อป้องกันหรือลดที่เกิดขึ้นคือ แรงงานขาดทักษะและความรู้เฉพาะทางสำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม ทำให้มีการเร่งรัดงาน ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง เช่นตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมหรือช่องเปิดของท่อในงานระบบไม่ถูกต้องและหน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล

# บทที่ 5
# การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา

ในบทนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยการศึกษาหาข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ราย จากนั้นใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) เพื่อหาข้อสรุปของแนวทางแก้ไขปัญหา โดยการรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ราย

## 5.1 ข้อสรุปสำหรับแนวทางแก้ไขปัญหา

5.1.1 ผลจากการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงจากแบบสอบถามปลายเปิดในรอบที่ 1

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นที่มีระดับความสำคัญสูงสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยเทคนิคเดลฟาย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถาม 3 รอบและนำคำตอบที่เป็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 3 มาสรุปผลการวิจัย โดยพิจารณาจากค่ามัธยฐาน หรือค่ากลางของคำตอบของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ในแต่ละแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ได้ทำการศึกษา โดยจัดส่งแบบสอบถามสำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหาไปยังผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 ราย แต่ได้รับการตอบกลับแบบสอบถามคืนจำนวน 12 ราย

แบบสอบถามรอบแรก (รายละเอียดคำถามแสดงในภาคผนวกส่วน ง) ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 คนตอบคำถามเพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหามีระดับความสำคัญสูงสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ

สาเหตุของปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงและต้องวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาได้แก่ (1) ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการผลิต (2) ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิตตรวจสอบความขัดแย้งกันของแบบผลิต (3) ความไม่แน่นอนของแบบ การเปลี่ยนแปลงของแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้ว (4) ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่งเนื่องจากการผูกรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม (5) การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ลำบากในการขนส่ง ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง (6) แรงงานขาดทักษะและความรู้เฉพาะทางสำหรับการ

ติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (7) แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ (8) การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม ทำให้มีการเร่งรัดงาน (9) ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง เช่นตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมหรือช่องเปิดของท่อในงานระบบไม่ถูกต้อง (10) หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล

สรุปการนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยการศึกษาหาข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ สารถสรุปแหล่งที่มาของแนวทางแก้ไขได้ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แหล่งที่มาของแนวทางการแก้ไขปัญหา

| สาเหตุของปัญหา | แนวทาง | ที่มา |
|---|---|---|
| ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบการผลิต | การใช้BIM ซึ่งเป็นแบบ 3 มิติเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบผลิต ตรวจสอบความเป็นไปได้ในการผลิต | Eastman et al., (2011) |
| แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ | 1. การใช้BIM ซึ่งเป็นแบบ 3 มิติเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างได้ ตรวจความขัดแย้ง | Eastman et al., (2011) |
| | 2 การจัดทำรายการตรวจสอบสำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน | การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ |
| ความไม่แน่นอนของแบบ การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิต | การใช้BIM ซึ่งเป็นแบบ 3 มิติจำลองภาพทำให้เจ้าของโครงการมองเห็นภาพโครงการได้ดีขึ้นทำให้มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบตั้งแต่ขั้นตอนออกแบบ | Eastman et al., (2011) |

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แหล่งที่มาของแนวทางการแก้ไขปัญหา

| สาเหตุของปัญหา | แนวทาง | ที่มา |
|---|---|---|
| หน่วยงานติดตั้งใช้แบบไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล | การใช้BIMที่มีการจัดเก็บและบริหารจัดการในฐานข้อมูลโครงการโดยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกทำให้ทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลง | Eastman et al., (2011) |
| ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน | 1. การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน | รณกร ชมธัญกาญจน์ (2555) |
| | 2. การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน | การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ |
| | 3. การจัดทำจัดทำขนาดของห้องมาตรฐาน | NJ Habraken et al., (1996) |
| การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ | การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป | การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ |
| การผูกรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม | จัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง | การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ |
| ขาดแรงงานที่มีทักษะและความรู้สำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 1. การใช้ห้องน้ำสำเร็จรูปเพื่อลดการจำนวนการใช้แรงงานที่ทักษะติดตั้ง | Schoenborn (2012) |
| | 2. การฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระยะเวลาที่เหมาะสม | การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ |
| การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม | จัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) | การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ |

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แหล่งที่มาของแนวทางการแก้ไขปัญหา

| สาเหตุของปัญหา | แนวทาง | ที่มา |
|---|---|---|
| ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง | 1 การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง | Aslan FRP Soft-Eye Openings (2011) |
| | 2 การเผื่อความคลาดเคลื่อนของช่องเปิดให้มากขึ้นลดความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง | การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ |

ผลการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงซึ่งสรุปผลจากแบบสอบถามปลายเปิดรอบที่ 1 ร่วมกับการค้นคว้าหาข้อมูลแนวทางแก้ไขปัญหาเพิ่มเติมจากหนังสือ ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถสรุปรายละเอียดแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ดังนี้

1) **การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร** (Building Information Modeling, BIM)

เนื่องจากการใช้แนวคิด BIM อาจป้องกันหรือแก้ไขสาเหตุของปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงซึ่งส่งผลให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินการในขั้นตอนการผลิต และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่สาเหตุดังต่อไปนี้

(1) ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต ตรวจสอบความขัดแย้งกันของแบบผลิตทำให้ไม่สามารถผลิตได้ตามแบบ

(2) ความไม่แน่นอนของแบบหรือแบบมีการเปลี่ยนแปลงแบบขณะดำเนินการผลิตหรือผลิตแล้วเสร็จบ่อยครั้งเพราะการออกแบบที่ผิดพลาดทำให้ต้องแก้ไขปัญหาปรับเปลี่ยนแบบ หรือเพราะผู้ออกแบบออกแบบไม่เสร็จสมบูรณ์ต้องมีแก้ไขปัญหาเปลี่ยนแปลงแบบทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิตหรือติดตั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(3) แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบเพราะความผิดพลาดในการประสานงานแบบร่วมกัน (Coordinated design) ระหว่างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และงานระบบทำให้ไม่สามารถก่อสร้างได้ตามแบบก่อให้เกิดความล่าช้า

(4) หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล เกิดจากขาดการประสานงานข้อมูลที่ดีระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ประโยชน์จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สามารถแบ่งออกตามกลุ่มของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในงานก่อสร้างได้ ดังนี้

- เจ้าของงาน ได้ประโยชน์ในขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการและขั้นตอนการออกแบบ จากการเพิ่มขึ้นของคุณภาพของอาคาร
- ผู้ออกแบบ สามารถมองภาพอาคารที่ถูกออกแบบได้รวดเร็วและมีความละเอียดมากขึ้น สามารถสร้างแบบก่อสร้างสองมิติที่มีความละเอียดและสอดคล้องกันได้ตลอดเวลาระหว่างทุกขั้นตอนการออกแบบ โดยขึ้นรูปเป็นแบบ 3 มิติทำให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างได้รวดเร็วขึ้น การตรวจสอบความขัดแย้งของแบบก่อสร้าง ใช้เทคนิค BIM ช่วยในการออกแบบ ซึ่งทำ ให้ทุกฝ่ายเข้าถึงข้อมูลล่าสุดได้ทันทีหลังจากการเปลี่ยนแปลง
- ผู้รับเหมาก่อสร้าง สามารถนำข้อมูลจากการออกแบบในการวางแผนรวมด้วยกันเพื่อการทำงานที่ดีขึ้น และตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างได้ก่อนขั้นตอนการก่อสร้าง การคำนวณปริมาณ การทำงานร่วมกัน การวางแผนโครงการ การเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง การจำลองรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ การจัดทำเอกสารและรายละเอียดแบบก่อสร้าง การสื่อสารระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และการจัดเก็บและบริหารจัดการในฐานข้อมูลโครงการโดยอนุญาตให้ทุกคนในโครงการสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ทำให้สามารถทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เป็นปัจจุบัน และการทำแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop drawing) สามารถทำการประมาณราคาพร้อมกับการออกแบบได้

การใช้ BIM เป็นการเขียนแบบในลักษณะรูปทรง 3 มิติ โดยองค์ประกอบทุกส่วนของอาคารล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับขั้นตอนด้านการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองอาคารในรูปของการกระจายและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อช่วยในการลดข้อผิดพลาดของการทำแบบก่อสร้าง

และเพื่อนำไปใช้ประกอบการบริหารโครงการ แต่เนื่องจากต้องมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงสูง โดยเฉพาะการพัฒนาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ไม่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Eastman, 2008)

แบบจำลองข้อมูลอาคาร หมายถึงกระบวนการสร้างข้อมูลชิ้นส่วนสามมิติที่สามารถคำนวณขนาดและหาปริมาณได้ โดยมีความละเอียดครบถ้วนและครอบคลุมเกี่ยวกับการออกแบบคุณภาพของงานก่อสร้าง ความสามารถสร้างได้ ลำดับการดำเนินงาน และการคำนวณต้นทุน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนในโครงการสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้ในทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยแบบจำลองดังกล่าวสามารถเพิ่มเติม ปรับปรุงและแก้ไขปัญหาข้อมูลโดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนได้และในทุกขั้นตอนของโครงการ นอกจากนี้หลักการทำงานดังกล่าวยังเป็นการรวบรวมข้อมูลที่กระจายตัวอย่างไม่เป็นระบบ สามารถนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ต้องสร้างซ้ำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน

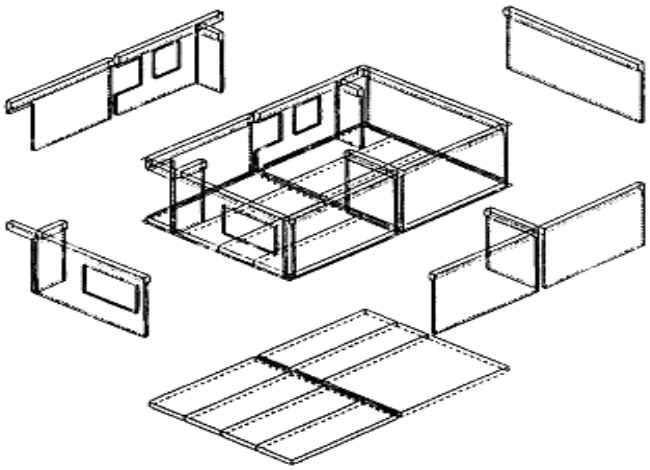
กระบวนการทำงานของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ถือเป็นแนวทางในการทำงานที่มาพร้อมกับการเจริญเติบของระบบดิจิตอลผ่านการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเพื่อตอบสนองความเจริญก้าวหน้าทางด้านธุรกิจ ซึ่งมีความต้องการข้อมูล (Information) ที่ถูกต้องผ่านการบริหารจัดการมาเป็นอย่างดี และมีการนำเสนอผลงานในลักษณะเสมือนจริงที่สามารถรับรู้มิติผ่านสื่อเชื่อมโยงทางอิเลคทรอนิกส์ (ทรงพล ยมนาค, 2553)

การประยุกต์ใช้ BIM ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปนอกจากปัจจัยด้านการใช้งานและประโยชน์ที่ได้รับจาก BIM แล้ว ปัจจัยด้านการผลิตมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเลือกใช้ เช่น การสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนออกแบบและก่อสร้าง การเขียนแบบก่อสร้างใช้เวลาน้อยลงซึ่งทำให้มีเวลาในการออกแบบเพิ่มมากขึ้น และความต้องการในการร้องขอข้อมูล (information requests) มีจำนวนลดลง เป็นต้น

ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องในการประยุกต์ใช้ BIM

1) ขั้นตอนการออกแบบ

ในการออกแบบทำให้มองเห็นลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในรูปแบบ 3 มิติได้ชัดเจนเจนขึ้น ทำให้ทราบระยะ มุมและข้อกำหนดเกี่ยวกับ ชิ้นส่วนที่ต่อเนื่องหรือซ้อนทับกัน การเชื่อมกันระหว่างรอยต่อ และชิ้นส่วนที่ขนาน ตรวจสอบความสามารถสร้างได้ของแบบก่อนดำเนินขั้นตอนการก่อสร้าง ตรวจสอบความขัดแย้งของโครงสร้างด้วยแบบจำลอง 3 มิติ ง่ายต่อการปรับเปลี่ยนตัวแปรของการออกแบบหรือการเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง ช่วยในการออกแบบร่วมกันระหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการจากองค์กรที่ต่างกัน ดังนั้นควรกำหนดให้ผู้ออกแบบเขียนไฟล์ที่สามารถใช้ร่วมกับเทคโนโลยี BIM ตั้งแต่เริ่มการออกแบบ



รูปที่ 5.1 รายละเอียดของแบบจำลอง 3 มิติ สำหรับการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2) ขั้นตอนการผลิต

สามารถตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างสำหรับการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปดำเนินการผลิตตามรายละเอียด โดยอาจเพิ่มความสามารถในการปรับปรุงการผลิตชิ้นส่วนด้วยระบบดิจิตอล ส่งข้อมูลไปยังเครื่องจักรเพื่อผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยทั้งหมดเป็นการทำงานในแบบ 3 มิติ สามารถสรุปปริมาณวัสดุต่างๆ ได้ทันที ทำให้การทำงานเป็นไปด้วยความถูกต้อง รวดเร็ว และลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ หากเป็นการทำงานในระบบที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลกันการเขียนรูป 3 มิติ ทำให้ตรวจสอบว่า สามารถประกอบโครงสร้างเข้ากันได้ก่อนการผลิตจริง

โดยไม่จำเป็นต้องทดลองผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมาทดลองประกอบเพื่อหาข้อบกพร่อง

3) ขั้นตอนการวางแผนงานและการติดตั้ง

ใช้สำหรับสำรวจและวางผังพื้นที่ก่อสร้างใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร โดยจำลองลักษณะอาคารเพื่อการสื่อสารระหว่างเจ้าของงาน ผู้รับเหมาและบริษัทที่ปรึกษา ทำแบบขยายสำหรับงานก่อสร้างจริง (Shop drawing) เพื่อให้วิศวกรยืนยันและนำไปใช้ในการก่อสร้างได้จริง ใช้วิเคราะห์พื้นที่ในการติดตั้ง และช่วยด้านการติดตั้งของงานระบบประกอบอาคาร ใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบ เจ้าของงาน และตัวแทนที่เกี่ยวข้อง การจัดเก็บและบริหารจัดการไว้ในฐานข้อมูลโครงการและอนุญาตให้ทุกคนในโครงการสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ทำให้สามารถทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เป็นปัจจุบัน

**2) การจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน**

เนื่องจากสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูงซึ่งส่งผลให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินการในขั้นตอนการผลิต และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่ แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบเพราะความผิดพลาดในการประสานงานแบบร่วมกัน (Coordinated design) ระหว่างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบทำให้ไม่สามารถก่อสร้างได้ตามแบบก่อให้เกิดความล่าช้า โดยความผิดพลาดนั้นอาจเกิดจากการการประสานงานแบบร่วมกันไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ และการตรวจสอบในการประสานงานแบบร่วมกันยังไม่ดีพอ การประสานงานทั้งที่แบบสำหรับงานสถาปัตยกรรมยังไม่สรุปแน่นอน ส่งผลให้เกิดตำแหน่งของช่องเปิดหรืออุปกรณ์ฝังไม่ตรงตามแบบในการก่อสร้างและขนาดช่องเปิดไม่ตรงตามแบบ

ขั้นตอนรายการสำหรับการตรวจสอบสำหรับจุดที่ต้องมีการประสานงานแบบร่วมกันเพื่อป้องกันการประสานงานแบบก่อสร้าง ไม่ครบถ้วนหรือยังไม่เสร็จสิ้นทั้งหมด โดยในรายการตรวจสอบมีการระบุผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งต้องเข้าร่วมในการประชุมอย่างชัดเจน ระยะเวลาในการประชุมที่เหมาะสม ผู้เข้าร่วมประชุมบางส่วนอาจไม่มีความเกี่ยวข้องกับหัวข้อที่พิจารณาในขณะนั้น ส่งผลให้สูญเสียเวลาปฏิบัติงาน และสูญเสียสมาธิในการจดจ่อกับการประชุม ดังนั้น ที่ประชุมควร

จัดลำดับหัวข้อการประชุมให้กระชับ และเหมาะสมกับผู้เข้าร่วมประชุมในช่วงเวลา มีคำเตือนให้พิจารณาอย่างละเอียดสำหรับจุดที่มีข้อบกพร่องบ่อยครั้ง โดยตัวอย่างรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน แสดงใน ตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตัวอย่างรายการตรวจสอบสำหรับการประสานแบบร่วมกัน

| รายการตรวจสอบการประสานแบบร่วมกัน | ประสานงานร่วมกัน | | | ผู้เกี่ยวข้อง |
|---|---|---|---|---|
| | Yes | No | N/A | |
| 1 ตำแหน่งรอยต่อสัมพันธ์ระหว่างคานคอดินและพื้น | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายผลิต |
| 2 ความเข้ากันได้ของรอยต่อระหว่างพื้น | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายผลิต |
| 3 ความเข้ากันได้ของรอยต่อระหว่างผนัง | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายผลิต |
| 4 ตำแหน่งรอยต่อสัมพันธ์ระหว่างผนังและพื้น | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายผลิต |
| 5 ตำแหน่งของช่องเปิดระบบไฟฟ้าที่ผนังเข้ากับงานโครงสร้าง | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายไฟฟ้า, สถาปนิก, วิศวกรฝ่ายผลิต |
| 6 ตำแหน่งของช่องเปิดระบบไฟฟ้าที่ผนังเข้ากับงานสถาปัตยกรรมและการใช้งาน | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายไฟฟ้า, สถาปนิก, วิศวกรฝ่ายผลิต |
| 7 ตำแหน่งของระบบไฟฟ้าแสงสว่างเข้ากับงานสถาปัตยกรรมของฝ้า | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายไฟฟ้า, สถาปนิก, วิศวกรฝ่ายผลิต |
| 8 ตำแหน่งระบบท่อประปาบริเวณห้องน้ำเข้ากับสุขภัณฑ์และงานสถาปัตยกรรม | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายสุขาภิบาล, สถาปนิก, วิศวกรฝ่ายผลิต |

