การออกแบบปรับปรุง อาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียว โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก โครงการโรงเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (SCG Southern School)

นาย กวิศ ปานม่วง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE REDESIGN OF TEMPORARY ONE-STOREY SEMI-PREFABRICATED SCHOOL BUILDING: CASE STUDY OF SCG SOUTHERN SCHOOL

Mr. Kawis Panmaung

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบปรับปรุง อาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียว : โครงการโรงเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (SCG Southern School)
โดย	นาย กวิศ ปานม่วง
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ชลธี อิ่มอุดม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต จุลาสัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ชลธี อิ่มอุดม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวณิค)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร. ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์)

กวิศ ปานม่วง : การออกแบบปรับปรุง อาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียว โครงการโรงเรียน 3 จังหวัดภาคใต้ (SCG Southern School). (THE REDESIGN OF TEMPORARY ONE - STOREY SEMI - PREFABRICATED SCHOOL BUILDING: CASE STUDY OF SCG SOUTHEN SCHOOL) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. ชลธี อิ่มอุดม , อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รศ. ดร. ชวลิต นิตยะ , 189 หน้า.

เนื่องมาจากเหตุการณ์สถานการณ์ความไม่สงบใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ มีการลอบวางเพลิงสถานศึกษาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบอย่างมากต่อระบบการศึกษาและสภาพจิตใจของนักเรียน ทางกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน (ก.ร.อ.ม.น.) จึงมีความต้องการที่จะก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวให้แล้วเสร็จภายใน 3 วัน หลังจากเกิดเหตุ บริษัทในเครือซีเมนต์ไทย และบริษัทบลูสโคป ไลสาจท์(ประเทศไทย)จำกัด จึงได้ร่วมกันออกแบบและก่อสร้างอาคารเรียนต้นแบบขึ้น โดยจากการศึกษาการออกแบบและก่อสร้างอาคารต้นแบบ ผู้วิจัยเชื่อว่าการก่อสร้างอาคารเรียนต้นแบบ ควรได้รับการออกแบบปรับปรุงใหม่ โดยคำนึงถึงระยะทางพิกัดของวัสดุก่อสร้างและการใช้งานอาคารมากขึ้น เลือกใช้วิธีการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป และเลือกวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้อาคารเรียนปรับปรุงสามารถตอบสนองความต้องการได้มากขึ้น ทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม ระยะเวลาในการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง

ในการออกแบบ ผู้วิจัยแบ่งอาคารเรียนชั่วคราวออกเป็น 3 ขนาด คือขนาด 25 40 และ 50 คน โดยคำนึงถึง สภาพแวดล้อมโดยรอบ แสงสว่าง การระบายลม และการป้องกันความร้อน ในการออกแบบอาคาร และเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่ตอบสนองความต้องการได้มากขึ้น ทั้งแสงสว่าง การระบายลม และการลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร นอกจากนั้นยังคำนึงถึงการประยุกต์ใช้กับการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปด้วย

จากการเปรียบเทียบปริมาณ และจำนวนชิ้นของวัสดุก่อสร้าง พบว่าการใช้ปริมาณวัสดุลดลงจากอาคารต้นแบบมากถึง 25 – 30% และมีจำนวนชิ้นส่วนของวัสดุลดลงมากเมื่อเทียบการก่อสร้างอาคารต่อ 1 ตารางเมตร หลังจากการเปรียบเทียบปริมาณ และจำนวนชิ้นส่วนวัสดุ ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร โดยพบว่าการก่อสร้างอาคารต้นแบบนั้นใช้เวลาในการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้าง 43 ชั่วโมง และอาคารปรับปรุงขนาดเล็ก กลาง และขนาดใหญ่ใช้เวลาก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างลดลงเหลือเพียง 27% 38% และ 39% ตามลำดับ และในการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างนั้นเปรียบเทียบจากราคาค่าก่อสร้างต่อตารางเมตรของอาคารต้นแบบ คือ 12500 บาท/ตรม. และราคาลดลงเป็นสัดส่วนตามการลดลงของปริมาณวัสดุก่อสร้าง จึงสรุปได้ว่า ราคาค่าก่อสร้างอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุงลดลงจากอาคารต้นแบบ 25.05% ในอาคารขนาดเล็ก ขนาดกลาง 31.13% และอาคารขนาดใหญ่ลดลง 30.69%

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....
ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

4974103125 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : REDESIGN / TEMPORARY / SEMI-PREFABRICATION / SCHOOL

KAWIS PANMAUNG : THE REDESIGN OF TEMPORARY ONE – STOREY SEMI – PREFABRICATED SCHOOL BUILDING : CASE STUDY OF SCG SOUTHERN SCHOOL. ADVISOR : ASSOC.PROF.CHONLATHI IM-UDOM, CO-AVISOR ASSOC.PROF.CHAOWALIT NITAYA, PhD, 189 pp.

Due to the situation in the three southern provinces, there are arson attacks on local schools which largely affect education system and students. To counter these problems, the Internal Security Operations Command wants to have a temporary school that can be built within 3 days after an incident. Siam Cement Group and Blue Scope Lysaght Co.,Ltd. (Thailand) jointly designed and built a prototype school building.

After study a design of prototype building, researcher believes that school building should have redesigned; regarding modular of material and function area, selection of semi-prefabrication construction method and selection of appropriate materials. These improvements should provide better temporary building in many aspects; architectural, construction time and cost.

In this study, researcher devides school building into 3 groups; 25, 40 and 50 people. In order to achieve better design, the redesign has to take account of building environment, lighting, air ventilation, heat protection and better selection of construction materials. Furthermore, application with semi-prefabrication system is also reminded.

Compared to the original design, the amount of construction material consumption in redesigned school building was reduced for 25-30% and uses significantly less material per 1 sq.m. construction. Researcher compares construction time between both designs and found that construction time for small, medium and large redesigned building has decrease to 27%, 38% and 39% respectively (compare to 43 hr of original design.) Moreover, construction cost of a redesigned building (small, medium and large) has reduced 25.05%, 31.13% and 30.69% respectively.

Department : Architecture Student's Signature .....

Field of Study : Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year : 2008 Co-Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก รศ.ชลธี อิ่มอุดม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย และทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรของบริษัทบูสโคป ไลสาจส์ ประเทศไทย ที่ให้ความร่วมมือ อนุเคราะห์สนับสนุนข้อมูล ตลอดจนคำแนะนำ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 3

1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

1.6 คำจำกัดความ..... 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 7

2.2 ระบบชิ้นส่วนโครงสร้างของอาคารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 9

2.3 หลักเกณฑ์การออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 11

2.4 การออกแบบอาคารสำเร็จรูป..... 13

2.5 ระบบประสานทางพิกัด..... 16

2.6 วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด..... 24

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น..... 29

3.2 สมมุติฐานในการวิจัย..... 29

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 30

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 30

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 31

3.6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 31

หน้า

บทที่ 4 รายละเอียดโครงการอาคารกรณีศึกษา

4.1 รายละเอียดของโครงการกรณีศึกษา..... 32
4.2 ที่มาของโครงการ..... 32
4.3 วัตถุประสงค์และความต้องการของกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน. 33
4.4 แนวคิดในการออกแบบอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ..... 34
4.5 รูปแบบของอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ..... 35
4.6 รายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วราวต้นแบบ..... 37
4.7 กรรมวิธีขั้นตอนการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ..... 50
4.8 ผลการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ..... 63
4.9 ผลการศึกษาด้านระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ..... 68

บทที่ 5 การวิเคราะห์แนวทางเพื่อการออกแบบอาคารปรับปรุง

5.1 สภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศในภาคใต้..... 69
5.2 แนวทางการออกแบบอาคารที่เหมาะสมกับพื้นที่บริเวณภาคใต้..... 73
5.3 การวิเคราะห์วัสดุก่อสร้าง..... 78
5.4 การวิเคราะห์ระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสม..... 96

บทที่ 6 การออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราว

6.1 การกำหนดรูปแบบอาคารเพื่อนำมาใช้ออกแบบอาคารปรับปรุง..... 103
6.2 การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม..... 107
6.3 การกำหนดระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสมเพื่อการออกแบบ..... 111
6.4 แบบปรับปรุงอาคารเรียน..... 112
6.5 กรรมวิธีขั้นตอนการก่อสร้างอาคารเรียน..... 143
6.6 ผลการศึกษาด้านระยะเวลาการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุง..... 152

บทที่ 7 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการออกแบบอาคารต้นแบบละอาคารปรับปรุง

7.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม..... 154
7.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการและขั้นตอนในการก่อสร้าง..... 166
7.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง..... 167
7.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง..... 173

หน้า

บทที่ 8 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลการวิจัย..... 176

8.2 ข้อเสนอแนะ..... 181

รายการอ้างอิง..... 183

ภาคผนวก..... 185

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 189

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุในอาคารเรียนต้นแบบ..... 37
ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุในแต่ละส่วนอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ..... 37
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณวัสดุฐานอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ..... 39
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ..... 40
ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 1 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 41
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 2 และ 6 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 42
ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 3 และ 7 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 43
ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 4 และ 8 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 44
ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 5 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 45
ตารางที่ 4.10 สรุปปริมาณวัสดุโครงสร้างผนังของอาคารเรียนต้นแบบ..... 46
ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ..... 46
ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง 1 2 และ 6 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 47
ตารางที่ 4.13 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง 3 และ 7 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 47
ตารางที่ 4.14 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง 4 และ 8 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 48
ตารางที่ 4.15แสดงปริมาณ วัสดุกรุผนัง 5 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 48
ตารางที่ 4.16 แสดงสรุปปริมาณวัสดุกรุพื้น และผนัง ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 49
ตารางที่ 4.17 แสดงปริมาณวัสดุประตู และหน้าต่าง ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 49
ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณวัสดุโครงหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบ..... 49
ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณวัสดุหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบ..... 50
ตารางที่ 4.20 แสดงปริมาณวัสดุมุงหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบ..... 50
ตารางที่ 4.21 แสดงระยะเวลาก่อสร้างอาคารเรียนต้นแบบ..... 68
ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวนนักเรียนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้..... 97
ตารางที่ 5.2 แสดงกิจกรรมการใช้งานในห้องเรียน..... 99
ตารางที่ 6.1 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุก่อสร้างในอาคารเรียนปรับปรุง..... 120
ตารางที่ 6.2 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุงในแต่ละส่วนอาคาร.. 121
ตารางที่ 6.3 แสดงปริมาณวัสดุฐานอาคารของอาคารเรียนปรับปรุง..... 123
ตารางที่ 6.4 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น A ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 123
ตารางที่ 6.5 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น B ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 124