**3) การกำหนดแบบมาตรฐาน**

เนื่องจากสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูงซึ่งส่งผลให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินการในขั้นตอนการผลิต และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่ ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายและแตกต่างกัน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการผลิต หรือแบบมีความเฉพาะทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง หรืออาจเป็นอุปสรรคในการติดตั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบที่ได้รับการออกแบบโดยยึดงานสถาปัตยกรรมเป็นหลัก โดยเกิดจากผู้ออกแบบมีการออกแบบลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูปใหม่ทุกครั้งที่มีโครงการใหม่ทำให้มีขนาดหรือรูปแบบของชิ้นส่วนจำนวนมาก ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาได้ดังนี้

3.1) การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน เป็นการจัดกลุ่มช่องเปิดประตูหน้าต่างที่มีอยู่แล้วเพื่อลดจำนวนช่องเปิด ทำให้ผู้ออกแบบได้เลือกใช้ได้ง่ายขึ้น อีกทั้งการใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถใช้ได้ง่ายขึ้น โดยช่องเปิดที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ควรเลือกเพื่อเป็นช่องเปิดมาตรฐานสำหรับขนาดนั้น รูปร่างของช่องเปิดที่มีขนาดใกล้เคียงกันส่งผลให้เกิดแบบหล่อจำนวนมากเนื่องจากหน้าต่างแต่ละขนาดจำเป็นต้องใช้แบบหล่อสำหรับแต่ละขนาด ทำให้ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากต้องเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตแบบหล่อแล้ว ยังต้องการพื้นที่เก็บแบบหล่อมากขึ้นด้วยดังรูปที่ 5.2 ดังนั้นควรกำหนดแบบมาตรฐานที่มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกันเพื่อลดจำนวนแบบหล่อที่มีความหลากหลาย

รูปที่ 5.2 การกองเก็บของช่องเปิดหน้าต่างที่มีจำนวนมากมีรูปร่างใกล้เคียงกัน

ขั้นตอนการจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาขนาดรูปร่างประตูและหน้าต่างที่มีการใช้งานในอดีต

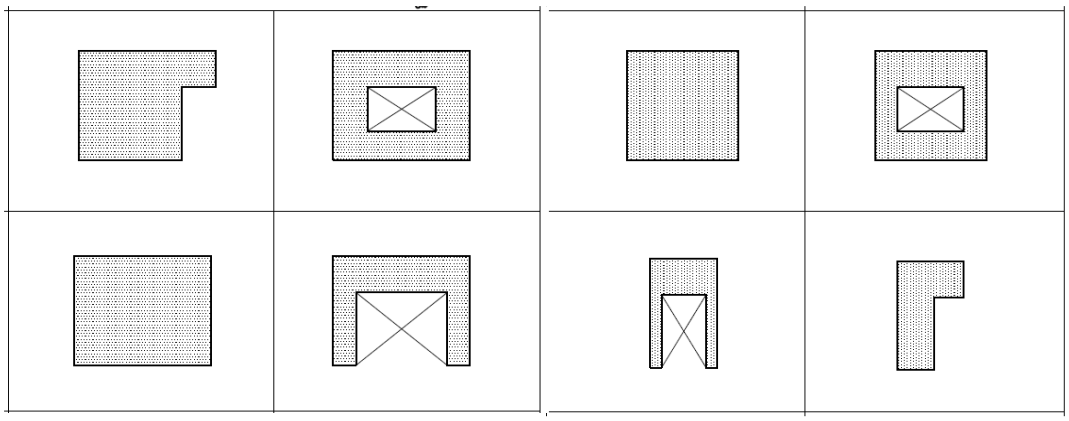
ขั้นตอนที่ 2 จัดทำตารางแสดงขนาดรูปร่างประตูและหน้าต่างที่มีการใช้งาน เป็นการเก็บข้อมูลของช่องเปิดประตูหน้าต่างที่มีในปัจจุบัน โดยแสดงลงในตาราง เพื่อสามารถเปรียบเทียบขนาดของประตูหน้าต่างได้ง่ายขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 จัดกลุ่มช่องเปิดที่มีรูปร่างใกล้เคียงกัน

ขั้นตอนที่ 4 เลือกช่องเปิดเพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มเพื่อเป็นช่องเปิดมาตรฐานโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจากจำนวนแบบหล่อที่มีความถี่ในการใช้งานสูง เพื่อให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ในการผลิตต่อไป เป็นการลดความหลากหลายของชิ้นส่วนสำเร็จรูป และลดการทำแบบสำหรับช่องเปิดใหม่

3.2) การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน

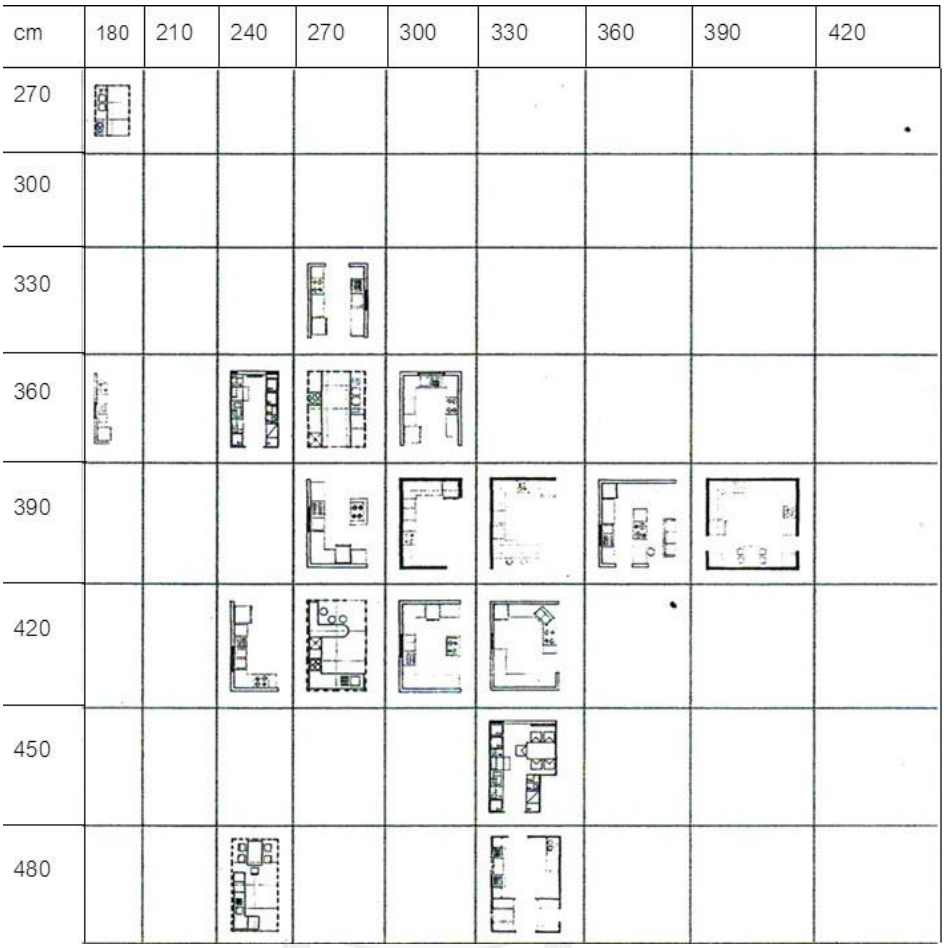
โดยการกำหนดขนาดและรูปร่างมาตรฐานของชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละประเภท เช่น พื้นหรือผนัง เพื่อผลิตเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยการกำหนดขนาดที่เป็นมาตรฐานช่วยให้การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถผลิตได้ครั้งละจำนวนมาก แรงงานเกิดความชำนาญมากขึ้น ลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการปรับแต่งแบบหล่อและเครื่องจักรในการผลิตและมีการใช้ประโยชน์จากแบบหล่อได้อย่างเต็มที่ ดังรูปที่ 5.3 โดยอาจใช้ข้อมูลในอดีตที่มีการใช้รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปบ่อยครั้งและกำหนดชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน โดยต้องมีรายละเอียดในการผลิตที่ครบถ้วนสมบูรณ์ เช่น ขนาดกว้าง ยาว ความหนา ตำแหน่งช่องเปิด ตำแหน่งเหล็กเสริม ตำแหน่งรอยต่อ เป็นต้น โดยทางหน่วยงานผลิตอาจส่งแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน (Typical component) ให้แก่ผู้ออกแบบเลือกใช้ การเลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานเป็นการประหยัดระยะเวลาในการออกแบบรายละเอียดของชิ้นส่วน ประหยัดเวลาในการประกอบแบบหล่อใหม่ และลดความหลากหลายของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งการจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐานทำให้การผลิตเร็วขึ้นเพราะชิ้นส่วนมีลักษณะเหมือนกันทำได้เหมือนกันการผลิตมีการทำงานซ้ำๆ และมีการใช้ทรัพยากรแทนกันได้



รูปที่ 5.3 ตัวอย่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐานให้ผู้ออกแบบเลือกใช้

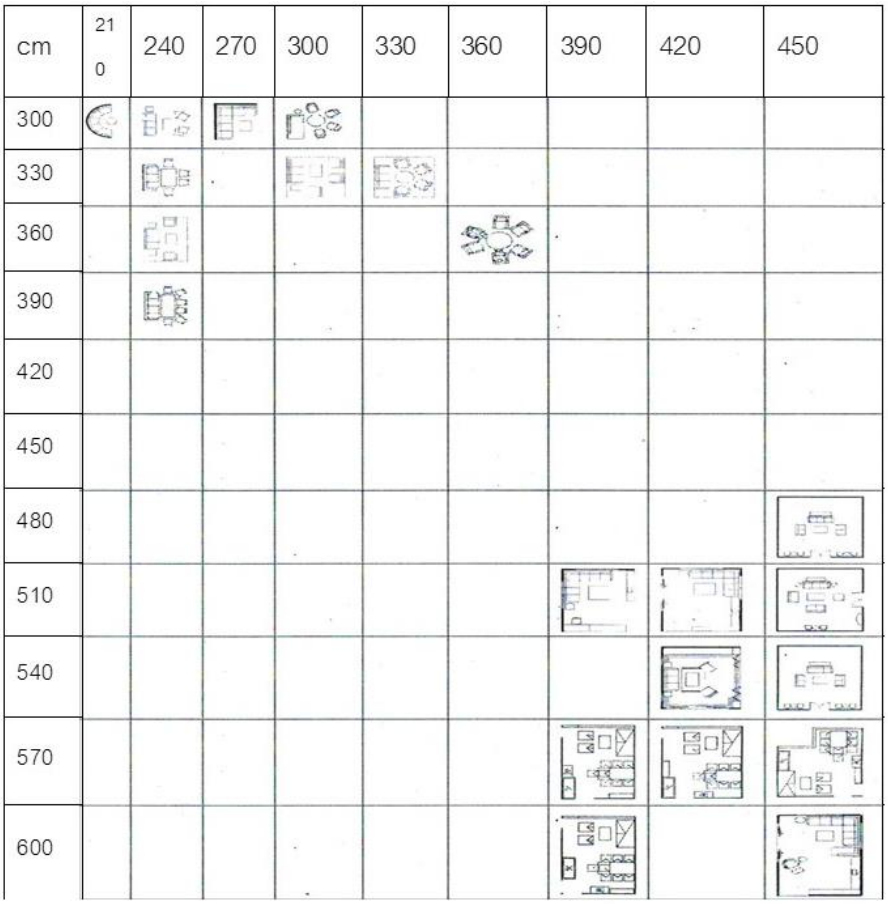
3.3) การจัดทำจัดทำขนาดของห้องมาตรฐาน เช่น ห้องนอน ห้องน้ำ ห้องรับแขก ห้องครัว เป็นต้น ซึ่งทำให้สามารถกำหนดขนาดมาตรฐานของชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยลงรายละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีต รอยต่อชิ้นส่วน การเสริมเหล็กในชิ้นส่วนคอนกรีต โดยรายละเอียดประกอบแบบของแต่ละห้องแสดงลักษณะและขนาด ความหนาของชิ้นส่วนสำเร็จรูป อุปกรณ์ฝังในผนัง ช่องเปิด ประตู หน้าต่าง รวมทั้งงานสถาปัตยกรรมและงานระบบสำหรับห้องมาตรฐาน เช่น การจัดวางเฟอร์นิเจอร์หรือสุขภัณฑ์ โดยให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกขนาดของห้องที่ต้องการจากรายการห้องมาตรฐาน เพื่อแก้ความหลากหลายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ล่าช้า โดยผู้ผลิตหรือโรงงานผลิตควรเป็นผู้กำหนดขนาดมาตรฐาน ดังรูปที่ 5.4 และรูปที่ 5.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University




รูปที่ 5.4 ตัวอย่างขนาดห้องครัวมาตรฐานสำหรับผู้ออกแบบเลือกใช้ (Habraken,1976)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University




รูปที่ 5.5 ตัวอย่างขนาดห้องรับแขกมาตรฐานสำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ (Habraken,1976)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**4) การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป**

เนื่องจากการออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ลำบากในการขนส่ง ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง การวางแผนการขนส่งที่ดีควรเริ่มวางแผนตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เริ่มสำรวจเส้นทางเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการขนส่ง ตั้งแต่เมื่อทราบที่ตั้งของโครงการ โดยสิ่งที่มีผลต่อการขนส่งคือ ความกว้างของถนน และความสูงของสิ่งกีดขวางระหว่างทาง เช่น สายไฟฟ้า สะพาน เป็นต้น จำเป็นต้องสำรวจความกว้าง ความสูงและอุปสรรคของเส้นทางขนส่งก่อนการออกแบบจากนั้นกำหนดความสามารถในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งควรกำหนดความสูง ความกว้าง เป็นข้อกำหนดขั้นต่ำในการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Minimum Requirement) เพื่อแจ้งให้ผู้ออกแบบทราบถึงขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่สามารถออกแบบได้ และเป็นแนวทางในการป้องกันที่อาจเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่ง รวมทั้งศึกษาเส้นทางการเข้าออกของรถบรรทุกภายในโครงการก่อสร้าง โดยต้องมีการวางแผนงาน

จำนวนชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่อคัน มีน้ำหนักรวมกันที่ไม่เกินกฎหมายกำหนด มีจำนวนแผ่นไม่น้อยเกินไป และมีจำนวนแผ่นเพียงพอสำหรับการติดตั้งในแต่ช่วงเวลา

5) **การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง**

เนื่องจากความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่งเนื่องจากการผูกรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสมชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่เป็นชิ้นส่วนที่ได้รับความเสียหายจากการขนส่งได้ง่ายดังนั้นจึงตรวจสอบการยึดรั้ง การล็อคชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้แน่นหนาและมีคุณภาพเพียงพอ การเพิ่มความระมัดระวังในขั้นตอนผูกรัดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับรถขนส่งที่ต้องแน่นหนา หน่วยงานควรจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นงานแล้วถ่ายทอดข้อมูลให้กับผู้ปฏิบัติงาน รูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่อาจเกิดความเสียหายจากการขนส่ง โดยอาจกำหนดถ้าหากชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีช่องเปิดขนาดหรือรูปร่างแบบนี้ ดังนั้นต้องมีการค้ำยันและผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างไร รวมทั้งมีการใช้อุปกรณ์เพื่อป้องกันการกระแทกระหว่างรถและชิ้นส่วนสำเร็จรูป

6) **การเพิ่มความสำเร็จรูปของระบบก่อสร้าง**

เนื่องจากกระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือในการติดตั้งจำนวนมาก ทำให้เกิดการขาดแคลนแรงงานหรือช่างติดตั้งที่มีทักษะฝีมือ ซึ่งการเพิ่มความสำเร็จรูปของระบบก่อสร้างช่วยลดจำนวนแรงงานช่างฝีมือสำหรับการติดตั้งและลดขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพ ทำให้การดำเนินงานติดตั้งที่หน้างานรวดเร็วขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการด้านเวลา และการขาดแรงงานที่มีทักษะได้

ตัวอย่าง ได้แก่การใช้ห้องน้ำสำเร็จรูป (Prefabricated bathroom) ซึ่งเป็นห้องน้ำที่ผลิตสำเร็จจากโรงงานตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อติดตั้งและประกอบแล้วเสร็จจากโรงงานสามารถยกมาติดตั้งที่หน่วยงานก่อสร้าง โดยทำการต่อท่อน้ำดีและน้ำเสียที่หน่วยงานก่อสร้าง เป็นการเพิ่มความสำเร็จรูปให้กับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่เพียงโครงสร้างสำเร็จรูป แต่ยังเพิ่ม

ความสำเร็จรูปสำหรับงานสถาปัตยกรรมและงานระบบอีกด้วย โดยประกอบสุขภัณฑ์และท่อต่อให้แล้วเสร็จตั้งแต่โรงงาน ลักษณะการติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปดังรูปที่ 5.6 และรูปที่ 5.7

รูปที่ 5.6 การติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปที่ใช้จำนวนแรงงานฝีมือน้อยลง

รูปที่ 5.7 การติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูป โดยการตรวจสอบตำแหน่งระยะ ระดับให้ถูกต้องก่อนติดตั้ง

รูปที่ 5.8 การติดตั้งท่อน้ำภายในห้องน้ำสำเร็จรูปเพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่หน่วยงานก่อสร้าง

ข้อดีของห้องน้ำสำเร็จรูป

1.) ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง ได้แก่

(1) สามารถควบคุมเวลาการผลิตโดยใช้เครื่องจักรในสายการผลิตเฉพาะจากโรงงาน และส่งมอบเพื่อไปติดตั้งที่หน่วยงานก่อสร้างได้ทันที ดังรูปที่ 5.8 โดยอาจไม่ต้องจัดเก็บในโครงการเป็นระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time: JIT)

(2) ลดระยะเวลาในการทำงานที่หน่วยงานก่อสร้างลง ช่วยปรับปรุงผลิตภาพของโครงการโดยลดงานที่ต้องทำหน่วยงานก่อสร้าง

2.) ด้านคุณภาพ ได้แก่

(1) สามารถควบคุมคุณภาพได้ดีจากการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย มีความแม่นยำสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ฝังจากทางโรงงาน

(2) ลดจำนวนการใช้แรงงานช่างฝีมือในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(3) ช่วยลดการรั่วซึมของน้ำบริเวณรอยต่อในห้องน้ำเนื่องจากควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า

(4) เพิ่มการก่อสร้างได้ของชิ้นส่วนสำเร็จรูป แก้ไขปัญหาตำแหน่งของช่องเปิดบริเวณชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ตรงกับสุขภัณฑ์ซึ่งอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง

(5) ลดความเสี่ยงในการทำงานเนื่องจากสภาพอากาศไม่เหมาะสม

(6) สามารถลดเศษเหลือจากวัสดุ เช่น เศษปูน เศษกระเบื้องได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในด้านการออกแบบด้านสถาปัตยกรรมและงานระบบ

(1) การตกแต่งผนังของชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายนอกของห้องน้ำสำเร็จรูป

(2) ระดับของพื้นห้องน้ำ และระดับของพื้นภายนอก

(3) ตำแหน่งของท่อน้ำ (Service shaft) และการเข้าถึงสำหรับการบำรุงรักษา

(4) การวางผังของระบบปั๊มสุขาภิบาล (Sanitary plumbing system)

(5) การการวางผังงานไฟฟ้า ตำแหน่งของช่องเปิด

(6) ตำแหน่งและขนาดของสุขภัณฑ์ ตำแหน่งและขนาดของประตู

(7) ประเภทของพื้นผิวของพื้นและผนังห้องน้ำสำเร็จรูปเช่น กระเบื้อง โดยผู้ออกแบบต้องเลือกประเภทระบุความต้องการแก่ผู้ขายก่อนการตัดสินใจเลือกใช้ห้องน้ำสำเร็จรูป โดยสิ่งที่ต้องพิจารณาในด้านการออกแบบด้านโครงสร้าง ได้แก่

(1) น้ำหนักของห้องน้ำสำเร็จรูป เพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกเครื่องจักรหรือทาวเวอร์เครนสำหรับการติดตั้ง โดยทั่วไปในตลาดห้องน้ำสำเร็จรูปมีน้ำหนักประมาณ 0.5-3 ตัน ขึ้นกับวัสดุที่ใช้

(2) วิธีการยกสำหรับติดตั้ง พิจารณาจุดยก

(3) ประเภทของ Floor trap

(4) ความลาดเอียงของพื้นห้องน้ำสำหรับการระบายน้ำ

7) **จัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน** (Work Packages Schedule)

เนื่องจากการกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ที่ไม่เหมาะสม การควบคุมแผนงานไม่ดีพอ การวางแผนการใช้งานทรัพยากรไม่เหมาะสม หรือมีการบริหารจัดการทรัพยากรไม่สมดุลกับขนาดงานส่งผลให้มีการเร่งรัดงานหรือการดำเนินงานล่าช้า

โครงการก่อสร้างโดยทั่วไปมักมีแผนการทำงานที่กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จงานของแต่ละกิจกรรม ซึ่งการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นระบบการเข้าดำเนินงานก่อสร้างอาคารชุดสำหรับอาคารนั้นๆ โดยในแต่ละวันทำงานของ 1 อาคารมีการเข้างานพร้อมกันหลายกิจกรรม ดังนั้นการที่ระบุวันเริ่มและวันแล้วเสร็จไม่สามารถควบคุมการทำงานให้มีประสิทธิภาพและตรงตามแผนงานได้ นำไปสู่การจัดการด้านเวลาในการทำงานที่ไม่เหมาะสม ทำให้บางกิจกรรมไม่สามารถเข้างานได้หรือใช้เวลามากกว่าที่แผนกำหนด

จากการเก็บข้อมูลขั้นตอนการดำเนินงานในโครงการตัวอย่างพบว่า ในการทำงานจริงมีขั้นตอนการทำงานหลากหลายรูปแบบตามประสบการณ์ของผู้ก่อสร้างและสถานการณ์หน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความแปรปรวนของกระบวนการติดตั้ง การแทรกแซงงาน การรอการแก้ไขปัญหางาน เป็นต้น ดังนั้นการจัดทำแผนงานมาตรฐานเป็นการวางแผนงานให้สอดคล้องกับการทำงานจริง เพื่อลำดับขั้นตอนการทำงานให้เป็นระบบ และเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยแสดงถึงขั้นตอนดำเนินงาน ระยะเวลา ผู้ที่เกี่ยวข้อง แรงงาน วัสดุ เครื่องมือ และเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจัดทำเป็นชุดกลุ่มงาน (Work Package) ประกอบด้วย งานวิศวกรรมโครงสร้าง (การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป) งานสถาปัตยกรรม และงานระบบ ตามลำดับ

ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับใช้ในการจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน ดังนี้

1) แผนงานหลัก (Master Plan)
   ในแผนงานหลักบ่งบอกถึงวันเริ่มต้น วันสิ้นสุดของโครงการ รวมถึงงานต่างๆที่ต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ โดยมีลำดับขั้นตอนก่อนหลังเช่น งานวิศวกรรมโครงสร้างสามารถแบ่งงานก่อนหลังออกเป็น งานวางคานคอดินสำเร็จรูป งานวางชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูป งานสำรวจเพื่อหาแนวระยะติดตั้งผนัง งานติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป และงานโครงหลังคา
2) ปริมาณแรงงานและผลิตภาพของงาน (Productivities) เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่มีความสำคัญในการจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน ทั้งข้อมูลด้านปริมาณแรงงานในแต่ละวัน และอัตราผลิตภาพ

ตารางที่ 5.3 ตัวอย่างปริมาณแรงงานและผลิตภาพของงานเพื่อใช้ในการจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work package)

| **รายการงาน** | **ผลิตภาพ (หน่วย/วัน)** | **ปริมาณแรงงาน (คน)** |
|---|---|---|
| งานวางชิ้นส่วนพื้น | 15 ชิ้นส่วน | 25 |
| สำรวจแนวระยะผนัง | 1 ชั้น | 5 |
| งานวางผนัง | 20 ชิ้นส่วน | 25 |

3) ปริมาณงานทั้งหมดของงานแต่ละส่วน
4) การกำหนดจำนวนวันทำงานในแต่ละชุดกลุ่มงาน โดยจำนวนวันทำงาน เท่ากับปริมาณงานทั้งหมดหารด้วยผลิตภาพต่อหนึ่งวัน
   เช่น งานติดตั้งพื้นสำเร็จรูป 1 ชั้น มีจำนวนแผ่นทั้งหมด 100 ชิ้น โดยชุดติดตั้งสามารถดำเนินการได้ 15 ชิ้นต่อวัน ดังนั้นสามารถหาจำนวนวันได้ (100/15 = 6.67 วัน หรือประมาณ 7 วัน) ซึ่งอาจใช้ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันทำงานของหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างเป็นตัวแทนจำนวนวันทำงานของชุดกลุ่มงาน เนื่องจากต้องดำเนินการติดตั้งให้แล้วเสร็จก่อนจึงเริ่มงานอื่นๆได้
5) การกำหนดจำนวนชุดกลุ่มงาน คำนวณได้โดยหาจำนวนวันของงานก่อน นั่นคือ ปริมาณงานทั้งหมดหารด้วยผลิตภาพต่อหนึ่งวัน จากนั้นนำจำนวนวันของงานที่ต้องทำหารด้วยจำนวนวันทำงานที่เป็นตัวแทนของชุดกลุ่มงาน เช่นตัวอย่างงานวางผนังชั้น 1 มีจำนวน 276 ชิ้น โดยต้องใช้เวลาเท่ากับ (276/20) 13.8 วัน หรือประมาณ 14 วัน ดังนั้นจึงต้องมี 2 ชุดกลุ่มงาน

สิ่งที่ต้องพิจารณาคือต้องปฏิบัติงานที่อยู่ในชุดกลุ่มงานที่ 1 ให้แล้วเสร็จทั้งหมดภายในระยะเวลาจำนวนวันทำงานของชุดกลุ่มงานที่กำหนดข้างต้น จากนั้นจึงเริ่มปฏิบัติงานที่อยู่ในชุดกลุ่มงานที่ 2 โดยมีระยะเวลาแต่ละชุดกลุ่มงานเท่ากัน

ข้อดีของแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule)

1) ระยะเวลาดำเนินงานในแต่ละชุดกลุ่มงานเท่าๆกัน การดำเนินงานเป็นไปตามลำดับก่อนหลังทำให้สามารถปรับปรุงและพัฒนาแผนดำเนินการด้านเวลาในการทำงานละเอียดชัดเจนขึ้น และสามารถติดตามควบคุมแผนงานได้ละเอียดขึ้น
2) แผนการทำงานอ้างอิงจากการทำงานจริงโดยปรับปรุงจากผลิตภาพในการทำงานที่เกิดขึ้นในการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) โดยสมมติให้จำนวนวันทำงานของชุด 7 วัน

| กิจกรรม | Floor 1 : 12 Units | | | | Floor 2 : 14 Units | | | | Floor 2 : 14 Units | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | AI | Z.1 | Z.2 | Z.3 | AI | Z.1 | Z.2 | Z.3 | AI | Z.1 | Z.2 | Z.3 |
| งานวิศวกรรมโครงสร้าง | | | | | | | | | | | | |
| งานวางแผ่นพื้น | 1 | | | | 4 | | | | 7 | | | |
| งานสำรวจเพื่อหาแนวระยะติดตั้งผนัง | | 2 | 3 | | | 5 | 6 | | | 8 | 9 | |
| งานติดตั้งแผ่นผนัง | | 2 | 3 | | | 5 | 6 | | | 8 | 9 | |
| งานโครงหลังคา | | | | | | | | | | | | |

จากตารางที่ 5.4 แสดงการวางแผ่นพื้นแต่ละชั้นมี 1 work packages ใช้เวลา 7 วัน การสำรวจหาแนวระยะติดตั้งผนังมี 2 work packages ใช้ เวลา 14 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**8) การฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป**

แรงงานที่ทำงานในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจไม่มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มาก่อนทำให้ทักษะในการทำงานไม่เพียงพอ ทำให้ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานและการทำงานที่ล่าช้า การฝึกอบรมทักษะฝีมือของแรงงานในงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการทำงานเป็นการสร้างพื้นฐานในการทำงานที่ดี ส่งผลต่อความรับผิดชอบต่องานที่ปฏิบัติและงานที่มีคุณภาพ ควรกำหนดเวลาสำหรับการฝึกอบรมให้เพียงพอกับทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมในการฝึกอบรมแรงงานใหม่ใช้เวลาประมาณ 5 วันโดยฝึกอบรมทั้งในภาคทฤษฎีและการทำงานในภาคปฏิบัติ

การฝึกอบรมเบื้องต้นก่อนเริ่มการทำงานควรฝึกอบรมภาคทฤษฎีโดยวิธีการบรรยายเพื่อให้แรงงานทราบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการก่อสร้างก่อนการทำงานจริง รวมทั้งทักษะที่จำเป็น

ในการทำงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเนื้อหาในการนำเสนอควรมีรูปภาพประกอบเพราะทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนหรืออาจมีการถ่ายทำวีดีโอจากสถานที่ก่อสร้างมาฉายประกอบด้วย หรือมีการใช้เทคโนโลยีจำลองการทำงานที่เหมือนการทำงานจริงในสถานที่ก่อสร้างให้แรงงานเห็นภาพรวม ซึ่งควรทำการฝึกอบรมก่อนเริ่มทำงานในสถานที่ก่อสร้างจริง จากนั้นแรงงานที่เพิ่งเข้าทำงานใหม่อาจเรียนรู้จากคู่มือสำหรับการทำงานเสริมเพิ่มเติมจากการฝึกอบรมโดยในคู่มือควรมีรูปภาพแสดงขั้นตอนในการทำงานและมีรายละเอียดอธิบายที่ง่ายต่อความเข้าใจ

การอบรมขณะปฏิบัติงาน คือการฝึกปฏิบัติในสถานที่ก่อสร้างให้แรงงานเริ่มทำงานจริงในสถานที่ก่อสร้างโดยมีการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน มี 2 วิธีดังนี้

1. การสอนงาน (Coaching) โดยให้แรงงานที่มีประสบการณ์มาสอนงานให้กับแรงงานใหม่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยให้การกำกับดูแล แนะนำแก่แรงงานใหม่อย่างใกล้ชิด
2. การฝึกอบรมด้วยการฝึกงาน (Apprenticeship training) ให้แรงงานใหม่ไปเริ่มงานกับชุดติดตั้งที่มีประสบการณ์และกำลังทำงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ก่อน เมื่อครบกำหนดเวลาอบรมจึงย้ายไปในชุดติดตั้งของตนเอง

**9) การออกแบบช่องเปิดเพื่อลดความผิดพลาดของตำแหน่ง**

9.1) การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะช่องเปิดที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring)

เนื่องจากในการทำงานในโครงการก่อสร้างอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งบ่อยครั้งที่ช่องเปิดที่ทำไว้ก่อนจากโรงงานอาจไม่ตรงกับตำแหน่งของแบบก่อสร้างส่งผลให้ต้องมีการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้างอีกครั้ง ทำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อนและเสียเวลาในการอุดปิดช่องเปิดที่ไม่สามารถใช้งานได้ การทำ Soft-eye opening คือการเว้นพื้นที่สำหรับการเจาะช่องเปิดที่หน่วยงานก่อสร้าง โดยไม่มีการใส่เหล็กเสริมในบริเวณที่คาดว่าเป็นช่องเปิดสำหรับงานท่อระบบสาธารณูปโภคทำให้ง่ายต่อการเจาะที่หน้า ดังนั้นการทำ Soft-eye opening จึงมีข้อดีคือ ช่วยลดระยะเวลาการทำงานสำหรับขั้นตอนการจัดวางช่องเปิด (block-out) ในโรงงาน และลดระยะเวลาในการแก้ไขปัญหางานจากความผิดพลาดของตำแหน่งช่องเปิดที่อาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งซึ่งหลีกเลี่ยงได้ยาก

9.2) การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค

เนื่องจากในการทำงานในโครงการก่อสร้างอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งซึ่งหลีกเลี่ยงยาก ทำให้เกิดตำแหน่งของช่องเปิดหรืออุปกรณ์ฝังไม่ตรงตามแบบในการก่อสร้าง บ่อยครั้งที่ช่องเปิดที่ทำไว้ก่อนจากโรงงานอาจไม่ตรงกับตำแหน่งของแบบก่อสร้างส่งผลให้ต้องมีการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้างอีกครั้ง การใช้ค่าเผื่อความคลาดเคลื่อน (Tolerance) สำหรับช่องเปิดให้มากขึ้นเพื่อรองรับความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้ง ข้อดีคือลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนจากการการเจาะช่องเปิดที่หน่วยงานก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้าง

5.1.2 ผลจากการวิเคราะห์ข้อสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคนิคเดลฟายรอบที่ 2

แบบสอบถามรอบที่ 2 (รายละเอียดคำถามแสดงในภาคผนวก ง) โดยการรวบรวมทุกประเด็นความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้ตอบแบบสอบถามในรอบที่ 1 แล้วนำมาสร้างเป็นแบบสอบถามในรูปของแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลที่ได้จากแบบสอบถามในรอบนี้ วิเคราะห์โดยใช้ค่ามัธยฐานและค่าพิสัยควอไทล์ ดังตารางที่ 5.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.5 ระดับความเห็นด้วยและความสอดคล้องของความคิดเห็นต่อแนวทางการแก้ไขปัญหา

| สรุปแนวทางแก้ไขปัญหา (รอบที่ 2) | มัธยฐาน | พิสัยระหว่างควอไทล์ | ผลต่างระหว่างมัธยฐานและฐานนิยม | ระดับความเห็นด้วย | ความสอดคล้องของความเห็น |
|---|---|---|---|---|---|
| การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) | 5 | 1 | 0 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน | 4 | 1 | 0 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน | 4.5 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน | 4.5 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยมาก | สอดคล้อง |
| การจัดทำจัดทำรูปแบบห้องมาตรฐาน | 4 | 1 | 0 | เห็นด้วยมาก | สอดคล้อง |
| การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 4 | 1 | 0 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง | 4 | 0.75 | 0 | เห็นด้วยมาก | สอดคล้อง |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.5 (ต่อ) ระดับความเห็นด้วยและความสอดคล้องของความคิดเห็นต่อแนวทางการแก้ไขปัญหา

| สรุปแนวทางแก้ไขปัญหา (รอบที่ 2) | มัธยฐาน | พิสัยระหว่างควอไทล์ | ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย | ระดับความเห็นด้วย | ความสอดคล้องของความเห็น |
|---|---|---|---|---|---|
| การเพิ่มความสำเร็จรูปให้มากขึ้น (ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป) | 4 | 1.75 | 0 | เห็นด้วยมาก | ไม่สอดคล้อง |
| การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) | 4 | 1 | 0 | เห็นด้วยมาก | สอดคล้อง |
| การฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 4 | 1 | 0 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) | 2.5 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยปานกลาง | สอดคล้อง |
| การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค | 3 | 1 | 0 | เห็นด้วยปานกลาง | สอดคล้อง |

จากข้อแนวทางแก้ไขปัญหาจากตารางที่ 5.5 พบว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM), การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน และการจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน มีค่ามัธยฐานอยู่ในช่วง

4.50-5.00 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับแนวทางการแก้ไขปัญหามากที่สุด และมีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์น้อยกว่า 1.5 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

แนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) และการฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีค่ามัธยฐานอยู่ในช่วง 3.50-4.49 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับแนวทางการแก้ไขปัญหามาก และมีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์น้อยกว่า 1.5 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

แนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) และการออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค มีค่ามัธยฐานอยู่ในช่วง 2.50-3.49 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับแนวทางการแก้ไขปัญหาปานกลาง และมีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์น้อยกว่า 1.5 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

แนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการเพิ่มระบบสำเร็จรูปให้มากขึ้น ตัวอย่างเช่นการใช้ห้องน้ำสำเร็จรูปมีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์มากกว่า 1.5 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นไม่สอดคล้องกัน ไม่สามารถสรุปความคิดเห็นได้

สรุปได้ว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันสำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) และการฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระดับเห็นด้วยมาก กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันสำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) และ

การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภคในระดับเห็นด้วยปานกลาง

5.1.3 ผลจากการวิเคราะห์ข้อสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคนิคเดลฟายรอบที่ 3

แบบสอบถามรอบที่ 3 (รายละเอียดคำถามแสดงในภาคผนวกส่วน ง) โดยการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากรอบที่ 2 มาสร้างเป็นแบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลในรอบที่สาม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลซ้ำ ในรอบนี้ผู้ให้ข้อมูลแต่ละคนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยมีข้อมูล 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลที่เป็นความคิดเห็นของกลุ่มที่แสดงด้วยค่าสถิติ ประกอบด้วยค่ามัธยฐาน และพิสัยควอไทล์ ส่วนที่สอง เป็นข้อมูลที่เป็นคำตอบของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นเจ้าของคำตอบแต่ละรายในการตอบคำถามในการเก็บข้อมูลรอบที่ 2 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ค่าระดับคะแนนความคิดเห็น ค่ามัธยฐานและช่วงพิสัยควอไทล์ ที่ได้จากแบบสอบถามรอบที่ 3

| แนวทางแก้ไขปัญหา (รอบที่ 3) | ระดับความคิดเห็น | | | | | มัธยฐาน | ค่าพิสัยควอไทล์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | |
| | เห็นด้วยมากที่สุด | เห็นด้วยมาก | เห็นด้วยปานกลาง | เห็นด้วยน้อย | เห็นด้วยน้อยที่สุด | | |
| การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร ของ (BIM) | 7 | 5 | | | | 5.0 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำรายการตรวจสอบ สำหรับการประสานงานแบบ | 7 | 5 | | | | 5.0 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน | 7 | 5 | | | | 5.0 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน | 6 | 6 | | | | 4.5 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำจัดทำรูปแบบห้องมาตรฐาน | 4 | 8 | | | | 4.0 | 4.00-5.00 |

ตารางที่ 5.6 (ต่อ) ค่าระดับคะแนนความคิดเห็น ค่ามัธยฐาน และช่วงพิสัยควอไทล์ ที่ได้จากแบบสอบถามรอบที่ 3

| แนวทางแก้ไขปัญหา (รอบที่ 3) | ระดับความคิดเห็น | | | | | มัธยฐาน | ช่วงพิสัยควอไทล์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 เห็นด้วยมากที่สุด | 4 เห็นด้วยมาก | 3 เห็นด้วย | 2 ไม่เห็นด้วย | 1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง | | |
| การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 6 | 5 | 1 | | | 4.50 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง | 4 | 8 | | | | 4.00 | 4.00-5.00 |
| การเพิ่มระบบสำเร็จรูปให้มากขึ้น (ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป) | 4 | 6 | 2 | | | 4.00 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) | 6 | 6 | | | | 4.50 | 4.00-5.00 |
| การฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 7 | 5 | | | | 5.00 | 4.00-5.00 |
| การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) | | | 7 | 5 | | 2.50 | 2.00-3.00 |
| การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค | | 4 | 8 | | | 3.00 | 3.00-4.00 |

จากตารางที่ 5.6 แสดงให้เห็นว่ามีแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการเพิ่มระบบสำเร็จรูปให้มากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การใช้ห้องน้ำสำเร็จรูป เพราะการใช้ห้องน้ำสำเร็จรูปซึ่งผ่านการควบคุมคุณภาพอย่างละเอียดจากโรงงานแล้ว ทำให้ลดจำนวนแรงงานช่างฝีมือสำหรับการติดตั้ง และลดขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพ ทำให้การดำเนินงานติดตั้งที่หน่วยงานก่อสร้างรวดเร็วขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการด้านเวลา และแรงงานไม่มีความรู้และประสบการณ์ในการติดตั้ง การประกอบรอยต่อที่หน่วยงานก่อสร้างน้อยลง โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 รายที่แสดงความคิดเห็นไม่อยู่ในช่วงพิสัยควอไทล์โดยให้เหตุผลแสดงความคิดเห็นว่าเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพิ่มขึ้นสำหรับการผลิตห้องน้ำสำเร็จรูป ใช้แรงงานในการผลิตมากขึ้นเนื่องจากต้องใช้แรงงานส่วนหนึ่งสำหรับการจัดทำห้องน้ำสำเร็จรูปที่โรงงานถึงแม้ว่าเป็นการลดระยะเวลาในการติดตั้งแต่ต้องมีการบริหารจัดการที่ดี อาจมีทั้งด้านต้นทุนที่เพิ่มขึ้นและยากในการขนส่ง ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระให้กับโรงงาน อีกทั้งน้ำหนักของห้องน้ำสำเร็จรูปที่มีมาก ต้องใช้ความระมัดระวังมากขึ้นในการติดตั้ง แรงงานในหน่วยงานติดตั้งควรมีประสบการณ์ในการทำงานบ้างเพื่อป้องกันความเสี่ยงหรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

แนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 1 รายที่แสดงความคิดเห็นไม่อยู่ในช่วงพิสัยควอไทล์โดยให้เหตุผลแสดงความคิดเห็นว่าการสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบต้องมีการประสานงานที่ดี แบ่งหน้าที่ในการดำเนินการสำรวจ โดยการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบควรมีเกณฑ์ในการออกแบบ ไม่ควรออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใหญ่เกินไปเพราะส่งผลทั้งการขนส่งและการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.7 ระดับความเห็นด้วยและความสอดคล้องของความคิดเห็นต่อแนวทางการแก้ไข

| สรุปแนวทางแก้ไขปัญหา (รอบที่ 3) | มัธยฐาน | พิสัยระหว่างควอไทล์ | ผลต่างมัธยฐานฐานนิยม | ระดับความเห็นด้วย | ความสอดคล้องความเห็น |
|---|---|---|---|---|---|
| การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร | 5.00 | 1 | 0 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำรายการตรวจสอบ สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน | 4.50 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน | 5.00 | 1 | 0 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน | 4.50 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำจัดทำรูปแบบห้องมาตรฐาน | 4.00 | 1 | 0 | เห็นด้วยมาก | สอดคล้อง |
| การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วน | 4.50 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วน | 4.00 | 1 | 0 | เห็นด้วยมาก | สอดคล้อง |
| การเพิ่มระบบสำเร็จรูป (ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป) | 4.00 | 1 | 0 | เห็นด้วยมาก | สอดคล้อง |
| การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) | 4.50 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การฝึกอบรมทักษะสำหรับแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 4.50 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยมากที่สุด | สอดคล้อง |
| การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) | 2.50 | 1 | 0.5 | เห็นด้วยปานกลาง | สอดคล้อง |
| การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อ | 3.00 | 1 | 0 | เห็นด้วยปานกลาง | สอดคล้อง |

จากตารางที่ 5.7 สามารถสรุปการวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหาจากการตอบแบบสอบถามรอบที่ 3 โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคารของ Building Information Modeling (BIM) การจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน, การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) และการฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีค่ามัธยฐานอยู่ในช่วง 4.50-5.00 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับแนวทางการแก้ไขปัญหามากที่สุด และมีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับ 1 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

แนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการจัดทำรูปแบบห้องมาตรฐาน, การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง และการเพิ่มระบบสำเร็จรูปให้มากขึ้น ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป มีค่ามัธยฐานอยู่ในช่วง 3.50-4.49 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับแนวทางการแก้ไขปัญหามาก และมีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับ 1แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

แนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) และการออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค มีค่ามัธยฐาน อยู่ในช่วง 2.50-3.49 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับแนวทางการแก้ไขปัญหาปานกลาง และมีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับ 1 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้แนวทางการแก้ไขปัญหาที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ต้องมีค่ามัธยฐาน ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป จึงถือว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับแนวทางการแก้ไขปัญหา ดังนั้นแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) และแนวทางการออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วย

ตารางที่ 5.8 ความเปลี่ยนแปลงของค่ามัธยฐานที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามรอบที่ 2 กับแบบสอบถามรอบที่ 3

| สรุปแนวทางแก้ไขปัญหา | มัธยฐาน (รอบที่ 2) | มัธยฐาน (รอบที่ 3) | เปรียบเทียบ |
|---|---|---|---|
| การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) | 5.00 | 5.00 | เท่าเดิม |
| การจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน | 4.00 | 4.50 | เพิ่มขึ้น |
| การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน | 4.50 | 5.00 | เพิ่มขึ้น |
| การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน | 4.50 | 4.50 | เท่าเดิม |
| การจัดทำจัดทำรูปแบบห้องมาตรฐาน | 4.00 | 4.00 | เท่าเดิม |
| การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 4.00 | 4.50 | เพิ่มขึ้น |
| การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง | 4.00 | 4.00 | เท่าเดิม |
| การเพิ่มความสำเร็จรูปให้มากขึ้น (ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป) | 4.00 | 4.00 | เท่าเดิม |
| การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) | 4.00 | 4.50 | เพิ่มขึ้น |
| การฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 4.00 | 4.50 | เพิ่มขึ้น |
| การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) | 2.50 | 2.50 | เท่าเดิม |
| การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค | 3.00 | 3.00 | เท่าเดิม |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5.8 สามารถสรุปได้ว่าจากข้อมูลสถิติของกลุ่มที่แสดงในแบบสอบถามรอบที่ 3 ส่งผลให้ผู้เชี่ยวชาญเปลี่ยนแปลงคำตอบในแบบสอบถามรอบที่ 3 โดยทำให้ค่ามัธยฐานเพิ่มขึ้น แนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงคำตอบได้แก่การจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน, การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน, การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป, การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) และการฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ตารางที่ 5.9 ลำดับความคิดเห็นต่อแนวทางการแก้ไขปัญหา

| สรุปลำดับแนวทางแก้ไขปัญหา | มัธยฐาน | พิสัยระหว่างควอไทล์ | ลำดับที่ |
|---|---|---|---|
| การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) | 5 | 1 | 1 |
| การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน | 5 | 1 | 1 |
| การจัดทำรายการตรวจสอบ สำหรับการประสานงานแบบ | 4.5 | 1 | 2 |
| การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน | 4.5 | 1 | 2 |
| การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 4.5 | 1 | 2 |
| การจัดทำแผนงานชุดกลุ่มงาน(Work Packages Schedule) | 4.5 | 1 | 2 |
| การฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วน | 4.5 | 1 | 2 |
| การจัดทำจัดทำรูปแบบห้องมาตรฐาน | 4 | 1 | 3 |
| การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง | 4 | 1 | 3 |
| การเพิ่มระบบสำเร็จรูป (ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป) | 4 | 1 | 3 |
| การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิด | 3 | 1 | 4 |
| การทำ Soft-eye opening การเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง | 2.5 | 1 | 5 |

จากตารางที่ 5.9 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับการหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงสำหรับการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ราย สามารถสรุปความคิดเห็นแล้วพบว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยเป็นอันดับ 1 นั้นคือมีความเห็นด้วยต่อว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว สามารถแก้ไขปัญหาที่ระบุได้ ได้แก่การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคารของ Building Information Modeling (BIM) และการจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน แนวทางการแก้ไขปัญหาที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยสำหรับการแก้ไขปัญหา ได้แก่ การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภคและ การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 6
# สรุปผลการวิจัย

## 6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุสาเหตุที่สำคัญในการเกิดปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาของการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ โดยรวบรวมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องร่วมกับการสำรวจโรงงานผลิต และสำรวจโครงการก่อสร้าง จากนั้นระบุสาเหตุที่ส่งผลต่อปัญหาในขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการขนส่ง และขั้นตอนการติดตั้ง โดยการใช้แบบสอบถามถามจากผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์ผลโดยใช้การทดสอบแบบทวินาม (Binomial test) ทำให้สามารถระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและส่งผลต่อขั้นตอนการผลิต จำนวน 22 สาเหตุ ส่งผลต่อขั้นตอนการขนส่งจำนวน 16 สาเหตุ และส่งผลต่อขั้นตอนการติดตั้ง จำนวน 31 สาเหตุ จากนั้นจัดกลุ่มแจกแจงสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล และใช้วิธีการวิเคราะห์ความเสี่ยงเพื่อหาระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาโดยการสอบถามความถี่และความรุนแรงของที่ส่งผลกระทบต่อโครงการ

โดยผลการวิจัยพบว่าสาเหตุปัญหาที่มีความสำคัญสูงที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาอย่างน้อย 3 ใน 4 ด้าน (ต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย) ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่

1) ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน
2) ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต
3) การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จ

สาเหตุปัญหาที่มีความสำคัญสูงในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่

1) ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่งเนื่องจากการผูกรัดชิ้นส่วนไม่เหมาะสม
2) การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง

สาเหตุปัญหาที่มีความสำคัญสูงในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่

1) การขาดแรงงานที่มีทักษะสำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป
2) แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ
3) การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม
4) ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง เช่นตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมหรือช่องเปิดของท่อในงานระบบไม่ถูกต้อง
5) หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล

ซึ่งจากการศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาสามารถสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยมากที่สุดและมีความคิดเห็นสอดคล้อง ได้แก่ แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) การจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) และการฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

โดยแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยมากที่สุดและมีความคิดเห็นสอดคล้องเป็นอันดับ 1 นั้นคือ การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคารของ Building Information Modeling (BIM) และการจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน

แนวทางการแก้ไขปัญหาที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยมากและมีความคิดเห็นสอดคล้อง ได้แก่ การจัดทำรูปแบบห้องมาตรฐาน การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง และการเพิ่มระบบสำเร็จรูปให้มากขึ้น ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป

แนวทางการแก้ไขปัญหาที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยสำหรับการแก้ไขปัญหา ได้แก่ การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภคและการทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring)

## 6.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดด้านข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อจำกัดดังนี้

1) จำนวนตัวอย่างผู้ให้การสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบมีจำนวนไม่มาก เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทางผู้ปฏิบัติงานบางรายหรือบางหน่วยงานเห็นว่าเป็นความลับ ทำให้ไม่สามารถให้ข้อมูลได้
2) การเก็บข้อมูลเป็นการเก็บความคิดเห็นสำหรับที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามอาจมีประสบการณ์ในการทำงานต่างกัน ทำให้มีมุมมองเกี่ยวกับระดับความเสี่ยงแตกต่างกัน อีกทั้งมูลค่าโครงการและขนาดของโครงการมีส่วนทำให้ระดับความเสี่ยงแตกต่างกันได้ การวิจัยที่ไม่ได้กำหนดมูลค่าโครงการและขนาดของโครงการให้อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน
3) การเลือกสาเหตุเพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ไข โดยการเลือกจากสาเหตุที่มีระดับความสำคัญสูงซึ่งทำให้เกิดปัญหาอย่างน้อย 3 ด้าน ใน 4 ด้าน โดยการคัดเลือกควรเป็นสาเหตุของปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขก่อน อาจมีปัญหาที่ส่งผลทำให้เกิดปัญหาด้านใดด้านหนึ่งในระดับความสำคัญสูง และส่งผลกระทบมาก แต่อาจไม่ได้พิจารณาหาแนวทางแก้ไข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## 6.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลวิจัยสามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับแนวทางในการศึกษาความรู้และงานวิจัยเพิ่มเติม ได้แก่

1) การศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในโครงการอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
2) ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะงานโครงสร้างในช่วงการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงที่ส่งผลกระทบของงานก่อสร้างทั้งโครงการได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นควรศึกษาเพิ่มเติมในช่วงงานสถาปัตยกรรม และงานระบบประกอบอาคาร

3) แนวทางแก้ไขปัญหาที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังอาจไม่ครอบคลุมปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในรายละเอียดของแนวทางการแก้ไขปัญหาในแต่ละปัญหาให้มากยิ่งขึ้น


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กาญจนา รุจิเรขอภิรักษ์. การประเมินที่อยู่อาศัยกึ่งสำเร็จรูปโครงการอาคารชุดเอื้ออาทร : กรณีศึกษาโครงการบ้านเอื้ออาทรบางโฉลง (ระยะ 1-2) จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

คงฤทธิ์ เปี่ยมนพเก้า. การศึกษาปัญหาและแนวทางการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

คเชนท์ สุริยาวงศ์. ระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบผนังรับน้ำหนักโดยผู้ประกอบการธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ณฤทธิ์ นาคเสวตร. การศึกษาความผิดพลาด ในการออกแบบทางวิศวกรรมโครงสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551.

ณัฐนนท์ รัตนไชย. การศึกษาอาคารพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2543.

ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี. การวิเคราะห์กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม. หน้าจั่ว วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ฉบับที่ 4 (2527): 257.

ต่อตระกูล ยมนาถ. ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

เทอดไทย เลิศประเสริฐ. การบริหารจัดการชิ้นส่วนก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมในโรงงานชั่วคราวขนาดเล็กสำหรับโครงการบ้านจัดสรร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.

ธฤษวรรณ บัวมาศ. การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาและคาน และระบบผนังรับน้ำหนักที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว : กรณีศึกษาหมู่บ้านกานดาสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

นาวิน นาคะศิริ. การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษา : ผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิต กับการผลิตในที่ก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

บุษบง เจริญพันธ์โยธิน. กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จ กรณีศึกษาโครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์. กรณีศึกษารูปแบบแผนการดำเนินงานในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

พิชัย โอภานุกิจ. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการแก้วิกฤติของประเทศ การก่อสร้างด้วยวัสดุสำเร็จรูป เอกสารในการสัมมนาเรื่อง ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย. งานจุฬาวิชาการครั้งที่ 13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

พีระพล เตชะตะนุวงศ์. การคาดการณ์แนวโน้มความล่าช้าในการก่อสร้างอาคารในกรุงเทพมหานครในอนาคตช่วงปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2550. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545

ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม. การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก: กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

มหาดไทย, กระทรวง. กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2555. มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มาhttp://services.dpt.go.th/dpt_rsbldg/Cal_wind_part1.pdf

มานพ เด่นศุภกิจ. ปัญหาอุปสรรคในงานก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2548.

มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

รณกร ชมธัญกาญจน์. กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสาเร็จรูปของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา : บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จากัด (มหาชน).วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.

วิรัช ศิลป์เสวีกุล. แนวร่นจากถนน และระยะห่างเขตที่ดินของอาคารประเภทต่างๆ." [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thaicontractors.com/content/cmenu/4/6/167.html (30 มีนาคม 2557).

วิโรจน์ แดงวิเชียร. การศึกษาการบริหารงานก่อสร้างในประเทศไทย: ปัญหาและแนวทางแก้ไข. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

วิสูตร จิระดำเกิง. การปรับปรุงผลผลิตงานก่อสร้าง. ปทุมธานี: วรรณกวี, 2546.

วีรพจน์ ลือประสิทธิ์สกุล. เครื่องมือพื้นฐานในการจัดการคุณภาพ. [ออนไลน์]. 2543. แหล่งที่มา: http://uhost.rmutp.ac.th/tasanee.p/Unit%204/4-1BasicTool.html#causeffect (15 พฤษภาคม 2557)

ศุภชัย ไชยน. เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร: กรณีศึกษา โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน).วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์. 2556. ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ รายงานข้อมูลที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนใหม่ และข้อมูลการโอนกรรมสิทธิ์ที่อยู่อาศัย ในพื้นที่กรุงเทพฯ-ปริมณฑล.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.lux2property.com (30 มีนาคม 2557).