หน้า

ตารางที่ 6.6 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น C ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 124
ตารางที่ 6.7 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น D ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 125
ตารางที่ 6.8 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น E ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 125
ตารางที่ 6.9 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น F ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 126
ตารางที่ 6.10 แสดงการสรุปปริมาณวัสดุฐานอาคาร และโครงสร้างพื้น..... 127
ของอาคารเรียนปรับปรุงขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่
ตารางที่ 6.11 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง A ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 128
ตารางที่ 6.12 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง B ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 129
ตารางที่ 6.13 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง B2 ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 130
ตารางที่ 6.14 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง C ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 131
ตารางที่ 6.15 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง C2 ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 132
ตารางที่ 6.16 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง D ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 133
ตารางที่ 6.17 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง E ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 134
ตารางที่ 6.18 แสดงการสรุปปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 135
ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่
ตารางที่ 6.19 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น A ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 136
ตารางที่ 6.20 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น B ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 136
ตารางที่ 6.21 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น C ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 137
ตารางที่ 6.22 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น D ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 137
ตารางที่ 6.23 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น E ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 138
ตารางที่ 6.24 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น F ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 138
ตารางที่ 6.25 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง A ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 139
ตารางที่ 6.26 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง B ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 139
ตารางที่ 6.27 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง B2 ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 140
ตารางที่ 6.28 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง C ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 140
ตารางที่ 6.29 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง C2 ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 141
ตารางที่ 6.30 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง D ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 141
ตารางที่ 6.31 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง E ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 142
ตารางที่ 6.31 สรุปปริมาณวัสดุกรุพื้น และผนัง ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 142

หน้า

ตารางที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุก่อสร้างของอาคารเรียนเดิม และอาคารปรับปรุง..... 158
ตารางที่ 7.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณและจำนวนวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้าง..... 161
ตารางที่ 7.3 แสดงปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ใช้ ต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม (เทียบเป็น %)..... 163
ตารางที่ 7.4 แสดงจำนวนชิ้นส่วนของวัสดุก่อสร้าง ต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม (เทียบเป็น %)... 164
ตารางที่ 7.5 แสดงจำนวนรูปแบบของวัสดุก่อสร้าง ต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม (เทียบเป็น %)... 165
ตารางที่ 7.6 แสดงระยะเวลาการก่อสร้างอาคารเรียนต้นแบบ..... 168
ตารางที่ 7.7 แสดงปริมาณงานและเวลาในการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ..... 169
และอาคารเรียนปรับปรุง
ตารางที่ 7.8 แสดงความเร็วในการก่อสร้างอาคาร (เทียบเป็น %)..... 170
ตารางที่ 7.9 แสดงเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร..... 171
ตารางที่ 7.10 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร..... 171
ตารางที่ 7.11 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วนอาคารในสถานที่ก่อสร้าง.. 172
ตารางที่ 7.12 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างโดยประมาณ (ต่อตารางเมตร)..... 173
ตารางที่ 7.13 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างรวมโดยประมาณ..... 174
ตารางที่ 8.1 สรุปการเปรียบเทียบปริมาณและจำนวนวัสดุก่อสร้างที่ใช้..... 178
ตารางที่ 8.2 สรุปการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง..... 180
ตารางที่ 8.3 สรุปการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้าง..... 180
ตารางที่ 8.4 สรุปการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างโดยประมาณ (ต่อตารางเมตร)..... 181

สารบัญภาพ

ภาพที่ 4.1 รูปแบบอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ..... 35
ภาพที่ 4.2 ผังพื้นและรูปด้านของอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ..... 36
ภาพที่ 4.3 ผังฐานอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ..... 39
ภาพที่ 4.4 โครงสร้างพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ..... 40
ภาพที่ 4.5 โครงสร้างผนัง 1 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 41
ภาพที่ 4.6 โครงสร้างผนัง 2 และ 6 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 42
ภาพที่ 4.7 โครงสร้างผนัง 3 และ 7 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 43
ภาพที่ 4.8 โครงสร้างผนัง 4 และ 8 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 44
ภาพที่ 4.9 โครงสร้างผนัง 5 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 45
ภาพที่ 4.10 วัสดุกรุพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ..... 46
ภาพที่ 4.11 วัสดุกรุผนัง 1 2 และ 6 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 47
ภาพที่ 4.12 วัสดุกรุผนัง 3 และ 7 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 47
ภาพที่ 4.13 วัสดุกรุผนัง 4 และ 8 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 48
ภาพที่ 4.14 วัสดุกรุผนัง 5 ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 48
ภาพที่ 4.15 การเก็บชิ้นส่วนประกอบอาคาร..... 51
ภาพที่ 4.16 การติดตั้งฐานอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ..... 51
ภาพที่ 4.17 การติดตั้งโครงสร้างพื้นและตงของอาคารเรียนต้นแบบ..... 53
ภาพที่ 4.18 การติดตั้งแผ่นพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ..... 54
ภาพที่ 4.19 การประกอบโครงผนังที่ไม่มีช่องเปิดของอาคารเรียนต้นแบบ..... 56
ภาพที่ 4.20 การประกอบโครงผนังที่มีช่องเปิดของอาคารเรียนต้นแบบ..... 57
ภาพที่ 4.21 การประกอบโครงผนังที่มีประตูของอาคารเรียนต้นแบบ..... 58
ภาพที่ 4.22 การติดตั้งโครงสร้างผนังของอาคารเรียนต้นแบบ..... 56
ภาพที่ 4.23 การประกอบ และติดตั้งโครงสร้างหลังคา ของอาคารเรียนต้นแบบ..... 60
ภาพที่ 4.24 การกรุวัสดุมุงหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบ..... 61
ภาพที่ 4.25 การกรุวัสดุผนังภายนอกของอาคารเรียนต้นแบบ..... 61
ภาพที่ 4.26 การกรุวัสดุผนังภายในของอาคารเรียนต้นแบบ..... 62
ภาพที่ 4.27 การติดตั้งงานระบบและเก็บรายละเอียดของอาคารเรียนต้นแบบ..... 62
ภาพที่ 5.1 การแบ่งสภาพบรรยากาศของโลก..... 69

หน้า

ภาพที่ 5.2 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย..... 70
ภาพที่ 5.3 สภาพภูมิอากาศในภาคใต้ของประเทศไทย..... 72
ภาพที่ 5.4 อัตราส่วนความกว้าง-ยาวของอาคารที่เหมาะสม..... 73
ภาพที่ 5.5 ทิศทางการวางอาคารที่เหมาะสม..... 74
ภาพที่ 5.6 อิทธิพลความร้อนจากสิ่งแวดล้อม..... 75
ภาพที่ 5.7 อิทธิพลความร้อนจากช่องเปิด..... 75
ภาพที่ 5.8 การแก้ปัญหาความร้อนด้วยการออกแบบหลังคา..... 79
ภาพที่ 5.9 การแก้ปัญหาความร้อนด้วยการยกพื้น..... 79
ภาพที่ 5.10 ขนาดห้องเรียนของอาคารเรียนปรับปรุง..... 98
ภาพที่ 5.11 ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่ผู้ใหญ่ต้องการ..... 100
ภาพที่ 5.12 ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่เด็กต้องการ..... 101
ภาพที่ 6.1 ขนาดสัดส่วน และการวางอาคารที่เหมาะสม..... 104
ภาพที่ 6.2 การออกแบบพื้นอาคารเรียนปรับปรุง..... 105
ภาพที่ 6.3 การออกแบบผนังอาคารเรียนปรับปรุง (1)..... 105
ภาพที่ 6.4 การออกแบบผนังอาคารเรียนปรับปรุง (2)..... 106
ภาพที่ 6.5 การออกแบบหลังคาอาคารเรียนปรับปรุง..... 106
ภาพที่ 6.6 ระยะประสานทางพิกัดที่นำมาใช้ในการอกแบบอาคารเรียนปรับปรุง..... 111
ภาพที่ 6.7 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดเล็ก..... 113
ภาพที่ 6.8 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดกลาง..... 115
ภาพที่ 6.9 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดใหญ่..... 117
ภาพที่ 6.10 แบบรายละเอียดในการก่อสร้าง..... 119
ภาพที่ 6.11 ฐานอาคาร อาคารเรียนปรับปรุง..... 123
ภาพที่ 6.12 โครงสร้างพื้น A ของ อาคารเรียนปรับปรุง..... 123
ภาพที่ 6.13 โครงสร้างพื้น B ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 124
ภาพที่ 6.14 โครงสร้างพื้น C ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 124
ภาพที่ 6.15 โครงสร้างพื้น D ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 125
ภาพที่ 6.16 โครงสร้างพื้น E ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 125
ภาพที่ 6.17 โครงสร้างพื้น F ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 126
ภาพที่ 6.18 โครงสร้างผนัง A ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 128

หน้า

ภาพที่ 6.19 โครงสร้างผนัง B ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 129
ภาพที่ 6.20 โครงสร้างผนัง B2 ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 130
ภาพที่ 6.21 โครงสร้างผนัง C ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 131
ภาพที่ 6.22 โครงสร้างผนัง C2 ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 132
ภาพที่ 6.23 โครงสร้างผนัง D ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 133
ภาพที่ 6.24 โครงสร้างผนัง E ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 134
ภาพที่ 6.25 วัสดุกรุพื้น A ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 136
ภาพที่ 6.26 วัสดุกรุพื้น B ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 136
ภาพที่ 6.27 วัสดุกรุพื้น C ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 137
ภาพที่ 6.28 วัสดุกรุพื้น D ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 137
ภาพที่ 6.29 วัสดุกรุพื้น E ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 138
ภาพที่ 6.30 วัสดุกรุพื้น F ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 138
ภาพที่ 6.31 วัสดุกรุผนัง A ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 139
ภาพที่ 6.32 วัสดุกรุผนัง B ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 139
ภาพที่ 6.33 วัสดุกรุผนัง B2 ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 140
ภาพที่ 6.34 วัสดุกรุผนัง C ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 140
ภาพที่ 6.35 วัสดุกรุผนัง C2 ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 141
ภาพที่ 6.36 วัสดุกรุผนัง D ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 141
ภาพที่ 6.37 วัสดุกรุผนัง E ของอาคารเรียนปรับปรุง..... 142
ภาพที่ 6.38 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุง..... 143
ภาพที่ 6.39 การเตรียมชิ้นส่วนพื้นของอาคารเรียนปรับปรุง..... 145
ภาพที่ 6.40 การเตรียมชิ้นส่วนผนังของอาคารเรียนปรับปรุง..... 146
ภาพที่ 6.41 การเตรียมชิ้นส่วนหลังคาของอาคารเรียนปรับปรุง..... 147
ภาพที่ 6.42 การแบ่งชิ้นส่วนประกอบอาคารของอาคารเรียนปรับปรุง..... 149
ภาพที่ 6.43 การติดตั้งฐาน และชิ้นส่วนพื้นของอาคารเรียนปรับปรุง..... 150
ภาพที่ 6.44 การติดตั้งชิ้นส่วนผนังของอาคารเรียนปรับปรุง..... 151
ภาพที่ 6.44 การติดตั้งชิ้นส่วนหลังคาของอาคารเรียนปรับปรุง..... 152

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสมัยก่อน งานสถาปัตยกรรมต่างๆถูกก่อสร้างจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ต้นไม้ ใบไม้ หนังสัตว์ โครงกระดูกสัตว์ ก้อนหิน และดิน เป็นต้น ต่อมาวิวัฒนาการของที่อยู่อาศัยของมนุษย์ก็เพิ่มขึ้นตามลำดับ มีการใช้เครื่องทุ่นแรงต่างๆ และเริ่มมีวัสดุก่อสร้างที่มนุษย์ผลิตขึ้นเอง จนในปัจจุบันวัสดุและเทคโนโลยีการก่อสร้างได้ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมในปลายคริสตวรรษที่ 18 [1] การพัฒนาอย่างรวดเร็วทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดวัสดุใหม่ๆที่มีคุณสมบัติเหมาะกับความต้องการมากขึ้น เช่น คอนกรีต และเหล็ก เพื่อตอบสนองกับความเป็นอยู่และความต้องการต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งวัสดุเก่านั้นไม่สามารถตอบสนองความต้องการนั้นได้อย่างเหมาะสม

การนำวัสดุก่อสร้างเหล็กมาใช้ในงานก่อสร้าง อาคารในต่างประเทศนั้นมีมาอย่างยาวนาน มีการพัฒนาทั้งแนวความคิด เทคนิคในการออกแบบ ความสามารถของวัสดุ และเทคนิคการก่อสร้างมากมาย ส่วนในประเทศไทยนั้น งานสถาปัตยกรรมที่ก่อสร้างด้วยเหล็กนั้นมีจำนวนน้อยและไม่ค่อยได้รับความนิยม [2] แต่เนื่องจากข้อดีของเหล็กที่สามารถนำมาก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการออกแบบและตัดชิ้นส่วนอาคารมาจากโรงงาน งานประกอบและติดตั้งมีความประณีตเรียบร้อย ก่อสร้างได้รวดเร็ว สามารถออกแบบและก่อสร้างในระบบ อุตสาหกรรม และประยุกต์ใช้กับการ ก่อสร้าง ระบบกึ่งสำเร็จรูปได้ สามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดจ้างแรงงานได้ นอกจากนี้เหล็กยังเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มาก แม้ว่าเหล็กจะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมาก แต่หากเปรียบเทียบกับขนาดของโครงสร้างซึ่งมีขนาดเล็กแล้ว ทำให้โครงสร้างโดยรวมนั้นมีน้ำหนักเบากว่าอาคาร ที่มีโครงสร้างทั่วไป วัสดุก่อสร้างเหล็กจึงได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น[3] มีการลงทุนทั้งจากต่างชาติและการร่วมลงทุนในธุรกิจการผลิตเหล็กรูปพรรณรีดร้อน และรีดเย็นมากขึ้นมาก และเนื่องจากสภาพสังคมเศรษฐกิจที่ต้องแข่งขันกันในเรื่องของเวลา

---

[1] ปิยนุช เตาลานนท์. พัฒนาการการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม. พัฒนาการวิชาการสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2547 : 3.1-3.13.

[2] คณะอนุกรรมการโครงสร้างเหล็ก ว.ส.ท.. รายงานการสัมมนาเรื่องโครงสร้างเหล็กสำหรับประเทศไทยในยุคโลกาภิวัตน์. โยธาสาร 7, 2 (กุมภาพันธ์ 2538) : 39-42.

[3] วรศักดิ์ กนกนุกูลชัย. แนวโน้มและการพัฒนาโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย. โยธาสาร 7 , 4 (เมษายน 2538) : 39-42.

มากขึ้น จึงทำให้เหล็กเริ่มเป็นที่น่าสนใจมากขึ้นสำหรับผู้ลงทุน [4] และสามารถคาดการณ์ได้ว่าเหล็กจะเป็นวัสดุที่น่าจะได้รับความนิยมมากขึ้นในการนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างหลักสำหรับโครงการประเภทต่างๆอย่างกว้างขวางในอนาคต

โครงสร้างเหล็กที่มีการนำมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง อาคาร ในประเทศไทยนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ โครงสร้างประเภทเสา กับคาน (skeleton) และโครงสร้างผนังโครงเหล็กเบารับน้ำหนัก (light weight wall framing) โดยการนำโครงสร้างเหล็กประเภทเสา กับคานมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบ้านพักอาศัยนั้นมีอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีแนวทาง วิธีการออกแบบและมีพฤติกรรมในการรับแรงที่คล้ายคลึงกับการออกแบบ อาคาร ในระบบคอนกรีตเสริมเหล็กที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่โครงสร้างเหล็กระบบโครงเหล็กเบารับน้ำหนักนั้นยังไม่เป็นที่นิยมและรู้จักอย่างแพร่หลายจากทั้งสถาปนิกผู้ออกแบบ และบุคคลทั่วไป เนื่องจากมีวิธีการออกแบบ และพฤติกรรมการรับแรงของโครงสร้างที่แตกต่างไปจากระบบการก่อสร้างทั่วไป

การที่โครงสร้างเหล็กระบบโครงผนังเหล็กเบารับน้ำหนัก ยังไม่ได้รับความยอมรับ ในวงการการก่อสร้างนั้น เกิดมาจากการขาดความเชื่อมั่นและความเข้าใจของบุคคลทั่วไป จากการขาดผู้มีประสบการณ์อย่างแท้จริงของทั้งผู้ออกแบบและผู้รับเหมาก่อสร้าง การขาดความคิดสร้างสรรค์ของสถาปนิกและวิศวกร และการขาดแคลนผู้ชำนาญการ และแรงงานฝีมือด้านการตัดประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง [5] สถาปนิกผู้ออกแบบจึงควรทำความเข้าใจถึงพฤติกรรม ข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดต่างๆ ทางเลือก วิธีการในการออกแบบ และการก่อสร้าง ของเหล็กและโครงสร้างเหล็ก ระบบโครงเหล็กเบารับน้ำหนัก เพื่อที่จะสามารถออกแบบได้อย่างเหมาะสม และเพื่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

โครงการโรงเรียนภาคใต้ (SCG Southern School) เป็นโครงการที่ริเริ่มโดยกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน(ก.ร.อ.ม.น.) ร่วมมือกับเครือซีเมนต์ไทย และ บริษัท บลูสโคป สตีล (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีความต้องการที่จะก่อสร้างโรงเรียนขนาดเล็ก เพื่อใช้ในการช่วยเหลือบรรเทาทุกข์ให้กับนักเรียนผู้ประสบภัยจากวิกฤติการณ์ใน 3 จังหวัดภาคใต้ (จังหวัดปัตตานี นราธิวาส และยะลา) และมีความต้องการให้สามารถก่อสร้างโรงเรียนดังกล่าวให้เสร็จภายใน 3 วัน หลังจากวันเกิดเหตุ เพื่อความสะดวกสบายของประชาชน นอกจากนี้ยังต้องการให้มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนการใช้สอยภายในได้หลากหลาย และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก จากความต้องการดังกล่าว ทางผู้จัดตั้งโครงการจึงต้องการใช้วัสดุก่อสร้างที่มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้าย

---

[4] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. อุตสาหกรรมเหล็กกับการก่อสร้างบ้านในอนาคต. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.

[5] คณะอนุกรรมการโครงสร้างเหล็ก ว.ส.ท.. รายงานการสัมมนาเรื่องโครงสร้างเหล็กสำหรับประเทศไทยในยุคโลกาภิวัตน์. โยธาสาร 7, 2 (กุมภาพันธ์ 2538) : 39-42.

และติดตั้งได้สะดวก ระบบการก่อสร้างที่ทำการก่อสร้างอาคารไว้เป็นส่วนๆ แล้วนำมาประกอบติดตั้งได้รวดเร็ว[6] และจากข้อจำกัดต่างๆ ผู้จัดตั้งโครงการจึงเลือกใช้โครงสร้างเหล็กระบบเหล็กเบารับน้ำหนักมาเป็นวัสดุในการก่อสร้างอาคารเรียน ในโครงการโรงเรียนภาคใต้

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 ศึกษาการออกแบบและก่อสร้างอาคารเรียนสำเร็จรูปความสูงชั้นเดียว ที่ใช้โครงสร้างเหล็กระบบผนังเหล็ก เบารับน้ำหนัก โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ โครงสร้างส่วนฐาน โครงสร้างผนัง และโครงสร้างหลังคา โดยทำการศึกษาถึง

2.1.1 แนวทางในการออกแบบอาคารระบบโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก

2.1.2 ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างอาคารระบบโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก

2.1.3 การออกแบบที่คำนึงถึงระยะพิกัดของวัสดุ และการออกแบบเพื่อการก่อสร้างในระบบกึ่งสำเร็จรูป

2.2 ศึกษาถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในการนำโครงสร้างเหล็ก ระบบเหล็กเบารับน้ำหนักมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้างอาคารเรียนสำเร็จรูปความสูงชั้นเดียว

2.3 ศึกษาปัญหาที่พบในการออกแบบและ ก่อสร้างอาคารที่ นำโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักมาใช้ และเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหา

2.4 เพื่อทำการออกแบบปรับปรุงอาคารโรงเรียนสำเร็จรูปความสูงชั้นเดียว ที่มีความเหมาะสม ถูกต้อง สอดคล้องและตอบสนองกับความต้องการของผู้จัดตั้งโครงการ มีความถูกต้องตามการรับแรงของโครงสร้าง และมีการคำนึงถึงระยะพิกัดของวัสดุ และการออกแบบเพื่อการก่อสร้างในระบบกึ่งสำเร็จรูป

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 การศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดการศึกษาเฉพาะอาคารกรณีศึกษา ในโครงการ โรงเรียนภาคใต้ (SCG Southern School) เท่านั้น

3.2 ในการศึกษา อาคารต้นแบบ ผู้วิจัยจะศึกษาเฉพาะส่วนขั้นตอนการออกแบบ การพัฒนาแบบก่อสร้าง และการก่อสร้างอาคารเท่านั้น

3.3 ในการศึกษาการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียน เนื่องจากไม่มีการนำแบบปรับปรุงไปก่อสร้างเป็นอาคารต้นแบบจริง ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบจากข้อมูลเดิมของอาคารต้นแบบในการศึกษาระยะเวลาในการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง

---

[6] ข้อมูลจากกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน(ก.ร.อ.ม.น.)

4. ระเบียบวิธีการศึกษา

4.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

- ศึกษาลักษณะทั่วไป ชนิด และกรรมวิธีการผลิตเหล็กประเภทต่างๆ
- ศึกษาพฤติกรรมการรับแรงของโครงสร้างระบบโครงผนังเหล็กเบารับน้ำหนัก
- ศึกษาถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในการออกแบบโครงสร้างระบบโครง ผนังเหล็กเบารับน้ำหนัก
- ศึกษาข้อมูลการออกแบบ อาคารโครงการกรณีศึกษา จากสถาปนิก และวิศวกร ทั้งจากแบบก่อสร้าง รูปถ่าย การศึกษารายงานวิจัย ทฤษฎี เอกสาร บทความที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมา และ ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้อง
- เข้าดูงาน และเก็บข้อมูล การก่อสร้างอาคารโรงเรียนตัวอย่างในสถานที่ก่อสร้าง (ช.พัน1 รอ.) ตั้งแต่เริ่มการก่อสร้างจนก่อสร้างแล้วเสร็จ

4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในการออกแบบ อาคารโครงสร้างเหล็กระบบโครงเหล็กเบารับน้ำหนัก
- เปรียบเทียบข้อมูลการออกแบบของสถาปนิก และข้อมูลที่ได้จากการก่อสร้าง เพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่าง ข้อจำกัด และปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างที่เกิดจากการออกแบบ
- วิเคราะห์หาข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในการออกแบบ และก่อสร้างอาคารที่ใช้ ระบบโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก

4.3 เสนอแนะแนวทางแก้ปัญหา

- นำปัญหาที่พบในการออกแบบ และการก่อสร้าง มาวิเคราะห์หาแนวทาง วิธีการ และทางเลือกในการแก้ปัญหาในการออกแบบ
- ออกแบบอาคารโรงเรียนสำเร็จรูปขึ้นใหม่ เพื่อให้ตอบสนองกับความต้องการมากขึ้น โดยแก้ไขข้อผิดพลาด และปัญหาที่เกิดขึ้นในการออกแบบและก่อสร้างเดิม โดยมุ่งเน้นให้ตอบสนองต่อความต้องการทางด้านสถาปัตยกรรม ระยะเวลาในการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้างอาคาร
- ประเมินเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียทางด้านสถาปัตยกรรม ระยะเวลาในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง และขั้นตอนการก่อสร้าง ระหว่างอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ กับอาคารเรียนชั่วคราวที่ได้ทำการออกแบบปรับปรุง