สมภพ มาจิสวาลา. การประเมินที่อยู่อาศัยกึ่งสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

สันติ ชินานุวัติวงศ์. วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2549.

สืบตระกูล สมบัติทิพย์. การบริหารจัดการของอาคารที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป. วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา , 2554.

สุกฤต อนันตชัยยง. การศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานกับการก่อสร้างแบบทั่วไป : กรณีศึกษา หมู่บ้านคุณาลัยบางขุนเทียน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุวิมล ว่องวาณิช. การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2548.

เสกสรร เจริญสุข. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสำเร็จของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปในโครงการที่พักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2551.

อภิวิชญ์ พูลสง. การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระยะเวลา ค่าใช้จ่ายและคุณภาพของงานก่อสร้างอาคารสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2551.

อัครพล เนื่องฤทธิ์และอาทิกวี อัศวรักษ์. การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป: ปัญหาในการจัดการและ แนวทางแก้ไข. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ภาษาอังกฤษ

Arditi, D., Ergin, U., and Gunhan, S. Factors Affecting the Use of Precast Concrete Systems.Journal of Architectural Engineering., 2000.

Burnham, K. The Prefabrication of Houses. U.S.A: The Technology Press of The Massachusetts Institute of Technology and John Willy & Sons, 1951.

Chan and Hu Constraint programming approach to precast production scheduling. Journal of Construction Engineering and Management, 128(6) (2002), 513–521.

Chew Y. L. Michael. Construction Technology for Tall Building. Singapore University Press, 1999.

David A. S. and William R.P., Plant-cast Precast & Prestressed Concrete. McGraw-Hill Inc., 1989.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R.,& Liston, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2nd ed. Wiley, 2011.

Haas, A.M., Precast Concrete Design and Application, Applied Science Publishers. London, 1983.

Habraken, NJ, J Th Boekholt, PJM Dinjens and AP Thijssen., Variations: The Systematic Design Of Supports. Laboratory of Architecture and Planning at MIT, 1976

Hughes Brothers, I. TBM Launch & Reception Soft-Eye Openings & Earth Anchors. Aslan FRP Soft-Eye Openings. 2011.

Damrianant J., Application of Prefabrication System for High-Rise Building Construction in Bangkok : A Case Study. AIT thesis NO. ST-93-5. Bangkok: Asian Institute of Technology, 1993.

Pheng, L.S.; Chuan, C.J., Just-in-time management in precast concrete construction: A survey of the readiness of main contractors in Singapore, Integrated Manufacturing Systems, 2001.

Pinto, Jeffrey K. and Slevin, Dennis P. Critical success factors across the project life cycle. Project Management journal. 16 June 1987 : 67

Prestressed Concrete Insititute. Architectural Precest Concrete, First Edition. U.S.A, 1973.

Schoenborn, J. M. A Case Study Approach to Identifying the Constraints and Barriers to Design Innovation for Modular Construction. master of science, the faculty of the virginia polytechnic institute and state university. 2012.

Singsomboon S., Modular Housing Construction and Technique in Thailand. AIT thesis NO.ST-87-28. Bangkok: Asian Institute of Technology, 1987.

Tam, V.W.Y., Tam C.M., Zeng S.X., Ng, W.C.Y., Towards adoption of prefabrication in construction, Building and Environment 42, 2007.

Warszawski, A., Managerial Planning and Control in Precast Industry. ASCE, Journal of the Construction Division, Vol. 108, No. 2, p. 313, 1982.

Wong W. M. Prefabricated Construction in Hong Kong. Issue No.3, Construction & Contract News. Hong Kong, 2000



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ก

## แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**แบบสอบถาม**

<u>คำชี้แจง</u> แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ระบุที่เกิดขึ้นในโครงการ ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำเนินงานในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปใน**ขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนการขนส่ง** โดยสอบถามถึงความเห็นต่อเพื่อระบุที่เกิดขึ้น ที่วิเคราะห์จากแบบสอบถามนี้ใช้ในการหาลำดับความสำคัญและแนวทางแก้ไขป้องกันต่อไป

ข้อมูลที่ท่านตอบมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสรุปผลในเรื่องนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น (ข้อมูลเฉพาะบุคคลและเฉพาะองค์กรจากการตอบแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้จะเก็บเป็นความลับ และจะนำไปพิจารณาในภาพรวมเท่านั้น) ข้อมูลที่เป็นความจริงหรือที่เป็นไปตามความเห็นของท่านจริงๆจะนำไปสู่การสรุปผลที่ใช้ประโยชน์ได้จริง ดังนั้น จึงขอความร่วมมือจากท่าน ขอให้ตอบตามความเป็นจริงหรือตามที่ท่านคิดหรือรู้สึกในเรื่องนั้นจริง และขอบคุณท่านเป็นการล่วงหน้าไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

โรงงาน I

1. ชื่อ.....
2. ตำแหน่ง/แผนก .....
3. เบอร์โทรติดต่อ.....e-mail.....
4. ลักษณะการดำเนินงานของหน่วยงานที่ท่านสังกัด (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
   [ ] หน่วยงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป [ ] หน่วยงานก่อสร้างติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป
   [ ] ฝ่ายเจ้าของโครงการหรือบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ [ ] อื่นๆ.....
5. ท่านเคยมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาแล้ว.....ปี
6. ท่านมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาแล้ว.....ปี

**<u>คำอธิบาย</u>** การตอบแบบสอบถามเพื่อถามความเห็นถึงที่รวบรวมมาในการผลิตและการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ท่านเคยพบดังกล่าวหรือไม่

| **สาเหตุในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** | **พบ** | **ไม่พบ** |
|---|---|---|
| 1 รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน | | |
| 2 การวางแผน (Planning) ที่ไม่เหมาะสม และการวางแผนการใช้ทรัพยากรไม่เหมาะสม | | |
| 3 การปรับเปลี่ยนแผนลำดับการผลิต เนื่องจากการผลิตใหม่ หรือมีงานเร่งด่วน | | |
| 4 ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต แบบผลิตมีความขัดแย้งกัน | | |
| 5 ความไม่แน่นอนในการสั่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อนำเข้าโครงการจากโครงการก่อสร้าง | | |
| 6 ความไม่แน่นอนของแบบแปลนสำหรับการผลิตเนื่องจากผู้ออกแบบยังไม่สรุปแบบที่สมบูรณ์ และความล่าช้าในการออกแบบ | | |
| 7 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายผลิตและหน่วยงานติดตั้ง สำหรับวางแผนลำดับการผลิต | | |
| 8 ด้านการประสานงานผิดพลาดระหว่างโรงงานและฝ่ายติดตั้ง | | |
| 9 ขาดแคลนแรงงานในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | |
| 10 บุคลากร/แรงงานขาดประสบการณ์ด้านการผลิตชิ้นส่วน | | |
| 11 ผู้เชี่ยวชาญ ที่ปรึกษาในการบริหารจัดการไม่เพียงพอ | | |
| 12 เกิดความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะดำเนินการผลิต | | |
| 13 เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไม่เพียงพอ | | |
| 14 เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุด | | |
| 15 วัสดุในการผลิตขาดแคลนหรือล่าช้าในการจัดส่ง | | |
| 16 วัสดุที่จัดส่งให้แก่โรงงานไม่ได้มาตรฐานตามที่ระบุ | | |

| สาเหตุในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | พบ | ไม่พบ |
|---|---|---|
| 17 ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย เกิดความยุ่งยากในการผลิต | | |
| 18 การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานมีข้อผิดพลาด | | |
| 19 การเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อของการทำงานระหว่างการเทคอนกรีต | | |
| 20 การกำหนดแผนเวลาการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม การจัดการด้านเวลาไม่เหมาะสม | | |
| 21 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะดำเนินการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | |
| 22 ความผิดพลาดของการตรวจสอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปหลังถอดออกจากแบบหล่อ | | |
| 23 ความผิดพลาดในการตรวจสอบลักษณะรอยร้าวและคุณภาพหลังซ่อมแซม | | |
| 24 สภาพอากาศรบกวน | | |
| 25 การบริหารจัดการของเสีย (waste management) | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| สาเหตุในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | พบ | ไม่พบ |
|---|---|---|
| 1 ขาดผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญด้านการขนย้าย | | |
| 2 เครื่องมือและเครื่องจักรชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน | | |
| 3 ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่ง | | |
| 4 เหตุที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า | | |
| 5 รถขนส่งชำรุดขณะปฏิบัติงาน | | |
| 6 รถขนส่งไม่เพียงพอสำหรับการขนส่ง | | |
| 7 ลำดับการขนส่งผิดพลาดเนื่องจากข้อมูลการสื่อสารคลาดเคลื่อน | | |

| **สาเหตุในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป** | **พบ** | **ไม่พบ** |
|---|---|---|
| 8 ขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ลำบากในการขนส่ง ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง | | |
| 9 ชิ้นส่วนที่มีความหนาและน้ำหนักมากส่งผลต่อปริมาณแผ่นในการขนส่งแต่ละเที่ยว | | |
| 10 ถนน ทางเข้าออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวางในการขนส่ง | | |
| 11 ความผิดพลาดในด้านการตรวจสอบลำดับการขนส่ง | | |
| 12 ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพชองชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการขนส่ง | | |
| 13 ความไม่เหมาะสมของการวางแผนการขนส่ง | | |
| 14 ความไม่พร้อมของพื้นที่สำหรับจอดรถขนส่ง | | |
| 15 การประสานงานระหว่างผู้ขนส่งกับเจ้าหน้าที่ในโครงการเพื่อเตรียมการติดตั้งหรือเตรียมสถานที่จัดเก็บ | | |
| 16 ข้อมูลสื่อสารคลาดเคลื่อนระหว่างดำเนินการขนส่ง | | |
| 17 ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง ขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลา | | |
| 18 สภาพอากาศรบกวนการดำเนินงาน | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**แบบสอบถาม**

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ระบุที่เกิดขึ้นในโครงการ ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำเนินงานในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปใน**ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป** โดยสอบถามถึงความเห็นต่อเพื่อระบุที่เกิดขึ้นที่วิเคราะห์จากแบบสอบถามนี้ใช้ในการหาลำดับความสำคัญและแนวทางแก้ไขป้องกันต่อไป

ข้อมูลที่ท่านตอบมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสรุปผลในเรื่องนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น (ข้อมูลเฉพาะบุคคลและเฉพาะองค์กรจากการตอบแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้จะเก็บเป็นความลับ และจะนำไปพิจารณาในภาพรวมเท่านั้น) ข้อมูลที่เป็นความจริงหรือที่เป็นไปตามความเห็นของท่านจริงๆจะนำไปสู่การสรุปผลที่ใช้ประโยชน์ได้จริง ดังนั้น จึงขอความร่วมมือจากท่าน ขอให้ตอบตามความเป็นจริงหรือตามที่ท่านคิดหรือรู้สึกในเรื่องนั้นจริง และขอบคุณท่านเป็นการล่วงหน้าไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

โครงการ A

1. ชื่อ.....
2. ตำแหน่ง/แผนก .....
3. เบอร์โทรติดต่อ.....e-mail.....
4. ลักษณะการดำเนินงานของหน่วยงานที่ท่านสังกัด (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

   [ ] หน่วยงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป [ ] หน่วยงานก่อสร้างติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

   [ ] ฝ่ายเจ้าของโครงการหรือบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ [ ] อื่นๆ.....
5. ท่านเคยมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาแล้ว.....ปี
6. ท่านมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาแล้ว.....ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**<u>คำอธิบาย</u>** การตอบแบบสอบถามเพื่อถามความเห็นถึงที่รวบรวมมาในการผลิตและการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ท่านเคยพบดังกล่าวหรือไม่

| **สาเหตุในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป** | **พบ** | **ไม่พบ** |
|---|---|---|
| 1 การออกแบบชิ้นส่วนที่ขาดความเป็น Typical detail เช่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางรูปทรงมีอุปสรรคต่อการติดตั้ง | | |
| 2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากทำให้ต้องใช้ความระมัดระวังในการติดตั้ง | | |
| 3 ความคลาดเคลื่อนของแบบแปลน เช่นแบบและรายละเอียดประกอบแบบขัดแย้งกัน, รายละเอียดวิธีการติดตั้งไม่ครบถ้วน | | |
| 4 การออกแบบมีข้อผิดพลาด ผู้ออกแบบไม่คำนึงถึงการก่อสร้างจริงหน่วยงานก่อสร้าง เช่นการเผื่อระยะเหล็กทาบสั้นเกินไป | | |
| 5 ความผิดพลาดด้านการประสานงานแบบร่วมกันระหว่างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบ | | |
| 6 ความผิดพลาดด้านการประสานงานแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้รับเหมากับฝ่ายออกแบบเพื่อจัดทำShop Drawing | | |
| 7 การวางแผน (Planning) ที่ไม่เหมาะสม มีการบริหารจัดการทรัพยากรไม่สมดุลกับขนาดงาน | | |
| 8 การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม ทำให้มีการเร่งรัดงาน | | |
| 9 ขาดแคลนแรงงานหรือผู้รับเหมา | | |
| 10 แรงงานขาดทักษะและความรู้เฉพาะทาง | | |
| 11 มีผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ | | |
| 12 ผู้ควบคุมงานขาดประสบการณ์หรือขาดการศึกษารายละเอียดกระบวนการก่อนการทำงาน | | |
| 13 เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ชำรุด ต้องมีการซ่อมแซม | | |
| 14 จำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ | | |

| สาเหตุในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | พบ | ไม่พบ |
|---|---|---|
| 15 การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรไม่ถูกต้องในการติดตั้ง | | |
| 16 ความบกพร่องของการติดตามงานและรายงาน | | |
| 17 การจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรือวัสดุก่อสร้างภายในโครงการไม่ดี ทำให้เกิดความเสียหาย | | |
| 18 ความผิดพลาดด้านการติดต่อสื่อสารภายในโครงการขณะดำเนินการการติดตั้ง | | |
| 19 การวางผังโครงการไม่เหมาะสม เป็นอุปสรรคต่อการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | |
| 20 การเปลี่ยนแปลงลำดับการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน | | |
| 21 การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของโครงการไม่ดีทำให้ตรวจสอบล่าช้าหรือการแก้ไขการทำงานหลายรอบ | | |
| 22 ความบกพร่องของการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยภายในโครงการเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ | | |
| 23 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนดำเนินการติดตั้ง | | |
| 24 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพระหว่างทำการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปทำให้เกิดความล่าช้าในการรับรู้ข้อบกพร่อง | | |
| 25 ความผิดพลาดในขั้นตอนการตรวจสอบหลังติดตั้งแล้วเสร็จ เช่น ตรวจสอบความเรียบร้อยของรอยต่อ ตรวจการรั่วซึม | | |
| 26 ลำดับการติดตั้งผิดพลาดเนื่องจากความผิดพลาดของการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Tracking) | | |
| 27 หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบ | | |

| **สาเหตุในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป** | **พบ** | **ไม่พบ** |
|---|---|---|
| 28 ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง เช่นตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมหรือช่องเปิดของท่อในงานระบบไม่ถูกต้อง | | |
| 29 ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูประหว่างการติดตั้งเกิดจากความประมาทในการทำงาน | | |
| 30 ผลกระทบต่อชุมชนและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง มลพิษทางเสียงและฝุ่นละออง | | |
| 31 ข้อจำกัดของสถานที่ก่อสร้าง เช่นอาคารข้างเคียง เสาไฟฟ้าแรงสูงเป็นอุปสรรคในการติดตั้ง | | |
| 32 จากการใช้เทคนิคพิเศษ เช่น รอยต่อที่มีความแข็งแรงซับซ้อน | | |
| 33 ปัจจัยภายนอกเนื่องจากสภาพอากาศ ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้ | | |
| 34 สภาพพื้นที่โครงการแออัดเป็นอุปสรรคในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | |
| 35 พื้นที่หน่วยงานก่อสร้างไม่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุอื่นๆ | | |
| 36 อุปสรรคด้านความสูงส่งผลต่อการทำงานที่ยากขึ้น เช่นการอุดปิดรอยต่อจากภายนอก | | |