4.4 สรุปและเสนอแนะ

- สรุปผลการศึกษาวิจัย และเสนอแนะ โดยนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้วมาสรุปประเด็นปัญหา โดยใช้แนวคิด ทฤษฎี บทความ และงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องมาเป็นข้อมูลสนับสนุนการวิเคราะห์

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้แนวทางในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม และการนำมาใช้ที่ถูกต้อง

5.2 ได้แนวทางการแก้ปัญหาในการออกแบบ และได้แนวทางการออกแบบ อาคาร ที่ใช้โครงสร้างระบบโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก โดยคำนึงถึงการรับแรงที่ถูกต้อง เพื่อการประหยัดเวลาในขั้นตอนการออกแบบ และก่อสร้าง

5.3 ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารที่ใช้ โครงสร้างเหล็กระบบโครงเหล็กเบารับน้ำหนัก

5.4 ได้แบบอาคารเรียนชั่วคราวที่ได้รับการปรับปรุงให้ตอบสนองความต้องการได้มากขึ้นทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม ระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง

5.5 เพื่อเป็นการทำความเข้าใจ และเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบของสถาปนิก

6. คำจำกัดความ

6.1 การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม (Industrial Building)[7] คือเทคนิคการก่อสร้างที่ยึดกรรมวิธีการผลิตตามระบบอุตสาหกรรม ซึ่งอาจเป็นระบบสำเร็จรูปผลิตแล้วนำมาประกอบเป็นตัวอาคาร หรือระบบกึ่งสำเร็จรูป คือผลิตบางส่วน

6.2 ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป (Semi-prefabrication)[8] คือระบบก่อสร้างที่มีโครงสร้างบางส่วนก่อสร้าง ณ ที่ก่อสร้าง เช่นฐานราก เสา คาน และใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางส่วนของอาคาร เช่นแผ่นพื้น แผ่นผนัง บันได ทั้งนี้วัสดุอาจเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือวัสดุอื่นก็ได้

---

[7] ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

[8] สมภพ มาจิสวาลา. การประเมินที่อยู่อาศัยกึ่งสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2541.

6.3 โครงสร้างอาคาร[9] คือองค์ประกอบของอาคารที่สำคัญในงานสถาปัตยกรรม เพื่อให้อาคารนั้นคงอยู่ได้ ภายใต้ภาวะแรงดึงดูดของโลกและแรงกระทำอื่นๆ

6.4 การออกแบบโครงสร้าง คือการกำหนดตำแหน่ง และการจัดการความสัมพันธ์ของชิ้นส่วน เพื่อคุณลักษณะที่ปรากฏอยู่ในโครงสร้าง

6.5 อาคารโครงสร้างเหล็ก [10] คือโครงสร้างที่ได้จากการนำท่อนเหล็กรูปพรรณหรือ เหล็กแผ่นซึ่งเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน ที่มีรูปตัดและขนาดต่างๆ มาประกอบและยึดรวมกันโดยการใช้การย้ำหมุด ขันด้วยสลักเกลียว หรือเชื่อมด้วยประกายไฟ เพื่อให้รับน้ำหนักบรรทุกได้ตามต้องการ

---

[9] ชลธี อิ่มอุดม. ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[10] วินิต ช่อวิเชียร. การออกแบบโครงสร้างเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : วินิต ช่อวิเชียร, 2539.

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ใช้มานานกว่า 20 ปีแล้วในประเทศไทย หลักการก็คือการนำชิ้นส่วนที่จะใช้เป็นองค์ประกอบอาคาร ซึ่งผลิตเป็นรูปร่างเสร็จเรียบร้อยแล้วจากแหล่งผลิต และส่งไปประกอบเป็นอาคาร ณ สถานที่ก่อสร้างจริงอีกที่หนึ่ง การใช้อิฐมอญ คอนกรีตบล็อก หรือฝาประกนในงานก่อสร้างตามแบบวิธีการหัตถกรรมแบบดั้งเดิมก็อยู่ในหลักการนี้ เพียงแต่เพื่อจะลด หรือหลีกเลี่ยงปัญหาของการต้องพึ่งแรงงานเป็นหลัก การนำชิ้นส่วนองค์ประกอบที่มีขนาดใหญ่โดยอาศัยเครื่องทุ่นแรงมาช่วยจึงเบียดแทรกเข้ามาแทน[11]

จากการเจริญเติบโตของสภาพเศรษฐกิจ สังคม และจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีความต้องการอาคารที่เพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็น โรงงาน โรงเรียน สถานที่ทำงาน ที่อยู่อาศัย ซึ่งความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ทำให้ระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมนั้นไม่สามารถตอบสนองได้อย่างพอเพียง การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงเข้ามาแทนที่ เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว

1.1 ความหมายของการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ระบบการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป (Prefabricated Structure)[12] หมายถึง กระบวนการการผลิตวัสดุ หรือชิ้นส่วนวัสดุในการก่อสร้าง ภายใต้กระบวนการที่สามารถผลิตชิ้นส่วนนั้นๆได้เป็นจำนวนมาก (Mass Production) มีมาตรฐาน (Standardization) และชิ้นส่วนที่ผลิตมีความเที่ยงตรงแม่นยำ (Precision Component)

ระบบการก่อสร้างแบบนี้ วัสดุที่ผลิตออกมานั้นจะมีขนาด และสัดส่วนที่ได้มาตรฐาน สามารถติดตั้งได้อย่างสะดวกรวดเร็วภายใต้การออกแบบและการคำนวณเบื้องต้นตามหลักทางสถาปัตยกรรม และวิศวกรรม

---

[11] ทวี สีบุญเรือง. ลู่ทางการพัฒนาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม. เอกสารในการสัมมนา ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

[12] พิชัย โอภานุกิจ. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย. เอกสารประกอบการสัมมนางานจุฬาวิชาการครั้งที่ 13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2545 : 1.

1.2 การผลิตแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication)

การผลิตแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication)[13] นั้น หมายถึง การแยกอาคารออกเป็นชิ้นส่วน แล้วนำมาผลิตไว้ก่อน จากนั้นนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาติดตั้งรวมกันในภายหลัง ซึ่งอาจจะทำได้จากวัสดุหลายประเภท เช่น เหล็ก ไม้ และวัสดุผสมอื่นๆ

วัสดุพื้นฐานหลัก 3 อย่าง ในการพัฒนาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป คือ เหล็ก คอนกรีต และไม้ นอกจากนี้แล้วยังมีวัสดุอื่นเป็นวัสดุประกอบรองอีก เช่น พลาสติก ไฟเบอร์กลาส กระจก เป็นต้น ถ้าหากดูระดับของระบบสำเร็จรูปแล้ว ให้ดูจากสัดส่วนของชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นในโรงงาน เทียบกับงานก่อสร้างอื่นที่ต้องก่อสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง

1.3 ปัญหาที่พบในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในต่างประเทศ ได้ใช้การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาเป็นระยะเวลานาน และมีการพัฒนาทั้งเทคนิคในการออกแบบ และการก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง ส่วนในประเทศไทยนั้น ได้เริ่มมีการใช้การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากขึ้น และหากนำการก่อสร้างวิธีนี้มาใช้อย่างจริงจังก็อาจจะเป็นวิธีหนึ่งในการช่วยแก้ไขปัญหาราคาค่าก่อสร้างที่สูง ให้ลดลงได้บ้าง แต่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงเทคนิคต่างๆให้เหมาะสมกับสภาพของบ้านเมือง รวมทั้งจะต้องแก้ปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการนำการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในประเทศไทย นอกจากปัญหาด้านเทคนิควิธีการก่อสร้างเองแล้ว ยังมีปัญหาอื่นๆที่ควรต้องได้รับการพิจารณาอีก เช่น ปัญหาด้านการลงทุน และปัญหาด้านการตลาด

1.4 ประโยชน์และผลดีของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้างอาคารนั้น มีประโยชน์ และส่งผลดีในหลายด้าน โดยเฉพาะในขั้นตอนการก่อสร้างอาคาร และการควบคุมงานก่อสร้าง

1.4.1 สามารถช่วยลดราคาค่าก่อสร้างลงได้

ลดค่าใช้จ่ายทางตรง คือการช่วยลดค่าวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากสามารถลดการใช้วัสดุ และช่วยลดการสูญเปล่าของวัสดุก่อสร้างได้

ลดค่าใช้จ่ายทางอ้อม คือการช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง เนื่องจากระบบการก่อสร้างนี้ทำให้สามารถก่อสร้างอาคารได้เสร็จเร็วกว่า จึงส่งผลต่อเนื่องให้ประหยัดค่าดอกเบี้ยของเงินที่นำมาลงทุนสร้างอาคาร สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆที่เสียไปในการดำเนินงานก่อสร้าง ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการก่อสร้างลดลงตามไปด้วย นอกจากนั้นผู้ประกอบการยังสามารถเข้าใช้อาคารได้เร็วขึ้นอีกด้วย

---

[13] ศุภสิทธิ์ พฤกษโชติ. การนำวิธีการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปมาใช้กับโครงการบ้านเดี่ยวสำหรับผู้มีรายได้น้อย: กรณีศึกษา โครงการบ้านเอื้ออาทร รังสิตคลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2547.

1.4.2 สามารถลด และควบคุมระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้

เนื่องจากชิ้นส่วนต่างๆมีการผลิตมาจากโรงงานเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสามารถผลิตได้รวดเร็วและแม่นยำ ทำให้สามารถลดการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้าง ซึ่งเป็นงานที่ใช้ระยะเวลานานลงได้

1.4.3 คุณภาพของการก่อสร้างดีขึ้น

สามารถควบคุมมาตรฐานการผลิตชิ้นส่วนในโรงงานให้มีคุณภาพ มีความแม่นยำและความประณีตได้อย่างใกล้ชิด

1.4.4 แก้ปัญหาการหยุดชะงักของการก่อสร้าง

ในกรณีที่สภาพดินฟ้าอากาศไม่อำนวย เนื่องจากการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปนี้ งานส่วนใหญ่นั้นจะทำการผลิตในโรงงาน ซึ่งสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการก่อสร้าง

2. ระบบชิ้นส่วนโครงสร้างของอาคารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในแง่ของการจัดแยกชิ้นส่วนโครงสร้าง อาจแยกเป็นระบบใหญ่ ๆ ได้ 3 ระบบ[14] คือ

2.1 Box System

เป็นระบบที่ใช้ประกอบส่วนโครงสร้างทั้งหมดให้มีลักษณะเป็นรูปกล่อง ซึ่งประกอบด้วย พื้น ผนัง หลังคา หรือเพดาน รวมกันเป็น 1 หน่วย ทำสำเร็จรูปจากโรงงาน และส่วนมากจะมีการตกแต่งภายในด้วยอย่างสมบูรณ์ แล้วจึงยกมายังที่ก่อสร้างทำการติดตั้งยึดให้เข้าที่ที่เตรียมไว้ ระบบกล่องนี้ยังแบ่งเป็นระบบประเภทย่อยได้ 2 ประการ คือ

2.1.1 ประเภทขนาดเบาหรือประเภทเดี่ยว ส่วนมากใช้กับอาคารประเภทบ้านพักอาศัยที่ประกอบด้วยห้องนอน ห้องส้วม ห้องรับแขก ห้องครัว รวมอยู่ในโครงรูปทรงกล่องจำนวน 1 หรือ 2 หน่วยต่อกัน ทุกส่วนหรือทั้งหลังทำสำเร็จรูปจากโรงงาน งานที่ปลูกสร้างก็มีเพียงเตรียมเสาไว้สำหรับรองรับ เมื่อยกส่วนสำเร็จรูปดังกล่าวเข้าที่ติดตั้งต่อท่อส้วม ท่อน้ำใช้ ไฟฟ้าเท่านั้น ก็เข้าอยู่ได้ทันที วัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักมักจะเป็นไม้เพื่อต้องการลดน้ำหนักให้เบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและที่เลือกใช้โครงเป็นเหล็กหรือคอนกรีตก็มีทำกันแต่เป็นส่วนน้อย

---

[14] ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม. การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก: กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

2.1.2 ประเภทขนาดหนักหรือประเภทกลุ่ม ได้แก่ เอาโครงสร้าง 1 หน่วย ดังกล่าวมาประกอบต่อรวมกันเข้าหลายๆ หน่วยอาจเรียงกันเป็นแถวทางนอน เป็นอาคารประเภทเรือนแถว หรือเรียงต่อซ้อนกันทางตั้งขึ้นไปหลาย ๆ ชั้น วิธีซ้อนต่อกันอาจจัดเรียงต่อแบบสลับช่องเหมือนตาหมากฮอสเพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างหน่วย ทำให้ได้หน่วยเพิ่มพิเศษขึ้นจากการใช้ผนัง เพดานร่วมของหน่วยข้างเคียงเป็นการประหยัดวัสดุไปในตัว หรือจัดวางให้แต่ละหน่วยวางชิดกันเลยทั้งทางดิ่งและทางนอน

"Box System" ถือได้ว่าเป็นระบบที่เข้าถึงระดับงานอุตสาหกรรมชั้นสูงสุด เพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งสิ้นแม้กระทั่งการปูพรมพื้น ประดับรูปภาพที่ผนัง ฯลฯ ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่ หนัก ทำให้ขนส่งลำบากมาก ต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษและนำมาใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น

2.2 Panel System

เป็นระบบที่ใช้วิธีจัดแยกโครงอาคารทั้งหมดออกเป็นแผ่นหรือผืน (Panel) แต่ละแผ่นก็มีขนาดเท่ากับส่วนกว้างยาว หรือสูงของขนาดห้อง ถ้าดูจาก Box System ระบบที่ 2 นี้ก็คือการแยกกล่องออกเป็น 4 ชิ้นนั่นเอง โดยแยกเป็นแผ่นพื้นและผนังวางต่อกันในลักษณะที่แผ่นพื้นจะถ่ายน้ำหนักบรรทุกให้กับแผ่นผนังที่รองรับและผนังแต่ละแผ่นก็วางซ้อนต่อกัน และถ่ายน้ำหนักรับต่อเนื่องกันลงสู่ฐานราก

"Panel System" เป็นระบบที่นิยมทำกันมากที่สุด วัสดุก่อสร้างหลักเป็ นคอนกรีตซึ่งหล่อแยกเป็นแผ่น งานหล่อจึงง่ายกว่า Box System การขนยกทำได้สะดวกดัดแปลงให้ใช้กับอาคารประเภทต่าง ๆ ได้กว้างกว่า Box System และเหมาะกับอาคารบางประเภทที่มีการจัดห้องไว้เป็นส่วนสัดแน่นอน เช่น แฟลต โรงพยาบาล โรงแรม ความหนาของผนังที่ใช้รับน้ำหนัก มักจะกำหนดใช้ไม่ต่ำกว่า 15 ซม. ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาทางด้านเทคนิคการติดตั้ง ดังนั้น ความสูงของอาคารที่จะสร้างได้อย่างประหยัดจึงไม่ควรต่ำกว่า 4 ชั้น Panel System นี้ยังแบ่งเป็นประเภทย่อย ตามลักษณะที่ทิศทางของการจัดวางผนังและแนวการถ่ายน้ำหนักของพื้นออกไปอีกหลายประเภท เพื่อให้ได้โครงสร้างที่เหมาะสมกับลักษณะของอาคารที่สร้างด้วย

2.3 Frame System

เป็นระบบที่แบ่งโครงอาคารแยกย่อยออกเป็นคานและเสา แทนที่จะเป็นแผ่นชิ้นเดียวอย่างของ Panel System ถ้าพิจารณาตามลักษณะของโครงสร้าง ก็เหมือนโครงสร้างอาคารแบบ "สร้างสำเร็จในที่" ที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันนั้นเอง เพียงแต่ตัดแยก เสา คาน พื้น ออกทำสำเร็จรูปเป็นส่วน ๆ ส่วนพวกผนังกั้นห้องก็อาจเลือกใช้ผนังโครงเบาที่ทำด้วยวัสดุใด ๆ ก็ได้ เพราะไม่ได้ใช้เป็นโครงส่วนรับน้ำหนัก เหมือนระบบที่ 2 ตัวแผ่นพื้นก็อาจแยกออกเป็นผืนเล็ก ๆ เช่น ประเภท Hollow Core หรือพื้นสำเร็จรูปแบบ T Section ข้อดีของระบบนี้ก็คือ ขนาดของชิ้นส่วนต่าง ๆ

เล็กลง มีน้ำหนักเบาทำให้ขนยกง่าย อาจใช้อุปกรณ์ยกที่มีขนาดเล็กลง รัศมีการขนส่งไปได้ไกลขึ้น เป็นผลให้เพิ่มรัศมีของตลาดกว้างยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นความต้องการอย่างยิ่งของการจัดงานผลิตระบบอุตสาหกรรม

ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่ จำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้เสียเวลาสำหรับงานติดตั้งเพิ่มขึ้น จะต้องออกแบบรอยต่อขึ้นเป็นพิเศษ ที่จะให้โครงสร้างที่ต่อกันแล้วเกิด (Continuity และ Rigidity และรอยต่อนั้นจะต้องสามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วด้วย ข้อเสียเหล่านี้อาจแก้ไขด้วยการกำหนดจำนวนจุดที่มีต่อกันให้น้อย ออกแบบชิ้นส่วนบางชิ้นให้ต่อเนื่องกันเป็นชิ้นเดียวกันจากโรงงาน เลือกกำหนดตำแหน่งจุดรอยต่อที่จะทำงานได้สะดวก

จากลักษณะของโครงสร้าง ระบบนี้จึงเหมาะกับอาคารบางประเภท เช่น อาคารสำนักงาน โรงเรียน หรืออาคารที่ต้องการเนื้อที่ภายในโล่ง สามารถจัดแบ่งผนังภายในในภายหลังได้ แต่ช่วงของคานการจัดวางตำแหน่งเสาควรให้ได้ระยะเท่า ๆ กัน เพื่อสะดวกต่อการผลิตออกจำนวนมาก ระบบนี้นิยมปรับใช้กับอาคารประเภทที่พักอาศัยได้เช่นเดียวกัน โครงสร้างอาคารอาจเลือกใช้วัสดุได้ทั้งโครงคอนกรีตเสริมเหล็กและโครงโลหะ

3. หลักเกณฑ์การออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3.1 น้ำหนักบรรทุก

ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่าง ๆ เท่าใด

3.1 .1 น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเองและน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆ ที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่

3.1 .2 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

3.1 .3 แรงอันเนื่องมาจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจจะทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวเองของโครงสร้างอาคารได้

3.1 .4 แรงอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ปัจจุบันสถาปนิกและวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารซึ่งก่อสร้างในจังหวัดซึ่งเคยมีประวัติได้รับความสั่นสะเทือนรับจากแผ่นดินไหว ต้องออกแบบอาคารรับแรงจากแผ่นดินไหวด้วย ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ พะเยาว์ ลำพูน ตาก น่าน แพร่ และลำปาง

3.1 .5 แรงจากการสั่นสะเทือนเป็นแรงจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิดหรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น แก๊ส ระเบิด รถชนผนังอาคาร เครื่องบินชนอาคาร เป็นต้น

3.2 การออกแบบรอยต่อ

ก่อนที่จะออกแบบรอยต่อ ทีมงานที่ออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปต้องตัดสินใจและกำหนดกฎเกณฑ์ (Criterior) ของการออกแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3. 2.1 รอยต่อที่จะออกแบบจะเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous) หรือแบบไม่ต่อเนื่อง (Simply Support of Hinged)

3.2.2 รอยต่อนั้น ๆ จะต้องออกแบบให้สามารถรับแรงหรือน้ำหนักทั้งทาง ดิ่งและทางราบมากน้อยเพียงใด

3. 2.3 รอยต่อนั้น ๆ จะออกแบบให้มีการยืดหยุ่น (Freedom of movement) หรือ ออกแบบให้เป็นรอยต่อแบบยึด (Restraint) เพื่อให้ได้รับแรงกระทำหรือการเคลื่อนไหวของโครงสร้างอันเนื่องมาจากความร้อน (Thermal Movement) การหดตัว (Shrinkage) และเนื่องมาจากความล้า (Creep)

ผู้ออกแบบจะต้องนำเอาวิธีและขั้นตอนของการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างต่าง ๆ เข้าด้วยกันมาร่วมในการคำนวณออกแบบรอยต่อด้วย ขั้นตอนของการประกอบ (Direction procedure) และการออกแบบเครื่องค้ำยันชั่วคราว ตลอดจนรายละเอียดและทำพร้อม ๆ กันไปกับการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง รอยต่อระหว่างชิ้นส่วน การทำหุ่นจำลองด้วยไม้ตรงรอยต่อของชิ้นส่วน จะช่วยในการวางแผนการก่อสร้างได้มาก เพราะเป็นการยากที่จะมองเห็นปัญหาต่าง ๆ อย่าง 3 มิติ คือ ในแนวราบ แนวดิ่ง และแนวลึก จากแบบก่อสร้าง 2 มิติของเรา

3.3 การส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ตามพื้นฐานของการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างอาคาร ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ต้องสามารถส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างได้ตามที่ออกแบบ แรงดังกล่าวประกอบไปด้วย

3. 3.1 แรงอัด (Compression) การส่งผ่านแรงอัดระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1) การส่งผ่านแรงโดยตรง (Direct Contact) เป็นการถ่ายแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่สัมผัสกันโดยตรง จะไม่มีวัสดุใส่กั้นระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป เหมาะกับการใช้ที่มีแรงอัดหรือแรงกดไม่มากนัก

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

3. 3.2 แรงดึง (Tensite Forces) การส่งผ่านแรงดึงระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

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

2) การใช้โบลท์ สามารถใช้ส่งผ่านแรงทั้งแรงดึงหรือแรงเฉือน ลักษณะของโบลท์มีลักษณะเป็นแบบเกลียว แบบสมอ เป็นต้น

3) การเชื่อม ลักษณะเหมือนการทาบเหล็ก และใช้ระยะทาบน้อยลงโดยใช้รอยเชื่อมแทน

4) การรับแรงดึงภายหลัง (Post – Tensioned) เป็นลักษณะรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้นหรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้ท่อนเหล็กรับแรงดึง (Tendon) เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของท่อนเหล็กรับแรงดึงไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วหรือหลังจากติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้ว

3. 3.3 แรงเฉือน (Shear Force) การส่งผ่านแรงเฉือนระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุ (Friction Bond)

2) เหล็กเสริมรับแรงเฉือน (Shear Key)

3) การใช้โบลท์ และการเชื่อม

4. การออกแบบอาคารสำเร็จรูป

แบ่งพิจารณาออกเป็น 4 ส่วน[15] คือ

4. 1 พิจารณารูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

4. 2 พิจารณาการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4. 3 พิจารณาออกแบบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4. 4 พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำงาน

---

[15] จาตุรนต์ วัฒนผาสุข. ระบบการก่อสร้างโดยวิธี Prefabrication ในกทม. รายงานการวิจัยภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528 : 84-88.