# ภาคผนวก ข

## ผลการสัมภาษณ์เพื่อระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.1 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการผลิต | โรงงาน I | | | โรงงาน II | | | โรงงาน III | | | โรงงาน IV | | | โรงงาน V | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| ประสบการณ์การทำงาน | 7 | 5 | 10 | 5 | 3 | 6 | 17 | 7 | 5 | 8 | 8 | 10 | 3 | 3 | 3 | |
| 1 การรอคอยขั้นตอนที่ต้องใช้เวลานาน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 2 รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 3 การวางแผน ที่ไม่เหมาะสม และการวางแผนการใช้ทรัพยากรไม่เหมาะสม | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 4 การปรับเปลี่ยนแผนลำดับการผลิต | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 5 ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิตแบบผลิตมีความขัดแย้งกัน | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 6 ความไม่แน่นอนในการสั่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อนำเข้าโครงการจากโครงการก่อสร้าง | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| 7 ความไม่แน่นอนของแบบแปลนสำหรับการผลิต | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 8 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายผลิตและหน่วยงานติดตั้ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 13 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการผลิต | โรงงาน I | | | โรงงาน II | | | โรงงาน III | | | โรงงาน IV | | | โรงงาน V | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| ประสบการณ์การทำงาน | 7 | 5 | 10 | 5 | 3 | 6 | 17 | 7 | 5 | 8 | 8 | 10 | 3 | 3 | 3 | |
| 9 ด้านการประสานงานผิดพลาดระหว่างโรงงานและหน่วยงานติดตั้ง | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 10 ขาดแคลนแรงงาน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 11 แรงงานขาดความรู้และประสบการณ์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 12 บุคลากรในการบริหารจัดการไม่เพียงพอ | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 13 เกิดความเสียหายของชิ้นส่วนขณะผลิต | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 14 เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไม่เพียงพอ | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| 15 เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุด | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 13 |
| 16 วัสดุในการผลิตขาดแคลน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 13 |
| 17 วัสดุที่จัดส่งให้แก่โรงงานไม่ได้มาตรฐานตามที่ระบุ | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการผลิต | โรงงาน I | | | โรงงาน II | | | โรงงาน III | | | โรงงาน IV | | | โรงงาน V | | | ผลรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| ประสบการณ์การทำงาน | 7 | 5 | 10 | 5 | 3 | 6 | 17 | 7 | 5 | 8 | 8 | 10 | 3 | 3 | 3 | |
| 18 ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลาย | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 19 การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานมีข้อผิดพลาด | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 20 การเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อระหว่างการเทคอนกรีต | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 14 |
| 21 การกำหนดแผนเวลาการทำงานไม่เหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 22 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะดำเนินการผลิต | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 23 ความผิดพลาดของการตรวจสอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปหลังถอดแบบหล่อ | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 24 สภาพอากาศรบกวน | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 6 |
| 25 การบริหารจัดการของเสีย | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.2 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการขนส่ง | โรงงาน I | | | โรงงาน II | | | โรงงาน III | | | โรงงาน IV | | | โรงงาน V | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| ประสบการณ์ | 7 | 5 | 10 | 5 | 3 | 6 | 17 | 7 | 5 | 8 | 8 | 10 | 3 | 3 | 3 | |
| 1 ขาดผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญขนย้าย | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 2 เครื่องมือและเครื่องจักรชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 14 |
| 3 ความเสียหายของชิ้นส่วนขณะขนส่ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| 4 เหตุที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 5 รถขนส่งชำรุด | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 6 รถขนส่งไม่เพียงพอสำหรับการขนส่ง | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 7 ข้อมูลการสื่อสารคลาดเคลื่อน | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 8 ขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 9 ชิ้นส่วนที่มีความหนาและน้ำหนักมาก | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.2 (ต่อ) ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการขนส่ง | โรงงาน I | | | โรงงาน II | | | โรงงาน III | | | โรงงาน IV | | | โรงงาน V | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| ประสบการณ์การทำงาน | 7 | 5 | 10 | 5 | 3 | 6 | 17 | 7 | 5 | 8 | 8 | 10 | 3 | 3 | 3 | |
| 10 ถนน ทางเข้าออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวาง | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 11 ความผิดพลาดในการตรวจสอบลำดับขนส่ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 12 |
| 12 ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนก่อนการขนส่ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 14 |
| 13 ความไม่เหมาะสมของการวางแผนการขนส่ง | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 12 |
| 14 ความไม่เหมาะสมของการวางแผน | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 15 ความไม่พร้อมของพื้นที่ก่อสร้างสำหรับเตรียมการติดตั้งและจอดรถขนส่ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 16 ข้อมูลสื่อสารคลาดเคลื่อนระหว่างการขนส่ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 17 ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง ขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลา | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 18 สภาพอากาศรบกวนการดำเนินงาน | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 |

ตารางที่ ข.3 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการติดตั้ง | โรงงานผลิต | | | | | | | | | | | | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | B | | C | | D | | | E | | F | | G | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| ประสบการณ์ | 5 | 8 | 7 | 6 | 10 | 5 | 7 | 3 | 17 | 5 | 12 | 11 | 7 | 8 | 3 | |
| 1 ออกแบบชิ้นส่วนไม่เป็น Typical detail | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 3 ความผิดพลาดของแบบแปลน เช่นแบบและรายละเอียดประกอบแบบขัดแย้งกัน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 4 การออกแบบมีข้อผิดพลาด | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 5 ความผิดพลาดการประสานงานแบบร่วมกันระหว่างงานโครงสร้าง สถาปัตยกรรมและงานระบบ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 6 ความผิดพลาดด้านการประสานงานระหว่างผู้รับเหมากับฝ่ายออกแบบ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |

ตารางที่ ข.3 (ต่อ) ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการติดตั้ง | โรงงานผลิต | | | | | | | | | | | | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | B | | C | | D | | | E | | F | | G | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| ประสบการณ์การทำงาน | 5 | 8 | 7 | 6 | 10 | 5 | 7 | 3 | 17 | 6 | 12 | 11 | 7 | 8 | 3 | |
| 7 การวางแผน (Planning) ที่ไม่เหมาะสม | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 8 การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงานไม่เหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 9 ขาดแคลนแรงงานหรือผู้รับเหมา | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 14 |
| 10 แรงงานขาดทักษะและความรู้เฉพาะทาง | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 11 |
| 11 มีผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 12 ผู้ควบคุมงานขาดประสบการณ์ | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 11 |
| 13 เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ชำรุด | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 14 จำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |

ตารางที่ ข.3 (ต่อ) ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการติดตั้ง | โรงงานผลิต | | | | | | | | | | | | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | B | | C | | D | | | E | | F | | G | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| ประสบการณ์การทำงาน | 5 | 8 | 7 | 6 | 10 | 5 | 7 | 3 | 17 | 6 | 12 | 11 | 7 | 8 | 3 | |
| 15 การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรไม่ถูกต้อง | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 16 ความบกพร่องของการติดตามงานและรายงานในการติดตั้ง | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 17 การจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรือวัสดุก่อสร้างภายในโครงการไม่ดีทำให้เกิดความเสียหาย | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| 18 ความผิดพลาดด้านการติดต่อสื่อสารภายในโครงการขณะดำเนินการการติดตั้ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 19 การวางผังโครงการไม่เหมาะสม เป็นอุปสรรคต่อการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 20 การเปลี่ยนแปลงลำดับการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 21 การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |

ตารางที่ ข.3 (ต่อ) ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการติดตั้ง | โรงงานผลิต | | | | | | | | | | | | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | B | | C | | D | | | E | | F | | G | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| ประสบการณ์การทำงาน | 5 | 8 | 7 | 6 | 10 | 5 | 7 | 3 | 17 | 6 | 12 | 11 | 7 | 8 | 3 | |
| 22 ความบกพร่องของการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 23 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพก่อนดำเนินการติดตั้ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11 |
| 24 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพระหว่างทำการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 25 ความผิดพลาดในขั้นตอนการตรวจสอบหลังติดตั้งแล้วเสร็จ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 26 ความผิดพลาดของการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 27 หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.3 (ต่อ) ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ส่งผลต่อกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| การสรุปในขั้นตอนการติดตั้ง | โรงงานผลิต | | | | | | | | | | | | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | B | | C | | D | | | E | | F | | G | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| ประสบการณ์การทำงาน | 5 | 8 | 7 | 6 | 10 | 5 | 7 | 3 | 17 | 6 | 12 | 11 | 7 | 8 | 3 | |
| 28 ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง เช่นตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมไม่ถูกต้อง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 12 |
| 29 ความเสียหายของชิ้นส่วนระหว่างติดตั้ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 30 ผลกระทบต่อชุมชนและผู้อาศัยใกล้เคียง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 31 ข้อจำกัดสถานที่ก่อสร้างอาคารข้างเคียง | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 32 การใช้เทคนิคพิเศษ เช่น รอยต่อซับซ้อน | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 33 ปัจจัยภายนอกเนื่องจากสภาพอากาศ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 34 สภาพพื้นที่โครงการแออัด | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| 35 พื้นที่หน่วยงานก่อสร้างไม่เพียงพอในการกองเก็บ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 36 อุปสรรคด้านความสูงส่งผลต่อการทำงาน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |

# ภาคผนวก ค

## แบบสอบถามเพื่อหาระดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**แบบสอบถาม**

<u>คำชี้แจง</u> แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยหรือที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงานในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปใน**ขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนการขนส่ง** โดยสอบถามถึงความถี่ในการเกิดและผลกระทบของที่ส่งผลต่อต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย

ข้อมูลที่ท่านตอบมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสรุปผลในเรื่องนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น (ข้อมูลเฉพาะบุคคลและเฉพาะองค์กรจากการตอบแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้จะเก็บเป็นความลับ และจะนำไปพิจารณาในภาพรวมเท่านั้น) ข้อมูลที่เป็นความจริงหรือที่เป็นไปตามความเห็นของท่านจริงๆจะนำไปสู่การสรุปผลที่ใช้ประโยชน์ได้จริง ดังนั้น จึงขอความร่วมมือจากท่าน ขอให้ตอบตามความเป็นจริงหรือตามที่ท่านคิดหรือรู้สึกในเรื่องนั้นจริง และขอบคุณท่านเป็นการล่วงหน้าไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

โรงงาน I

1. ตำแหน่ง/แผนก

   .....

2. เบอร์โทรติดต่อ.....e-mail.....

3. ลักษณะการดำเนินงานของหน่วยงานที่ท่านสังกัด (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

   [ ] หน่วยงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป [ ] หน่วยงานก่อสร้างติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

   [ ] ฝ่ายเจ้าของโครงการหรือบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ [ ] อื่นๆ

   .....

4. ท่านเคยมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาแล้ว..... ปี

5. ท่านมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาแล้ว.....ปี

**<u>คำอธิบาย</u>** การตอบแบบสอบถามด้านความถี่ของการเกิดปัจจัยหรือที่เกิดขึ้นในการผลิตและขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ค่าระดับคะแนนสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- น้อยมาก หมายถึง เกิดขึ้นน้อยมากหรือมีโอกาสเกิดน้อยมาก (โอกาสในการเกิด ≤ 10%)

- น้อย หมายถึง เกิดขึ้นน้อย (10% ≤ โอกาสในการเกิด ≤ 30%)
- บางครั้ง หมายถึง เกิดขึ้นบ้างบางครั้ง (30% ≤ โอกาสในการเกิด ≤ 50%)
- บ่อย หมายถึง เกิดขึ้นบ่อยครั้ง (50% ≤ โอกาสในการเกิด ≤ 70%)
- ประจำ หมายถึง เกิดขึ้นเสมอเป็นประจำเกือบทุกครั้ง (โอกาสในการเกิด ≥ 70%)

การตอบแบบสอบถามด้านผลกระทบของปัจจัยหรือที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนการขนส่งซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย ค่าระดับคะแนนสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

| ปัญหาด้าน | ระดับผลกระทบของสาเหตุของปัญหา | | |
|---|---|---|---|
| | 0.5 ต่ำ | 1 ปานกลาง | 2 สูงมาก |
| ต้นทุนเพิ่มขึ้น | เพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 0.25 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 0.25 แต่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 0.5 |
| เวลาล่าช้า | เพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 5 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 แต่น้อยกว่าร้อยละ 10 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 10 |
| คุณภาพงานไม่ได้มาตรฐาน | แก้ไขน้อยกว่าร้อยละ 20 ของงาน | แก้ไขมากกว่าร้อยละ 20 แต่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของงาน | แก้ไขมากกว่าร้อยละ 40 ของงาน |
| ความปลอดภัยลดลง | เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย อาจต้องหยุดงาน 1-3 วัน | เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ได้รับบาดเจ็บปานกลาง ต้องหยุดงาน 4-14 วัน | หยุดงานมากกว่า 14 วัน หรือเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตหรือทุพพลภาพ |

ตัวอย่างสมมติ ทุนค่าการผลิตทั้งหมด 10,000,000 บาท ; 0.1% =ต้นทุนเพิ่มขึ้น10,000 บาท

ระยะเวลาผลิต 3 เดือน ; 5% = ระยะเวลาเพิ่มขึ้นหรือล่าช้า 4 วัน

คุณภาพงานตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 50 แผ่น ; 10% = มีชิ้นงาน 5 แผ่นที่ต้องแก้ไข

ส่วนที่ 1 ความถี่ของการเกิด

| สาเหตุของในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ความถี่ในการเกิด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้อยมาก | น้อย | บางครั้ง | บ่อย | ประจำ |
| 1 ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน เกิดความยุ่งยากในการผลิต | | | | | |
| 2 รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วนโดยเฉพาะงานระบบที่มีความซับซ้อน | | | | | |
| 3 ความไม่แน่นอนของแบบ การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิตหรือผลิตเสร็จแล้ว | | | | | |
| 4 ความผิดพลาดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสำหรับการผลิต ความสามารถผลิตได้ ไม่ขัดแย้งกัน | | | | | |
| 5 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายออกแบบและหน่วยงานผลิต สำหรับข้อจำกัดของชิ้นส่วนในการผลิต | | | | | |
| 6 การวางแผน (Planning) การผลิตที่ไม่เหมาะสม การวางแผนการใช้ทรัพยากรไม่เหมาะสม | | | | | |
| 7 การกำหนดแผนเวลาการทำงานไม่เหมาะสม | | | | | |
| 8 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายผลิตและหน่วยงานติดตั้ง สำหรับวางแผนลำดับการผลิต | | | | | |
| 9 ขาดแคลนแรงงานในกระบวนการผลิต | | | | | |
| 10 แรงงานขาดความรู้และประสบการณ์ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | | | | |
| 11 ผู้เชี่ยวชาญ ช่างเทคนิคหรือผู้ควบคุมงานไม่พอ | | | | | |
| 12 เครื่องจักร/เครื่องมือชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน | | | | | |
| 13 วัตถุดิบในการผลิตขาดแคลนหรือช้าในการจัดส่ง | | | | | |
| 14 วัตถุดิบในการผลิตมีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด มีการจัดส่งไม่ตรงตามจำนวนหรือชนิดที่กำหนด | | | | | |

| สาเหตุของในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ความถี่ในการเกิด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้อยมาก | น้อย | บางครั้ง | บ่อย | ประจำ |
| 15 การปรับเปลี่ยนแผนลำดับการผลิต เนื่องจากการผลิตใหม่ หรือมีงานต้องแก้ไขแทรกเข้ามา | | | | | |
| 16 การติดต่อสื่อสารสร้างความรู้ความเข้าใจระหว่างผู้ปฏิบัติงานภายในหน่วยงานมีข้อผิดพลาด | | | | | |
| 17 การบริหารจัดการของเสีย (waste management) | | | | | |
| 18 ความผิดพลาดของการควบคุมงานและการตรวจสอบคุณภาพขณะดำเนินการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำให้ต้องมีการแก้ไขงาน | | | | | |
| 19 ความผิดพลาดของการตรวจสอบชิ้นส่วนหลังถอดจากแบบหล่อ ซึ่งมีคุณภาพไม่ตรงตามมาตรฐาน | | | | | |
| 20 การเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อระหว่างการเทคอนกรีต | | | | | |
| 21 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพหลังการซ่อมแซม | | | | | |
| 22 อุบัติเหตุระหว่างขั้นตอนการผลิตทำให้เกิดความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| สาเหตุของในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ต้นทุน | | | | | เวลา | | | | | คุณภาพ | | | | | ความปลอดภัย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| 1 ชิ้นส่วนมีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกัน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 รายละเอียดรูปภายในแบบสำหรับการผลิตไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 ความไม่แน่นอนของแบบ การเปลี่ยนแปลงแบบขณะทำการผลิต | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 ความผิดพลาดการตรวจสอบความถูกต้องของแบบ ไม่สามารถผลิตได้ตามแบบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายออกแบบและหน่วยงานผลิต | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 การวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสม การวางแผนการใช้ทรัพยากรไม่เหมาะสม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 การกำหนดแผนเวลาการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 การประสานงานผิดพลาดระหว่างฝ่ายผลิตและหน่วยงานติดตั้ง สำหรับวางแผนลำดับการผลิต | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 ขาดแคลนแรงงานในกระบวนการผลิต | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| สาเหตุของในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ต้นทุน | | | | | เวลา | | | | | คุณภาพ | | | | | ความปลอดภัย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| 10 ขาดแรงงานที่มีทักษะและประสบการณ์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ควบคุมงานไม่พอ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 เครื่องจักร/เครื่องมือชำรุด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 วัตถุดิบในการผลิตขาดแคลน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 วัตถุดิบในการผลิตมีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 การปรับเปลี่ยนแผนลำดับการผลิต | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 การติดต่อสื่อสารภายในผิดพลาด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 การบริหารจัดการของเสีย | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพขณะดำเนินการผลิตชิ้นส่วน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 ความผิดพลาดของการตรวจสอบชิ้นส่วนหลังถอดจากแบบหล่อ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| สาเหตุของในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ความถี่ในการเกิด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ไม่เคยเกิด | นานๆครั้ง | บางครั้ง | บ่อย | บ่อยมาก |
| 1 ขาดผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญการขนย้าย | | | | | |
| 2 เครื่องมือและเครื่องจักรชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน | | | | | |
| 3 ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่ง | | | | | |
| 4 เหตุที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า | | | | | |
| 5 รถขนส่งชำรุดขณะปฏิบัติงาน | | | | | |
| 6 การจัดวางชิ้นส่วนบนรถขนส่งไม่เหมาะสม | | | | | |
| 7 ขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ลำบากในการขนส่ง ซึ่งอาจกระทบกับสิ่งกีดขวางระหว่างทาง | | | | | |
| 8 ชิ้นส่วนมีความหนาและน้ำหนักมากส่งผลต่อปริมาณแผ่นในการขนส่งแต่ละเที่ยว | | | | | |
| 9 ถนน ทางเข้าออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวาง | | | | | |
| 10 ความผิดพลาดด้านการตรวจสอบทำให้ลำดับการขนส่งไม่ถูกต้อง | | | | | |
| 11 ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการขนส่ง | | | | | |
| 12 การวางแผนการขนส่งที่ไม่เหมาะสม | | | | | |
| 13 ความไม่เหมาะสมของการวางแผนด้านระยะเวลาการขนส่ง | | | | | |
| 14 ความไม่พร้อมของพื้นที่ก่อสร้างสำหรับเตรียมการติดตั้งและจอดรถขนส่ง | | | | | |
| 15 ข้อมูลสื่อสารคลาดเคลื่อนระหว่างการขนส่ง | | | | | |
| 16 ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง | | | | | |

| สาเหตุของในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ต้นทุน | | | | | เวลา | | | | | คุณภาพ | | | | | ความปลอดภัย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| 1 การออกแบบขนาดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่ลำบากในการขนส่ง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 การออกแบบชิ้นส่วนมีความหนาและน้ำหนักมาก | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 การวางแผนการขนส่งที่ไม่เหมาะสม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 ความไม่เหมาะสมของการวางแผนด้านระยะเวลาการขนส่ง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 ความไม่พร้อมของพื้นที่ก่อสร้างสำหรับเตรียมการติดตั้งและจอดรถขนส่ง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 ขาดผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญการขนย้าย | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 เครื่องมือและเครื่องจักรชำรุดระหว่างปฏิบัติงาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 รถขนส่งชำรุดขณะปฏิบัติงาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 การเปลี่ยนแปลงแผนหรือเปลี่ยนลำดับ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 ลำดับการขนส่งผิดพลาดเนื่องจากความบกพร่องในการสื่อสาร | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| สาเหตุของในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ต้นทุน | | | | | เวลา | | | | | คุณภาพ | | | | | ความปลอดภัย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| I1 ความผิดพลาดด้านการตรวจสอบทำให้ลำดับการขนส่งไม่ถูกต้อง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I2 ความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการขนส่ง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I3 ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่งเนื่องจากการหุ้มห่อชิ้นส่วนไม่เหมาะสม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I4 ข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่งขนส่งได้เพียงบางช่วงเวลา | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I5 อุบัติเหตุที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I6 ถนน ทางเข้าออกที่คับแคบและมีสิ่งกีดขวางในการขนส่ง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**แบบสอบถาม**