4. 1 รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

ความแข็งแรงและความปลอดภัยเป็นเรื่องสำคัญมากในการออกแบ บอาคารสำหรับการก่อสร้างอาคาระบบสำเร็จรูป ดังนั้นการออกแบบอาคารคอนกรีตสำเร็จรูปให้แข็งแรงปลอดภัย ลักษณะสำคัญขึ้นอยู่กับการออกแบบจุดรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วน การทำจุดรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วนหลังจากการก่อสร้างเสร็จแล้ว มีคุณสมบัติแบบเดียวกับโครงสร้างที่ก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ให้มีอยู่ในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป (จุดรอยต่อระบบสำเร็จรูปต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าจุดรอยต่อของระบบหล่อในที่) รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคารที่นำมาใช้ในการออกแบบ มีดังนี้

4. 1.1 โครงสร้างเสายึดติดกับฐานราก (Column Fixed to the Foundation) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของจุดต่อของเสาและฐานราก ซึ่งมีความสามารถรับโมเมนต์ด้วย ข้อเสีย มีความซับซ้อนในการผลิตและขนส่ง และการติดตั้งกระทำได้ยาก

4. 1.2 โครงสร้างเฟรมรับโม เมนต์ (Frame with Moment Connections) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของจุดต่อของเสาและคาน ซึ่งมีความสามารถรับโมเมนต์ด้วย ข้อเสีย มีความซับซ้อนในการผลิตและขนส่ง และการติดตั้งกระทำได้ยาก

4. 1.3 โครงสร้างผนังรับแรงเฉือนและปล่องผนัง (Shear Walls and Cores) ความมั่นคงแข็งแรงของระบบนี้จะมีคอร์หรือแผ่นผนังเป็นตัวที่ทำให้ระบบนี้มีความมั่นคงแข็งแรง ซึ่งสามารถใช้กับอาคารสูงได้ระดับหนึ่ง จุดร่อยต่อระหว่าง คาน กับคาน เสากับเสา และ คานกับเสา การออกแบบจะเป็นจุดรอยต่อแบบยึดหมุน (hinge)

4. 1.4 โครงสร้างผนังรับน้ำหนักรอบอาคาร (Load Bearing Facades and Façade Tube) ความมั่นคงแข็งแรงขึ้นอยู่กับการประสานกันเป็นกล่องของโครงสร้าง โดยให้แรงในแนวดิ่งเท่ากับหรือมากกว่าแรงในแนวนอน

4. 1.5 โครงสร้างผนังรับ น้ำหนัก (Bearing wall Structures) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างขึ้นอยู่กับน้ำหนักของโครงสร้างโดยให้โครงสร้างรับน้ำหนักในแนวตั้งอย่างเดียว ไม่รับแรงดึงในแนวนอน

4. 1.6 ไดอะแกรมพื้นและหลังคา (Floor and Roof Diaphragms) เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย โดยการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น ระบบพื้นแพล็งค์ (Plank) ระบบพื้นฮอลโลว์ คอร์ (Hollow Core) การใช้โครงสร้างระบบนี้จะสามารถสร้างพื้นได้อย่างรวดเร็ว

4. 1.7 โครงสร้างแบบเซลล์ (Cell Structures) เป็นการออกแบบโครงสร้างผนังและพื้นรวมกันเป็นห้องแล้วนำมาประกอบติดตั้ง โครงสร้างแบบเซลล์อาจจะ ทำการติดตั้งงาน สถาปัตยกรรม ระบบไฟฟ้า และระบบบประปา มาเรียบร้อยแล้ว ความมั่นคงแข็งแรงจะอยู่ในรูปของระบบผนังรับแรงเฉือน

4. 2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในระหว่า งการผลิต การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ จ ะมีความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบจะต้องมีการคำนวณและออกแบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต มาจากแรงยึดเหนี่ยวที่ผิวของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและแบบหล่อในขณะถอดแบบ รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองในขณะที่ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากแบบหล่อ

สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระหว่างการขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ เนื่องมาจาก

- ในขณะขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แนวและตำแหน่งไม่ได้อยู่ในแนวที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างอาคาร เช่น เสาออกแบบเพื่อให้รับแรงในแนวดิ่งตามความยาวของเสา และแรงเฉือนที่เกิดจาก แรงกระทำด้านข้าง เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ระหว่างการขนส่งและติดตั้ง เสาดังกล่าวจะทำหน้าที่รับน้ำหนักและความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นเหมือนคาน
- ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ต้องการค้ำยันจากชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น เมื่อประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างเสร็จแล้ว แต่ในขณะขนส่งและติดตั้งจะไม่มีโครงสร้างอื่นมาค้ำยัน ทำให้การรับแรงในขณะขนส่งนั้นแตกต่างไปจากในการติดตั้งจริง
- ในระหว่างการติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจจะยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่เต็มระบบ ของโครงสร้าง ดังนั้น ในระหว่างการขนส่งและการติดตั้งจะต้องทำการค้ำยันให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น

4. 3 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งได้เป็น 3 ประเภท

4. 3.1 จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) จุดรอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ในทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด

4.3.2 จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ได้แก่ แบบการใช้

โบลท์ (Bolting) แบบการเชื่อม (Welding) จุดรอยต่อแบบนี้ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดรอยต่อด้วย มอร์ตาร์ อีฟอกซี่ วัสดุกันซึม วัสดุกันสนิม อย่างใดอย่างหนึ่ง ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

4. 3.3 จุดรอยต่อแบบภายหลัง (Post – Tensioned) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้น หรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้ ท่อนเหล็กรับแรงดึง (Tendon) เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของเทนดอนไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว

4. 4 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน

เป็นการสมมติหรือคาดคะเนระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดขึ้น กา รปฏิบัติ งานจริง ค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

4. 4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรู ป (Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวม หรือยุบ (Swelling and Drying of Formwork) อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อน หรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น การหดตัวเนื่องจากความล้า (Shrinkage Creep) และอุณหภูมิ

4. 4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะ ระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting – out Tolerances)

4.4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerances)

5. ระบบประสานทางพิกัด

5.1 หน่วยพิกัดประเภทต่าง ๆ

ในการก่อสร้างอาคารที่มีการใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบ ได้มีการแบ่งพิจารณาหน่วยพิกัดออกเป็นประเภทต่าง ๆ ทั้งหมด 12 ประเภท[16] ดังต่อไปนี้

[16] เฉลิม สุจริต. หน่วยพิกัดต่างๆ. เอกสารประการอบรมเรื่อง ระบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ 2520 : 1-3.

1 หน่วยพิกัดวัสดุก่อสร้าง (Material Module)

หน่วยพิกัดวัสดุก่อสร้าง เห็นตัวอย่างได้ชัดเจนในกรณีไม้ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการนำมาใช้ โดยมีขบวนการในรูปแบบของธรรมชาติมากที่สุด ขนาดของหน่วยพิกัดในข้อนี้จะขึ้นอยู่กับ

1.1 ขนาดตามธรรมชาติของวัตถุดิบ

1.2 ความจำเป็นทางด้านเทคโนโลยีในการผลิต

1.3 คุณสมบัติได้จากด้านคุณภาพของวัตถุ

1.4 ความต้องการของตลาด และสภาวะการเศรษฐกิจ

ในปัจจุบันขนาดของวัตถุก่อสร้างโดยทั่วไป ขึ้นอยู่กับวิธีการก่อสร้างแบบดั้งเดิม ใช้ได้กับเครื่องมือขนาดเล็กใช้แรงงาน โดยมีการช่วยเหลืออาศัยเครื่องมืออื่นช่วยน้อย ในอนาคตแนวโน้มของหน่วยพิกัดวัสดุก่อสร้าง จะต้องมีความสัมพันธ์อย่างมากกับเทคนิคก่อสร้าง เทคนิคการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ทั้งจากโรงงานผลิตวัสดุและการประกอบเป็นตัวอาคารในสถานที่ก่อสร้าง

2 หน่วยพิกัดในการใช้งาน (Performance Module)

หน่วยพิกัดในการใช้งานถูกกำหนดขึ้นมาจาก การคำนึงถึงการนำวัสดุไปใช้ ในกรณีนี้ไม่เกี่ยวกับเรื่อง ทางกล ทางการป้องกันเสียง ทางเคมี ทางไฟฟ้า หรือทางความร้อนเย็น แต่ไปเกี่ยวข้องกับด้านคุณสมบัติทางโครงสร้างและสภาวะทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์มากกว่า ตัวอย่างเช่น การใช้วัสดุอย่างหนึ่งมีขนาดความหนาอย่างหนึ่ง กำลังของวัสดุอาจไม่พอ แต่ถ้าใช้ขนาดโตตามหน่วยพิกัด ก็จะไม่ประหยัด หรือใช้ขนาดเล็ก แต่ต้องมีการปรับปรุงให้ สามารถรับแรงได้ มากขึ้นด้วยวิธีอื่น เมื่อวัสดุก่อสร้างมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ พลาสติก โลหะ แร่ จะเห็นว่าหน่วยพิกัดการใช้งานจะเกิดขึ้นจากการรวมกันขึ้นจากหน่วยพิกัดมูลฐาน เฉพาะวัสดุแต่ละชนิด

3. หน่วยพิกัดทางเรขาคณิต (Geometry Module)

หน่วยพิกัดทางเรขาคณิต หมายถึงระบบสัมพันธ์ของสัดส่วนของทั้งโครงสร้าง ของส่วนมูลเฉพาะแห่ง และของแผนผังทั่วไป ดังนั้นจึงคลุมไปถึงระเบียบการพิกัดที่ถูกเลือกมาใช้ เพื่อให้เกิดการปรับตัวภายใน และให้ทำได้หลาย ๆ วิธีด้วย สามารถกระทำได้โดยเพิ่มส่วน โดยลดส่วนลงก็ได้ โดยใช้ชุดพิกัดตัวเลขได้หลายชุดด้วย วิธีใช้หน่วยพิกัดทางเรขาคณิตจะเกี่ยวข้องไปไม่เพียงแต่เรื่องส่วนย่อยที่ได้สัดส่วนของขนาดกว้างยาวใช้เป็นส่วนมูลอาคาร การใช้ผังเกี่ยวโยงไปถึงเรื่องโครงสร้าง เรื่องของส่วนประกอบชุดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทุกชนิดด้วย

การพิจารณาหน่วยพิกัดนี้ ต้องคำนึงถึงทั้งพิกัดระหว่างจุดกับจุด เส้นกับเส้น พื้นที่กับพื้นที่ และปริมาตรกับปริมาตร

4. หน่วยพิกัดทางปฏิบัติการ (Handling Module)

บังคับโดยธรรมชาติทางกายภาพของหน่วยพิกัดนั้น โดยคำนึงถึงการขนส่ง การเก็บและการติดตั้ง การยกเคลื่อนย้ายด้วยเครื่องจักรและด้วยแรงงานธรรมดา การบรรจุเคลื่อนย้ายด้วยยานพหานะขนส่ง

5. หน่วยพิกัดทางโครงสร้าง (Structural Module)

หน่วยพิกัดโครงสร้างจะสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับขนาดความโต และช่วงพาดขนาดตัววัสดุบรรจุระหว่างโครง หรือส่วนอื่นที่พาดอยู่ข้างบน ความลึก ความหนาของคาน ความหนาของพื้นหน่วยพิกัดโครงสร้างมีความสำคัญไปถึงการ วางรอยต่อ การใช้โครงองค์อาคารอื่น ๆ พาดอยู่อย่างไรบนโครงสร้าง

6. หน่วยพิกัดชิ้นส่วนย่อย (Element Module)

เป็นหน่วยพิกัดทางขนาดกว้างยาว รูปร่างลักษณะ ซึ่งอาจจำแนกย่อยลงเป็นชนิดทางพื้นโปร่งแสง โปร่งใส เป็นโครงกรอบ และอาจจำแนกเป็นลักษณะทางรูปร่าง เช่น เป็นรูปโค้ง รูปหักมุม เป็นชิ้นส่วนรับน้ำหนัก เป็นชิ้นส่วนไม่รับน้ำหนัก เป็นชิ้นส่วนที่เปิดเลื่อนได้ เป็นชิ้นส่วนติดตาย เป็นชิ้นส่วนทางตั้ง เป็นชิ้นส่วนทางนอน

7. หน่วยพิกัดรอยต่อ (Joint Module)

จุดที่ต้องยึดแข็งแรงต่างจากแนวชนที่ชิดกันเพื่อความเรียบร้อย หน่วยพิกัดรอยต่อวงจำกัดไว้ตรงตำแหน่งต่าง ๆ นอกเหนือไปจากแนวที่ชิดกันระหว่างแผ่นส่วนมูลฐานดังกล่าว

รอยต่อที่กล่าวถึงนี้ ต้องต่อด้วยวิธีกล ให้ง่ายสะดวกแก่การประกอบ ให้ติดตั้งแผ่นมูลฐานไว้ได้ตามต้องการ ให้มีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอ และอาจใช้อุปกรณ์การต่อยึด ติดตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ วางเป็นจังหวะพิกัดได้ หน่วยพิกัดรอยต่อดังกล่าวนี้ซับซ้อน ยุ่งยาก และสัมพันธ์กัน ต้องพิจารณาทั้ง 3 มิติ

8. หน่วยพิกัดส่วนประกอบอาคาร (Component Module)

หน่วยพิกัดหน่วยนี้ แตกต่างนอกเหนือไปจากที่จะจัดเข้าไว้ใน หน่อยพิกัดทางโครงสร้าง หรือ หน่อยพิกัดชิ้นส่วนย่อย ได้ เช่น บันได ลิฟต์ เป็นต้น

9. หน่วยพิกัดความคลาดเคลื่อน (Tolerance Module)

หน่วยพิกัดความคลาดเคลื่อน ซึ่งตำแหน่งควร ให้ไว้เป็นระยะตามความจำเป็น เมื่อผิดพลาดทีละเล็กละน้อยมากเข้า ก็จัดตำแหน่งที่จะเป็นหน่วยพิกัดความคลาดเคลื่อนเสียทีก็ได้

10. หน่วยพิกัดการติดอุปกรณ์ (Installation Module)

หน่วยพิกัดการติดอุปกรณ์ครอบคลุมไปถึงทั้งความสัมพันธ์ระหว่างกัน ทั้งตำแหน่งที่ตั้งของพวกอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย เช่น 1. สายเคเบิล 2. ช่องเดินท่อ 3. ช่องออก 4. ท่อที่มีอยู่ในระบบการก่อสร้างทั้งสิ้น

หมวดใหญ่ ๆ ของอุปกรณ์จัดเป็น 4 หน่วยใหญ่ดังกล่าว และมีหน่วยย่อยอีก เช่น อุปกรณ์ไฟ ไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟฟ้ากำลัง การติดต่อคมนาคมภายในอาคาร การปรับอากาศ การระบายอากาศ ระบบน้ำร้อนน้ำเย็น ท่อแก๊ส

11. หน่วยพิกัดเครื่องใช้อาคาร (Fixture Module)

หน่วยพิกัดขนาดอุปกรณ์เครื่องใช้ เครื่องเรือนติดกับที่ทั้งหลาย เช่น ตู้ โต๊ะ อ่างเครื่องครัว ผลิตภัณฑ์ได้จากตลาด จากห้องทดลองและอุปกรณ์ต่าง

12. หน่วยพิกัดการออกแบบ (Planning Module)

หน่วยพิกัดการออกแบบวางแผน เป็นผลรวมของหน่วยพิกัดทั้งหลายที่กล่าวแล้ว การปรับและนำมาใช้ร่วมกันให้ได้ หน่วยพิกัดนี้จะควบคุมหัวข้อต่าง ๆ ของหน่วยพิกัดที่กล่าวถึงข้างต้นให้นำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด

หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด [17] (Basic Principles of Modula Coordination)

1. การกำหนดขนาดหรือระยะของส่วนประกอบของอาคาร จะต้องมีความสัมพันธ์กันทุก ๆ ส่วน เช่น ขนาดส่วนประกอบของพื้นจะต้องสัมพันธ์กับขนาดส่วนประกอบของหลังคา ของเพดาน และของผนัง เป็นต้น

2. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบ จะต้องเป็นขนาดหรือระยะที่เกิดจากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานเสมอ และขนาดพิกัดมูลฐานต้องมีขนาดเล็ก พอที่จะให้เกิดการยืดหยุ่นในการออกแบบได้

3. ขนาดของตารางตามพิกัด (Modular Grid) ให้ถือหน่วยวัดขนาด 100 มม. เป็นขนาดเล็กสุด

4. ขนาดของส่วนประกอบ (Component) ที่กำหนดไว้ในตารางตามพิกัดจะต้องเผื่อระยะรอยต่อไว้แล้ว คือ ขนาดของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงานโดยทั่วไปย่อมเล็กกว่าขนาดมิติตามพิกัด

---

[17] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ. การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2513: 18.

5. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบในตารางตามพิกัด จะต้องเท่ากับขนาดหรือระยะของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงาน รวมด้วยเกณฑ์คลาดเคลื่อนที่ยอมให้มี และรวมด้วยรอยต่อเชื่อมระหว่างชิ้นส่วน

6. เนื่องจากการผลิตส่วนประกอบจากโรงงาน ไม่สามารถทำให้ตรงตามความเป็นจริงที่กำหนดได้เสมอไป จึงได้ตั้งเกณฑ์คลาดเคลื่อนไว้ว่าให้น้อยหรือมากได้เท่าใด

7. ระบบการประสานทางพิกัด เป็นระบบที่เพิ่มเข้าไป ไม่ใช่ระบบแบ่งย่อยลงไป

5.3 การใช้ระบบประสานทางพิกัด

การใช้ระบบประสานทางพิกัด ประกอบด้วย

1. ตารางตามพิกัด

การออกแบบอาคารจำเป็นต้องใช้ตารางตามพิกัด เพื่อเป็นกรอบโครงให้ส่วนประกอบอาคารต่าง ๆ ประสานกันได้พอดีในเนื้อที่ที่กำหนด

ตารางตามพิกัด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ตารางต่อเนื่อง หมายถึง ตารางที่ต่อเนื่องเป็นตารางเดียวตลอด
- ตารางไม่ต่อเนื่อง หมายถึง ตารางที่แยกเป็นส่วน ๆ โดยมีเขตเป็นกลางของขนาดส่วนประกอบอาคารที่ไม่ลงพิกัดขวางอยู่เป็นระยะ หรือมีมิติของพิกัดแตกต่างกัน แยกตารางต่อเนื่องออกจากกัน

1.1 ตารางตามพิกัดมูลฐาน

ตารางนี้ประกอบด้วยเส้นขนานระยะห่างกัน 100 มม. ตัดกันเป็นตาราง การใช้ตารางตามพิกัดมูลฐาน ใช้กับเนื้อที่ขนาดเล็กทั่วไป

1.2 ตารางวางผัง

ตารางนี้ใช้สำหรับวางผังทั่วไป เช่น การแสดงมิติของห้องต่าง ๆ ที่ตั้งของส่วนประกอบอาคารชิ้นหลัก (เส้นของตารางวางผังนี้ จะทับกันพอดีกับเส้นของตารางตามพิกัดมูลฐาน เพียงแต่ขนาดของช่องตารางวางผัง เป็นขนาดซึ่งทวีคูณจากช่องตารางตามพิกัดมูลฐาน) ขนาดที่เหมาะสมของตารางวางผังคือ 300 มม. และอาจใช้ขนาดช่องตาราง 600 มม. หรือ 1200 มม. ก็ได้

2. วิธีใช้ระบบประสานทางมิติในการออกแบบอาคาร

2.1 ตกลงว่าจะใช้ระบบตารางต่อเนื่อง หรือระบบตารางไม่ต่อเนื่อง

2.2 เขียนตารางตามพิกัดของพื้นอาคารแต่ละชั้น โดยใช้ตารางที่กำหนดไว้ และถ้าจำเป็นก็อาจเขียนตารางตามพิกัดของส่วนประกอบอาคารที่มิได้ทำหน้าที่รับน้ำหนักด้วย

2.3 วางตำแหน่งพิกัด แผ่นพื้นบนตารางวางผัง เพื่อให้เนื้อที่ตามพิกัดทั้งหมดบรรจุในเส้นตารางได้พอดี

2.4 วางตำแหน่ง เสา คาน โดยให้เส้นแกนของโครงสร้างเหล่านี้ทับบนเส้นตารางพอดี (หรืออยู่ในเขตเป็นกลาง สำหรับระบบตารางไม่ต่อเนื่อง) ตรวจดูให้แน่นอนว่า เส้นขอบรอยต่อของชิ้นส่วนพื้น ผนัง จดกับเส้นตารางที่เป็นเส้นควบคุม

2.5 สำหรับที่ตั้งของส่วนอาคารที่มิได้รับน้ำหนัก เช่น ผนังกั้น ก็ให้ใช้วิธีการเดียวกัน

2.6 กำหนดตำแหน่งของวัตถุที่ไม่ลงพิกัด

2.7 อาจเขียนตารางขึ้นอีกตารางหนึ่งต่างหาก โดยใช้พิกัดที่ประสานกับตารางวางผัง เพื่อแสดงส่วนประกอบอาคารที่เห็นในรูปตัด หรือรูปด้าน

5.4 มิตินิยม (Preferred Dimensions)

ในระบบการประสานทางพิกัด การใช้พิกัดทวีคูณที่แน่นอนในการออกแบบ เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า “มิตินิยมตามพิกัด ” ในเวลาเดียวกัน การกำหนดมิตินิยมสำหรับการผลิตก็มีความสำคัญมาก เพราะจำเป็นจะต้องกำหนดให้ค่าของมิตินิยมสามารถนำไปใช้งานได้สะดวก ดังนั้น ถ้าเป็นไปได้ มิตินิยมที่จะนำไปใช้จึงควรกำหนดเป็นมาตรฐานไว้