<u>คำชี้แจง</u> แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยหรือที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงานในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปใน**ขั้นตอนการติดตั้ง** โดยสอบถามถึงความถี่ในการเกิดและผลกระทบของที่ส่งผลต่อต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัยเพื่อใช้ในการหาลำดับความสำคัญ

ข้อมูลที่ท่านตอบมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสรุปผลในเรื่องนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น (ข้อมูลเฉพาะบุคคลและเฉพาะองค์กรจากการตอบแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้จะเก็บเป็นความลับ และจะนำไปพิจารณาในภาพรวมเท่านั้น) ข้อมูลที่เป็นความจริงหรือที่เป็นไปตามความเห็นของท่านจริงๆจะนำไปสู่การสรุปผลที่ใช้ประโยชน์ได้จริง ดังนั้น จึงขอความร่วมมือจากท่าน ขอให้ตอบตามความเป็นจริงหรือตามที่ท่านคิดหรือรู้สึกในเรื่องนั้นจริง และขอบคุณท่านเป็นการล่วงหน้าไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

โครงการ A

1. ตำแหน่ง/แผนก.....
2. เบอร์โทรติดต่อ.....e-mail.....
3. ลักษณะการดำเนินงานของหน่วยงานที่ท่านสังกัด (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

   [ ] หน่วยงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป [ ] หน่วยงานก่อสร้างติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

   [ ] ฝ่ายเจ้าของโครงการหรือบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ [ ] อื่นๆ.....
4. ท่านเคยมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....ปี
5. ท่านมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาแล้ว.....ปี

**<u>คำอธิบาย</u>** การตอบแบบสอบถามด้านความถี่ของการเกิดปัจจัยหรือที่เกิดขึ้นในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ค่าระดับคะแนนสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- น้อยมาก หมายถึง เกิดขึ้นน้อยมาก (โอกาสในการเกิด ≤ 10%)
- น้อย หมายถึง เกิดขึ้นน้อย (10% ≤ โอกาสในการเกิด ≤ 30%)
- บางครั้ง หมายถึง เกิดขึ้นบ้างบางครั้ง (30% ≤ โอกาสในการเกิด ≤ 50%)
- บ่อย หมายถึง เกิดขึ้นบ่อยครั้ง (50% ≤ โอกาสในการเกิด ≤ 70%)

- ประจำ หมายถึง เกิดขึ้นเสมอเป็นประจำเกือบทุกครั้ง (โอกาสในการเกิด ≥ 70%)

การตอบแบบสอบถามด้านผลกระทบของปัจจัยหรือที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนการขนส่งซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุน เวลา คุณภาพ และความปลอดภัย ค่าระดับคะแนนสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

| ปัญหาด้าน | ระดับผลกระทบของสาเหตุของปัญหา | | |
|---|---|---|---|
| | 0.5 ต่ำ | 1 ปานกลาง | 2 สูงมาก |
| ต้นทุนที่เพิ่มขึ้น | เพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 0.25 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 0.25 แต่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 0.5 |
| ระยะเวลา | เพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 5 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 แต่น้อยกว่าร้อยละ 10 | เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 10 |
| คุณภาพงาน | แก้ไขน้อยกว่าร้อยละ 20 ของงาน | แก้ไขมากกว่าร้อยละ 20 แต่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของงาน | แก้ไขมากกว่าร้อยละ 40 ของงาน |
| ความปลอดภัย | เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย อาจต้องหยุดงาน 1-3 วัน | เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ได้รับบาดเจ็บปานกลาง ต้องหยุดงาน 4-14 วัน | หยุดงานมากกว่า 14 วัน หรือเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตหรือทุพพลภาพ |

ตัวอย่างสมมติ ทุนค่าการติดตั้งทั้งหมด 10,000,000 บาท ; 0.1% =ต้นทุนเพิ่มขึ้น10,000 บาท

ระยะเวลาติดตั้ง 3 เดือน ; 5% = ระยะเวลาเพิ่มขึ้นหรือล่าช้า 4 วัน

คุณภาพงานตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 50 แผ่น ; 10% = มีชิ้นงาน 5 แผ่นที่ต้องแก้ไข

| ในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ความถี่ของการเกิด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้อยมาก | น้อย | บางครั้ง | บ่อย | ประจำ |
| 1 การออกแบบชิ้นส่วนที่ขาดความเป็น Typical detail | | | | | |
| 2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากทำให้ใช้ความระมัดระวัง | | | | | |
| 3 ความคลาดเคลื่อนของแบบ เช่นแบบกับรายละเอียดประกอบแบบขัดแย้งกัน, | | | | | |
| 4 การออกแบบมีข้อผิดพลาด ผู้ออกแบบไม่คำนึงถึงการก่อสร้างจริงหน่วยงานก่อสร้าง | | | | | |
| 5 แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบงานระบบ | | | | | |
| 6 ความผิดพลาดด้านการประสานงานแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้รับเหมากับฝ่ายออกแบบ | | | | | |
| 7 การวางแผน (Planning) ที่ไม่เหมาะสม | | | | | |
| 8 การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม ทำให้มีการเร่งรัดงาน | | | | | |
| 9 ขาดแคลนแรงงานหรือผู้รับเหมา | | | | | |
| 10 แรงงานขาดทักษะและความรู้เฉพาะทาง | | | | | |
| 11 มีผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ | | | | | |
| 12 ผู้ควบคุมงานขาดประสบการณ์หรือขาดการศึกษารายละเอียดก่อนการทำงาน | | | | | |
| 13 เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ชำรุด | | | | | |
| 14 จำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ความถี่ของการเกิด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้อยมาก | น้อย | บางครั้ง | บ่อย | ประจำ |
| 15 ด้านการติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานไม่ดี | | | | | |
| 16 การวางผังโครงการไม่เหมาะสม | | | | | |
| 17 การเปลี่ยนแปลงลำดับการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน | | | | | |
| 18 การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของโครงการไม่ดีทำให้ตรวจสอบล่าช้า | | | | | |
| 19 ความบกพร่องของการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยภายในโครงการ | | | | | |
| 20 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนดำเนินการติดตั้ง | | | | | |
| 21 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพระหว่างทำการติดตั้ง | | | | | |
| 22 ความผิดพลาดในขั้นตอนการตรวจสอบหลังติดตั้งแล้วเสร็จ | | | | | |
| 23 ลำดับการติดตั้งผิดพลาดเนื่องจากความผิดพลาดของการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | | | | |
| 24 หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล | | | | | |
| 25 ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง เช่นตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรมไม่ถูกต้อง | | | | | |
| 26 ความเสียหายของชิ้นส่วนระหว่างการติดตั้ง | | | | | |
| 27 ผลกระทบต่อชุมชนและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ความถี่ของการเกิด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้อยมาก | น้อย | บางครั้ง | บ่อย | ประจำ |
| 28 ปัจจัยภายนอกเนื่องจากสภาพอากาศ ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้ | | | | | |
| 29 สภาพพื้นที่คับแคบแออัดเป็นอุปสรรคในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | | | | |
| 30 พื้นที่หน่วยงานก่อสร้างไม่เพียงพอในการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุอื่นๆ | | | | | |
| 31 อุปสรรคด้านความสูงส่งผลต่อการทำงานที่ยากขึ้น เช่นการอุดปิดรอยต่อจากภายนอก | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| สาเหตุในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ต้นทุน | | | | | เวลา | | | | | คุณภาพ | | | | | ความปลอดภัย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ต่ำมาก | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| 1 การออกแบบชิ้นส่วนที่ขาดความเป็น Typical detail | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 ความผิดพลาดของแบบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 การออกแบบมีข้อผิดพลาด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 แบบโครงสร้างขัดแย้งกับแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบระบบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 ความผิดพลาดด้านการประสานงานระหว่างผู้รับเหมากับฝ่ายออกแบบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 การวางแผนที่ไม่เหมาะสม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 การกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงานไม่เหมาะสม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 ขาดแคลนคนงานหรือผู้รับเหมา | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| สาเหตุในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ต้นทุน | | | | | เวลา | | | | | คุณภาพ | | | | | ความปลอดภัย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ไม่สำคัญ | น้อย | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ไม่สำคัญ | น้อย | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ไม่สำคัญ | น้อย | ปานกลาง | สูง | สูงมาก | ไม่สำคัญ | น้อย | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| 10 คนงานขาดทักษะและความรู้เฉพาะทาง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 มีผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ควบคุมงานไม่เพียงพอ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 ผู้ควบคุมงานขาดประสบการณ์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 เครื่องจักรเกิดความเสียหายชำรุด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 จำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 ด้านการติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงานไม่ดี | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 การวางผังโครงการไม่เหมาะสม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 การเปลี่ยนแปลงลำดับการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 การประสานงานข้อมูลกับตัวแทนเจ้าของโครงการไม่ดีทำให้ตรวจสอบล่าช้า | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 ความบกพร่องของการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยภายในโครงการ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนดำเนินการติดตั้ง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 ความผิดพลาดของการตรวจสอบคุณภาพระหว่างทำการติดตั้งชิ้นส่วน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| สาเหตุในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ต้นทุน | | | | | เวลา | | | | | คุณภาพ | | | | | ความปลอดภัย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 ความผิดพลาดในขั้นตอนการตรวจสอบหลังติดตั้งแล้วเสร็จ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 ลำดับการติดตั้งผิดพลาดเนื่องจากความผิดพลาดของการระบุข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Tracking) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 หน่วยงานติดตั้งใช้แบบสำหรับการติดตั้งไม่ตรงกับแบบที่ทำการปรับปรุงข้อมูล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง เช่นตำแหน่งของช่องเปิดในงานสถาปัตยกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 ความเสียหายของชิ้นส่วนระหว่างการติดตั้ง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 ผลกระทบต่อชุมชนและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง มลพิษทางเสียงและฝุ่นละออง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 ปัจจัยภายนอกเนื่องจากสภาพอากาศ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 สภาพพื้นที่คับแคบแออัดเป็นอุปสรรคในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 พื้นที่หน้างานไม่เพียงพอในการกองเก็บ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 อุปสรรคด้านความสูง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# ภาคผนวก ง

## แบบสอบถามสำหรับศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับ**ระดับความเห็นด้วย**ในการนำแนวทางแก้ไขดังกล่าวไปใช้ในการแก้ไขซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยแนวทางแก้ไขดังกล่าวสามารถนำไปใช้แก้ได้จริงในทางปฏิบัติ

คำอธิบาย

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุดกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

4 หมายถึง เห็นด้วยมากกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลางกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อยกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุดกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ.....

ตำแหน่ง/แผนก.....

เบอร์โทรติดต่อ.....e-mail.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามระดับความเห็นด้วยในการแก้ไขให้ทำเครื่องหมาย / ในช่องที่เลือก

1. การใช้แนวคิดและทฤษฎีของ Building Information Modeling (BIM)

เนื่องจากที่เกิดขึ้นในซึ่งส่งผลให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินการในขั้นตอนการผลิต และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น ความไม่แน่นอนของแบบหรือแบบมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งเนื่องจากการออกแบบที่ผิดพลาดทำให้ต้องแก้ไขปรับเปลี่ยนแบบทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิตหรือติดตั้ง ความผิดพลาดในการประสานงานแบบร่วมกัน(Coordinated design) ระหว่างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบทำให้ไม่สามารถผลิตหรือก่อสร้างได้ตามแบบก่อให้เกิดความล่าช้า แบบก่อสร้างขัดแย้งกัน เช่น รูปแปลน รูปด้านและรูปตัดขัดแย้งกัน และความผิดพลาดของการติดต่อสื่อสารประสานงานข้อมูลระหว่างผู้ออกแบบ เจ้าของงานและตัวแทนที่เกี่ยวข้อง

ประโยชน์จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ดังนี้

- เจ้าของงาน ได้ประโยชน์ในขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการและขั้นตอนการออกแบบ จากการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพและคุณภาพของอาคาร
- ผู้ออกแบบ สามารถมองภาพอาคารที่ถูกออกแบบได้รวดเร็วและมีความละเอียดมากขึ้น สามารถสร้างแบบก่อสร้างสองมิติที่มีความละเอียดและสอดคล้องกันได้ตลอดเวลาระหว่างทุกขั้นตอนการออกแบบ โดยขึ้นรูปเป็นแบบ 3 มิติทำให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างได้รวดเร็วขึ้น การตรวจสอบความขัดแย้งของแบบก่อสร้าง การทำแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop drawing) สามารถทำการประมาณราคาพร้อมกับการออกแบบได้
- ผู้รับเหมาก่อสร้าง สามารถนำข้อมูลจากการออกแบบในการวางแผนรวมด้วยกันเพื่อการทำงานที่ดีขึ้น และตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างได้ก่อนขั้นตอนการก่อสร้าง การทำงานร่วมกัน การวางแผนโครงการ การเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง การจำลองรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ การจัดทำเอกสารและรายละเอียดแบบก่อสร้าง

| ระดับความเห็นด้วยในการแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

2. การจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน

เนื่องจากความผิดพลาดด้านการประสานงานแบบร่วมกัน (Coordinated design) ระหว่างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบทำให้ส่งผลต่อการผลิตและติดตั้ง โดยความผิดพลาดนั้นอาจเกิดจากการการประสานงานแบบร่วมกันไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ และการตรวจสอบในการประสานงานแบบร่วมกันยังไม่ดีพอ ส่งผลให้เกิดตำแหน่งของช่องเปิดหรืออุปกรณ์ฝังไม่ตรงตามแบบในการก่อสร้างและขนาดของช่องเปิดไม่ตรงตามแบบ

ขั้นตอนรายการสำหรับการตรวจสอบสำหรับจุดที่ต้องมีการประสานงานแบบร่วมกันเพื่อป้องกันการประสานงานแบบก่อสร้าง ไม่ครบถ้วนหรือยังไม่เสร็จสิ้นทั้งหมด โดยในรายการตรวจสอบ(Checklist) ควรกำหนดให้ชัดเจนมีการระบุผู้เกี่ยวข้องอย่างชัดเจน โดยเฉพาะควรใช้ผู้ที่มีประสบการณ์แต่ละเรื่องอย่างแท้จริง เช่นวิศวกรงานระบบไฟฟ้า วิศวกรงานระบบสาธารณูปโภค ควรจัดลำดับหัวข้อการประชุมให้กระชับ และเหมาะสมกับผู้เข้าร่วมประชุมในแต่ละช่วง มีคำเตือนให้พิจารณาอย่างละเอียดสำหรับจุดที่มีข้อบกพร่อง

ตัวอย่างรายการตรวจสอบสำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน (Coordination checklist)

| รายการตรวจสอบการประสานแบบร่วมกัน | ประสานงานร่วมกัน | | | ผู้เกี่ยวข้อง |
|---|---|---|---|---|
| | Yes | No | N/A | |
| 1 ตำแหน่งรอยต่อสัมพันธ์กันระหว่างคานคอดินและพื้น | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง |
| 2 ความเข้ากันได้ของรอยต่อระหว่างพื้น | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง |
| 3 ความเข้ากันได้ของรอยต่อระหว่างผนัง | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง |
| 4 ตำแหน่งรอยต่อสัมพันธ์กันระหว่างผนังและพื้น | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง |
| 5 ตำแหน่งของช่องเปิดระบบไฟฟ้าที่ผนังเข้ากับงานโครงสร้าง | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายไฟฟ้า, สถาปนิก |
| 6 ตำแหน่งของช่องเปิดระบบไฟฟ้าที่ผนังเข้ากับงานสถาปัตยกรรมและการใช้งาน | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายไฟฟ้า, สถาปนิก |
| 7 ตำแหน่งของระบบไฟฟ้าแสงสว่างเข้ากับงานสถาปัตยกรรมของฝ้า | | | | วิศวกรออกแบบprecast, วิศวกรโครงสร้าง, วิศวกรฝ่ายไฟฟ้า, สถาปนิก |

| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

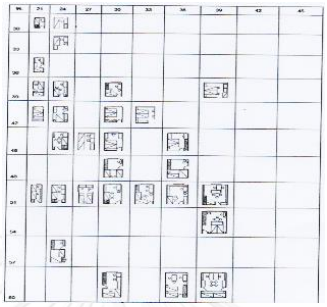
3. การกำหนดขนาดของห้องมาตรฐานหรือขนาดชิ้นส่วนมาตรฐาน

เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยประเภท low-rise (ไม่เกิน 8 ชั้น) มีลักษณะเฉพาะโครงการและรูปแบบหลากหลายแตกต่างกันในแต่ละโครงการ โดยเกิดจากผู้ออกแบบมีการออกแบบลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูปใหม่ทุกครั้งที่มีโครงการใหม่ทำให้มีขนาดหรือรูปแบบของชิ้นส่วนจำนวนมาก

ดังนั้นควรจัดทำขนาดของห้องมาตรฐานต่างๆ เช่น ห้องนอน ห้องน้ำ ห้องรับแขก ห้องครัว เป็นต้น เป็นการกำหนดขนาดมาตรฐานของชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยลงรายละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตรอยต่อชิ้นส่วน การเสริมเหล็กในชิ้นส่วนคอนกรีต โดยรายละเอียดประกอบแบบของแต่ละห้องแสดงลักษณะ

และขนาด ความหนาของชิ้นส่วนสำเร็จรูป อุปกรณ์ฝังในผนัง ช่องเปิด ประตู หน้าต่าง รวมทั้งงานสถาปัตยกรรมและงานระบบสำหรับห้องมาตรฐานนั้นๆ โดยให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกขนาดของห้องที่ต้องการจากรายการห้องมาตรฐาน เพื่อแก้ความหลากหลายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ล่าช้าสำหรับชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีรูปร่างเฉพาะ และต้นทุนเพิ่มขึ้นจากการทำแบบหล่อใหม่ โดยผู้ผลิตหรือโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปควรเป็นผู้กำหนดขนาดมาตรฐาน

ตัวอย่างแบบห้องมาตรฐาน



| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

4. การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การวางแผนการขนส่งที่ดีควรเริ่มวางแผนตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีการสำรวจความกว้าง ความสูงและอุปสรรคของเส้นทางขนส่งก่อนการออกแบบจากนั้นกำหนดความสามารถในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ควรกำหนดความสูงมากที่สุด ความกว้างมากที่สุด ข้อกำหนดการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป(Minimum Requirement) เพื่อแจ้งให้ผู้ออกแบบทราบถึงขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใหญ่ที่สามารถออกแบบได้ เป็นแนวทางในการป้องกันที่อาจเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปขณะขนส่ง รวมทั้งศึกษาเส้นทางการเข้าออกของรถบรรทุกภายในโครงการก่อสร้าง โดยต้องมีการวางแผนงาน จำนวนชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่อคัน มีน้ำหนักรวมกันที่ไม่เกินกฎหมายกำหนด มีจำนวนแผ่นไม่น้อยเกินไป และมีจำนวนแผ่นเพียงพอสำหรับการติดตั้งในแต่ละวัน

| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

5. จัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการขนส่ง

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่เป็นชิ้นส่วนที่ได้รับความเสียหายจากการขนส่งได้ง่ายดังนั้นจึงตรวจสอบการยึดรั้ง การล็อคชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้แน่นหนาและมีคุณภาพเพียงพอ การเพิ่มความระมัดระวังในขั้นตอนผูกรัดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับรถขนส่งที่ต้องแน่นหนา หน่วยงานควรจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นงานแล้วถ่ายทอดข้อมูลให้กับผู้ปฏิบัติงาน รูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่อาจเกิดความเสียหายจากการขนส่ง โดยอาจกำหนดถ้าหากชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีช่องเปิดขนาดหรือรูปร่างแบบนี้ ดังนั้นต้องมีการค้ำยันและผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างไร รวมทั้งมีการใช้อุปกรณ์เพื่อป้องกันการกระแทกระหว่างรถและชิ้นส่วนสำเร็จรูป

| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

6. การเพิ่มระบบสำเร็จรูปให้มากขึ้น (ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป)

เนื่องจากกระบวนการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปยังมีเฉพาะส่วนงานโครงสร้าง ในส่วนของงานสถาปัตยกรรมและงานระบบยังคงใช้รูปแบบการก่อสร้างทั่วไป เช่น การปูกระเบื้อง ติดตั้งสุขภัณฑ์ งานฝ้าเพดานและเดินท่อประปาสาธารณูปโภคที่หน่วยงานก่อสร้างทำให้ใช้ระยะดำเนินการสูง คุณภาพไม่ดี การรั่วซึม มีเศษวัสดุเหลือมาก การใช้ห้องน้ำสำเร็จรูปซึ่งผ่านการควบคุมคุณภาพอย่างละเอียดจากโรงงานแล้ว ทำให้ลดจำนวนแรงงานช่างฝีมือสำหรับการติดตั้ง และลดขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพ ทำให้การดำเนินงานติดตั้งที่หน่วยงานก่อสร้างรวดเร็วขึ้น

ห้องน้ำสำเร็จรูป (Prefabricated bathroom) คือห้องน้ำที่ผลิตสำเร็จจากโรงงานตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อติดตั้งและประกอบแล้วเสร็จจากโรงงาน สามารถยกมาติดตั้งที่หน่วยงานก่อสร้าง โดยทำการต่อท่อน้ำดีและน้ำเสียที่หน่วยงานก่อสร้าง เป็นการเพิ่มความสำเร็จรูปให้กับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่เพียงโครงสร้างสำเร็จรูป แต่ยังเพิ่มความสำเร็จรูปสำหรับงานสถาปัตยกรรมและงานระบบอีกด้วย โดยประกอบสุขภัณฑ์และท่อต่อให้แล้วเสร็จตั้งแต่โรงงาน

ข้อดีของห้องน้ำสำเร็จรูป

1.) ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง

(1) สามารถควบคุมเวลาการผลิตโดยใช้เครื่องจักรในสายการผลิตเฉพาะจากโรงงาน และส่งมอบเพื่อไปติดตั้งที่หน่วยงานก่อสร้างได้ทันที โดยอาจไม่ต้องจัดเก็บในโครงการ เป็นระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time: JIT)

(2) ลดระยะเวลาในการทำงานที่หน่วยงานก่อสร้างลง ช่วยปรับปรุงผลิตภาพของโครงการโดยลดงานที่ต้องทำหน่วยงานก่อสร้าง

2.) ด้านคุณภาพ คือ

(1) สามารถควบคุมคุณภาพได้ดีจากการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย มีความแม่นยำสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ฝังจากทางโรงงาน

(2) ลดจำนวนการใช้แรงงานช่างฝีมือในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(3) ช่วยลดการรั่วซึมของน้ำบริเวณรอยต่อในห้องน้ำเนื่องจากควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า

(4) เพิ่มการก่อสร้างได้ของชิ้นส่วนสำเร็จรูป แก้ไขตำแหน่งของช่องเปิดบริเวณชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ตรงกับสุขภัณฑ์ซึ่งอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง

(5) ลดความเสี่ยงในการทำงานเนื่องจากสภาพอากาศไม่เหมาะสม

(6) สามารถลดเศษเหลือจากวัสดุ เช่น เศษปูน เศษกระเบื้องได้

| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

7. จัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule)

เนื่องจากการกำหนดแผนระยะเวลาในการทำงาน (Schedule) ไม่เหมาะสม เนื่องจากการควบคุมแผนงานไม่ดีพอ การวางแผนการใช้งานทรัพยากรไม่เหมาะสม มีการบริหารจัดการทรัพยากรไม่สมดุลกับขนาดงานส่งผลให้มีการเร่งรัดงานหรือการดำเนินงานล่าช้า

ในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นจะประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ สำหรับใช้ในการจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงานดังนี้

1) แผนงานหลัก (Master Plan) ในแผนงานหลักจะบอกถึงวันเริ่มต้น วันสิ้นสุดของโครงการ รวมถึงงานต่างๆที่ต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ โดยมีลำดับขั้นตอนก่อนหลัง
2) ปริมาณแรงงานและผลิตภาพ (Productivities) เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่มีความสำคัญในการจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน ทั้งข้อมูลด้านปริมาณแรงงานในแต่ละวัน และอัตราผลิตภาพ
3) การกำหนดจำนวนวันทำงานในแต่ละชุดกลุ่มงาน โดยจำนวนวันทำงาน เท่ากับปริมาณงานทั้งหมดหารด้วยผลิตภาพต่อหนึ่งวัน (อาจใช้ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันทำงานของหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างเป็นตัวแทนจำนวนวันทำงานของชุดกลุ่มงาน) เงื่อนไขคือต้องปฏิบัติงานที่อยู่ในชุดกลุ่มงานที่ 1 ให้แล้วเสร็จทั้งหมดภายในระยะเวลาจำนวนวันทำงานของชุดกลุ่มงานที่กำหนดข้างต้น จากนั้นจึงเริ่มปฏิบัติงานที่อยู่ในชุดกลุ่มงานที่ 2 โดยมีระยะเวลาแต่ละชุดกลุ่มงานเท่ากัน

ข้อดีของแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule)

1) ระยะเวลาดำเนินงานในแต่ละชุดกลุ่มงานเท่าๆกัน การดำเนินงานเป็นไปตามลำดับก่อนหลังทำให้สามารถปรับปรุงและพัฒนาแผนดำเนินการด้านเวลาในการทำงานละเอียดชัดเจนขึ้น
2) แผนการทำงานอ้างอิงจากการทำงานจริงโดยปรับปรุงจากผลิตภาพในการทำงานที่เกิดขึ้นในการทำงาน

ตัวอย่างแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) สมมติให้จำนวนวันทำงานของชุด 7 วัน

จากตัวอย่างหมายถึงการวางแผ่นพื้นแต่ละชั้นใช้เวลา 7 วัน การสำรวจหาแนวระยะติดตั้งผนังใช้ เวลา 14 วัน ตามลำดับ

| Activities | Floor 1 : 12 Units | | | | | Floor 2 : 14 Units | | | | | Floor 3 : 15 Units | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ALL | Z.1 | Z.2 | Z.3 | Z.4 | ALL | Z.1 | Z.2 | Z.3 | Z.4 | ALL | Z.1 | Z.2 | Z.3 | Z.4 |
| งานวิศวกรรมโครงสร้าง | | | | | | | | | | | | | | | |
| งานวางแผ่นพื้น | 1 | | | | | 4 | | | | | 7 | | | | |
| งานสำรวจเพื่อหาแนวระยะติดตั้งผนัง | | 2 | 3 | | | | 5 | 6 | | | | 8 | 9 | | |
| งานติดตั้งแผ่นผนัง | | 2 | 3 | | | | 5 | 6 | | | | 8 | 9 | | |
| งานโครงหลังคาพร้อมมุงแผ่นเหล็กรีดบาง (Metal Sheet) | | | | | | | | | | | | | | | |
| งานวิศวกรรมระบบประกอบอาคาร | | | | | | | | | | | | | | | |
| งานระบบสุขาภิบาล | | | | | | | | | | | | | | | |
| งานเดินท่อใน Shaft | | | | | | 4 | | | | | 7 | | | | |
| งานเดินท่อห้องพื้น | 1 | | | | | 7 | | | | | 10 | | | | |
| งานติดตั้งสุขภัณฑ์ | 40 | | | | | 41 | | | | | 42 | | | | |

| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. การฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

แรงงานที่ทำงานในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจไม่มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มาก่อนทำให้ทักษะในการทำงานไม่เพียงพอ ทำให้ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานและการทำงานที่ล่าช้า การฝึกอบรมทักษะฝีมือของแรงงานในงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนการทำงานเป็นการสร้างพื้นฐานในการทำงานที่ดี ส่งผลต่อความรับผิดชอบต่องานที่ปฏิบัติและงานที่มีคุณภาพ ควรกำหนดเวลาสำหรับการฝึกอบรมให้เพียงพอกับทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมในการฝึกอบรมแรงงานใหม่ใช้เวลาประมาณ 5 วันโดยฝึกอบรมทั้งในภาคทฤษฎีและการทำงานในภาคปฏิบัติ

การฝึกอบรมเบื้องต้นก่อนเริ่มการทำงานควรฝึกอบรมภาคทฤษฎีโดยวิธีการบรรยาย เพื่อให้แรงงานทราบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการก่อสร้างก่อนการทำงานจริง รวมทั้งทักษะที่จำเป็นในการทำงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเนื้อหาในการนำเสนอควรมีรูปภาพประกอบเพราะทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนหรืออาจมีการถ่ายทำ

วีดีโอจากสถานที่ก่อสร้างมาฉายประกอบด้วย หรือมีการใช้เทคโนโลยีจำลองการทำงานที่เหมือนการทำงานจริงในสถานที่ก่อสร้างให้แรงงานเห็นภาพรวม ซึ่งควรทำการฝึกอบรมก่อนเริ่มทำงานในสถานที่ก่อสร้างจริง จากนั้นแรงงานที่เพิ่งเข้าทำงานใหม่อาจเรียนรู้จากคู่มือสำหรับการทำงานเสริมเพิ่มเติมจากการฝึกอบรมโดยในคู่มือควรมีรูปภาพแสดงขั้นตอนในการทำงานและมีรายละเอียดอธิบายที่ง่ายต่อความเข้าใจ

การอบรมขณะปฏิบัติงาน คือการฝึกปฏิบัติในสถานที่ก่อสร้างให้แรงงานเริ่มทำงานจริงในสถานที่ก่อสร้างโดยมีการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน มี 2 วิธีดังนี้

3. การสอนงาน (Coaching) โดยให้แรงงานที่มีประสบการณ์มาสอนงานให้กับแรงงานใหม่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยให้การกำกับดูแล แนะนำแก่แรงงานใหม่อย่างใกล้ชิด
4. การฝึกอบรมด้วยการฝึกงาน (Apprenticeship training) ให้แรงงานใหม่ไปเริ่มงานกับชุดติดตั้งที่มีประสบการณ์และกำลังทำงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ก่อน เมื่อครบกำหนดเวลาอบรมจึงย้ายไปในชุดติดตั้งของตนเอง

| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

9. การออกแบบช่องเปิดเพื่อลดความผิดพลาดของตำแหน่ง

9.1 การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring)

เนื่องจากในการทำงานในโครงการก่อสร้างอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง บ่อยครั้งที่ช่องเปิดที่ทำไว้ก่อนจากโรงงานอาจไม่ตรงกับตำแหน่งของแบบก่อสร้างส่งผลให้ต้องมีการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้างอีกครั้ง ทำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อนและเสียเวลาในการอุดปิดช่องเปิดที่ไม่สามารถใช้งานได้ การทำ Soft-eye opening คือการเว้นพื้นที่สำหรับการเจาะช่องเปิดที่หน่วยงานก่อสร้าง โดยไม่มีการใส่เหล็กเสริมในบริเวณที่คาดว่าเป็นช่องเปิดสำหรับงานท่อระบบสาธารณูปโภคทำให้ง่ายต่อการเจาะที่หน้า ดังนั้นการทำ Soft-eye opening จึงมีข้อดีคือ ช่วยลดระยะเวลาการทำงานสำหรับขั้นตอนการจัดวางช่องเปิด (block-out) ในโรงงาน และลดระยะเวลาในการแก้ไขงานจากความผิดพลาดของตำแหน่งช่องเปิดที่อาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งซึ่งหลีกเลี่ยงได้ยาก

| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

9.2 การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค

เนื่องจากในการทำงานในโครงการก่อสร้างอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งซึ่งหลีกเลี่ยงยาก ทำให้เกิดตำแหน่งของช่องเปิดหรืออุปกรณ์ฝังไม่ตรงตามแบบในการก่อสร้าง บ่อยครั้งที่ช่องเปิดที่ทำไว้ก่อนจากโรงงานอาจไม่ตรงกับตำแหน่งของแบบก่อสร้างส่งผลให้ต้องมีการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้างอีกครั้ง การใช้ค่าเผื่อความคลาดเคลื่อน (Tolerance) สำหรับช่องเปิดให้มากขึ้นเพื่อรองรับความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้ง ข้อดีคือลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนจากการการเจาะช่องเปิดที่หน่วยงานก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้าง

| ระดับความเห็นด้วยกับวิธีแก้ไข | | | | |
|---|---|---|---|---|
| มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับ**ระดับความเห็นด้วย**ในการนำแนวทางแก้ไขดังกล่าวไปใช้ในการแก้ไขซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานในโครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยแนวทางแก้ไขดังกล่าวสามารถนำไปใช้แก้ได้จริงในทางปฏิบัติ โดยรอบนี้จะแสดงคำตอบความเห็นด้วยของท่านในรอบที่ผ่านมา แสดงค่ามัธยฐานของกลุ่มและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์

ข้อมูลที่ท่านตอบมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสรุปผลในเรื่องนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น (ข้อมูลเฉพาะบุคคลและเฉพาะองค์กรจากการตอบแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้จะเก็บเป็นความลับ และจะนำไปพิจารณาในภาพรวมเท่านั้น) ข้อมูลที่เป็นความจริงหรือที่เป็นไปตามความเห็นของท่านจริงๆจะนำไปสู่การสรุปผลที่ใช้ประโยชน์ได้จริง ดังนั้น จึงขอความร่วมมือจากท่าน ขอให้ตอบตามความเป็นจริงหรือตามที่ท่านคิดหรือรู้สึกในเรื่องนั้นจริง และขอบคุณท่านเป็นการล่วงหน้าไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คำอธิบาย

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุดกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

4 หมายถึง เห็นด้วยมากกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลางกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อยกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุดกับวิธีการแก้ไขที่ได้นำเสนอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ.....

ตำแหน่ง/แผนก.....

เบอร์โทรติดต่อ.....e-mail.....

ลักษณะการดำเนินงานของหน่วยงานที่ท่านสังกัด (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

[ ] หน่วยงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป [ ] หน่วยงานก่อสร้างติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

[ ] ฝ่ายเจ้าของโครงการหรือบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ [ ] อื่นๆ.....

ท่านเคยมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาแล้ว.....ปี

ท่านมีประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....ปี

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามระดับความเห็นด้วยในการแก้ไขให้ทำเครื่องหมาย / ในช่องที่เลือก

โดย X คือคำตอบของท่านในรอบที่แล้ว

| แนวทางแก้ไข | ระดับความคิดเห็น | | | | | ค่ามัธยฐาน | ช่วงพิสัยควอไทล์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | |
| | เห็นด้วยมากที่สุด | เห็นด้วยมาก | เห็นด้วยปานกลาง | เห็นด้วยน้อย | เห็นด้วยน้อยที่สุด | | |
| การใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) | | x | | | | 5.00 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับการประสานงานแบบร่วมกัน | | x | | | | 5.00 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำช่องเปิดประตูและหน้าต่างมาตรฐาน | x | | | | | 5.00 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน | | x | | | | 4.50 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำจัดทำรูปแบบห้องมาตรฐาน | | x | | | | 4.00 | 4.00-5.00 |
| การสำรวจเส้นทางการขนส่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป | | x | | | | 4.50 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปการขนส่ง | x | | | | | 4.00 | 4.00-5.00 |
| การเพิ่มระบบสำเร็จรูปให้มากขึ้น (ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูป) | | x | | | | 4.00 | 4.00-5.00 |
| การจัดทำแผนงานแบบชุดกลุ่มงาน (Work Packages Schedule) | | x | | | | 4.50 | 4.00-5.00 |
| การฝึกอบรมทักษะสำหรับช่างและแรงงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป | x | | | | | 5.00 | 4.00-5.00 |
| การทำ Soft-eye opening เพื่อการเจาะที่หน่วยงานก่อสร้าง (Coring) | | | x | | | 2.50 | 2.00-3.00 |
| การออกแบบเผื่อความคลาดเคลื่อนให้ช่องเปิดสำหรับการติดต่อท่อในการระบบสาธารณูปโภค | | | | x | | 3.00 | 3.00-4.00 |

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวฐาปนี เพชรคงทอง เกิดวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ.2534 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสาธิตเทศบาลเพชรจริก จังหวัดนครศรีธรรมราช จากนั้นสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จากภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2555 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมก่อสร้างและการบริหาร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University