โดยทั่วไปถ้ามิติที่ใช้มีค่าน้อยกว่า 1-2 เมตร มิตินิยมที่ใช้ คือ 2พ 3พ 4พ 5พ และ 6พ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นการเพิ่มสม่ำเสมอทีละ 100 มม. หรือ 1พ แต่ถ้ามิติที่ใช้มีค่ามากกว่า 2-3 เมตรขึ้นไป ควรมีการกำหนดมิติอีกแบบหนึ่ง โดยพิจารณารวมไปถึงประโยชน์ใช้สอยในอาคาร การติดตั้ง และแม้แต่วิธีการผลิตในโรงงาน การขนย้าย หรืออาจกล่าวได้ว่า มิตินิยมที่จะกำหนดสำหรับมิติที่มีค่ามากนี้ จำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงการยืดหยุ่นในงานวางผังและการออกแบบให้มากที่สุด และคำนึงถึงขนาดส่วนประกอบอาคารไม่ควรกำหนดให้มีมากขนาดเกินความจำเป็น เพราะจะไม่เป็นการประหยัด แต่ในบางกรณี มิตินิยมอาจพิจารณาจากเทศบัญญัติเป็นหลักก็ได้

ระบบมิตินิยม (System of Preferred Dimension)

เพื่อให้มิตินิยมที่กำหนดขึ้นใช้ในแต่ละงานมีความสัมพันธ์ จึงจำเป็นต้องกำหนดระบบขึ้นมาระบบหนึ่ง เรียกว่า ระบบมิตินิยม ซึ่งได้มีผู้กำหนดระบบขึ้นมาหลายระบบ แต่มีการกำหนดมิตินิยมที่มีค่ามาจากพิกัดทวีคูณ = 3พ เพื่อช่วยในการกำหนดมิตินิยมขนาดใหญ่ในงานก่อสร้างอาคาร เช่น การใช้มิติทางนอนในโครงสร้างอาคาร และระบบมิตินิยมเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เห็นว่าควรมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

1. มิติทุกมิติเป็นผลคูณของ 3พ
2. ขนาดทั้งหมดที่ใช้สามารถแบ่งเป็นขนาดย่อยได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

3. ขนาดต่าง ๆ เหล่านี้ จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยขนาดที่ใหญ่กว่าอาจมาจากผลคูณหรือผลบวกของขนาดที่เล็ก ๆ หลายชิ้น เป็นต้น

4. ขนาดที่แบ่งย่อย ควรมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ระบบนี้มีหลักมาจากการเพิ่มทวีคูณอย่างง่าย เชน 3พ x 1, 3พ x 3, 3พ x 5, 3พ x 7 เป็นต้น

5.5 วัสดุก่อสร้างในระบบประสานทางพิกัด[18]

1. วัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นวัสดุโครงสร้างในระบบประสานทางพิกัด

วัสดุแต่ละชนิดมีขอบเขตความสามารถในการรับน้ำหนัก และแรงประเภทต่าง ๆ แตกต่างกัน ฉะนั้นการใช้วัสดุกับอาคารขนาดใด จำนวนชั้นของอาคาร และระบบโครงสร้างอย่างใดจำเป็นต้องอยู่ในการพิจารณาขั้นพื้นฐานก่อน ก่อนที่จะเริ่มการออกแบบแผนผังอาคารทุกประเภท โดยเฉพาะในระบบการประสานทางพิกัดที่มีการออกแบบการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป

วัสดุแต่ละชนิด มีธรรมชาติละคุณสมบัติแตกต่างกัน การออกแบบข้อต่อ หรือรอยต่อ (Connection Joint) และแนวต่อของการก่อสร้าง (Construction Joint) ผู้ออกแบบจำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติของวัสดุนั้น ๆ วิธีการก่อสร้างที่ถูกต้องของวัสดุนั้น ๆ ตลอดจนอุปกรณ์ในการก่อสร้าง และเครื่องมือหรือเครื่องกล (Hand Tools or Machine Tools) ที่จะใช้ในการก่อสร้าง ผู้ออกแบบจึงสามารถออกแบบอาคารในระบบประสานทางพิกัด และสำเร็จรูปได้โดยสมบูรณ์

2. วัสดุสำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ ในระบบประสานทางพิกัด

วัสดุสำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ ในระบบประสานงานพิกัดในอาคาร สามารถแบ่งออกตามโครงสร้างอาคารและส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ดังนี้

2.1 วัสดุก่อผนัง

หมายถึงวัสดุ ก้อนที่ใช้ก่อผนัง กำแพง วัสดุที่ใช้ในการผสมวัสดุก่ออาจเป็นทรายหรือทรายผสมกับหินย่อยเล็ก ๆ ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ การรวมตัวของสารต่าง ๆ ดังกล่าวจะเกิดปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ซึ่งเป็นวัสดุประสานร่วมกับแรงอัดอย่างเดียว

วัสดุก่อผนังเป็นชิ้นส่วนที่ใช้มากที่สุดของวัสดุประกอบอาคาร เนื่องจากใช้กั้นเนื้อที่ใช้สอยภายในและภายนอกอาคาร วัสดุก่อมีหลายชนิดหลายขนาด

---

[18] เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. Modular Design & Structural System. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ 2520 : 13.

แล้วแต่วัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตในท้องถิ่นนั้น เช่น อิฐ ซีเมนต์บล็อก คอนกรีตบล็อก ดินบล็อก อิฐแก้ว อิฐมวลเบา และอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก โดยขนาดของวัสดุก่อเมื่อเทียบกับระบบประสานทางพิกัดแล้ว จำเป็นต้องพิจารณาเลือกใช้แต่วัสดุก่อผนังที่สามารถเข้าระบบได้เท่านั้น

2.2 วัสดุปูพื้นและผนัง

วัสดุปูพื้นเป็นผิวสุดท้ายของงานสถาปัตยกรรม ให้ความสวยงามแก่พื้นผิว วัสดุปูพื้นมีหลายชนิดด้วยกัน ทั้งที่เป็นวัสดุจากธรรมชาติโดยตรง เช่น แผ่นหินอ่อน ซึ่งนิยมใช้มาตั้งแต่โบราณ หรือกระเบื้องปูพื้นดินเผา ไม้แผ่นเล็ก ๆ นำมาติดกาวเข้าด้วยกันเรียกว่าไม้ปาร์เก้หรือพวกโมเสกไม้ นอกจากวัสดุธรรมชาติโดยตรงแล้ว ในปัจจุบันยังนิยมใช้วัสดุซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ทางเคมี เช่น กระเบื้องยาง กระเบื้องไวนิล วัสดุเหล่านี้เหมาะกับการใช้งานในสถานที่ต่างกันไป แล้วแต่คุณสมบัติ ขนาด และราคาที่เหมาะสม

วัสดุปูพื้นที่นิยมมาใช้ในระบบประสานทางพิกัดมักเป็นวัสดุประเภทกระเบื้อง เนื่องจากมีขนาดที่เป็นชิ้นส่วนเล็กมีขนาดมูลฐานที่แน่นอน เช่น กระเบื้องเซรามิก เป็นกระเบื้องที่นำดินมาเผาด้วยความร้อนสูง โดยนำดินและส่วนผสมอัดแน่นเป็นแผ่นด้วยเครื่องอัด ผึ่งให้แห้งและเอาเข้าเตาเผา กระเบื้องเซรามิกนิยมใช้ในผนัง พื้นห้องน้ำ ห้องเตรียมเอกสาร ห้องครัว

กระเบื้องเซรามิกชนิดนี้มีขนาดต่าง ๆ เช่น 100 x100, 100 x200, 200x200, 300 x300, 400 x400 มม. การเลือกใช้จำเป็นต้องคำนวณหาขนาดของพื้นที่ให้ลงตัวกับจำนวนกระเบื้องที่จะใช้ โดยเทียบขนาดเป็นระบบประสานทางพิกัดได้ คือ 1พx1พ, 1พx2พ, 2พx2พ, 3พx3พ, 4พx4พ,

2.3 วัสดุฝ้าเพดาน

ส่วนใหญ่เป็นวัสดุแผ่นใหญ่ ใช้ทำฝ้าเพดาน ผนังภายใน ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนและดูดซับเสียง เช่น ไม้อัด กระเบื้องแผ่นเรียบ อคูสติกบอร์ด เซลโลกรีตบอร์ด และยิปซั่มบอร์ด วัสดุเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีความกว้างประมาณ 1200 มม. และยาว 1200 มม. หรือ 2400 มม. โดยวัสดุแผ่นใหญ่นี้ มีหน่วยเล็กสุดที่ 600 มม. เป็นหน่วยมูลฐาน โดยเทียบขนาดในระบบประสานทางพิกัดดังนี้ คือ 6พx6พ, 12พx12พ, 12พx24พ

2.4 วัสดุมุงหลังคา

หลังคาเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของอาคาร หลังคาทำหน้าที่กันแดดกันฝน พายุหิมะ แสงสว่าง และภัยจากธรรมชาติอีกหลายประการ การใช้วัสดุมุง

หลังคาต่าง ๆ ย่อมทำให้เกิดความแตกต่างกันในโครงสร้างหลังคา มุมเอียงของหลังคา และวัสดุยึดหลังคาก็จะแตกต่างกันไปด้วย เช่น หลังคาที่ใช้กระเบื้องแผ่นเล็ก ๆ ความลาดเอียงของหลังคาก็ต้องมีมากขึ้นไปด้วย เพื่อให้น้ำฝนไหลลงไปได้สะดวก หรือในทางตรงกันข้าม ถ้าใช้กระเบื้องแผ่นใหญ่ที่เป็นลอนก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ความลาดเอียงของหลังคามากเท่ากระเบื้องแผ่นเล็ก ๆ

วัสดุมุงในระบบอุตสาหกรรม เช่น กระเบื้องดินเผา กระเบื้องซีเมนต์ กระเบื้องคอนกรีต กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน กระเบื้องพลาสติก สังกะสี ลูกฟูก แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบ ขนาดของกระเบื้องแต่ละชนิดมีขนาดที่แน่นอน แต่ละชนิดไม่ได้ลงตามระบบประสานพิกัด เนื่องจากหลังคามีความลาดชันไม่เท่ากัน การใช้ระบบประสานกับหลังคาจึงยังไม่เหมาะกับสภาพปัจจุบัน

2.5 พื้นสำเร็จรูปและผนังสำเร็จรูป

เป็นชิ้นส่วนประกอบอาคารที่มีขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่ผลิตจากคอนกรีต ทั้งที่อัดแรงและไม่อัดแรง ทำให้งานก่อสร้างประหยัดเวลา ประหยัดไม้แบบ อีกทั้งงานที่ออกมายังมีมาตรฐานและความประณีตสวยงาม ขนาดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปมีความกว้างโดยเฉลี่ย 300 มม. 600 มม. และ 1200 มม. ความยาวมีตั้งแต่ 2500, 2750, 3000 6000 มม. หรือมากกว่านี้ได้แต่ต้องสั่งจากโรงงาน หรือขึ้นอยู่กับชนิดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดนั้น ๆ

พื้นและผนังสำเร็จรูปนับว่ามีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ในการออกแบบอาคารระบบประสานทางพิกัด เพราะจะต้องออกแบบโครงสร้างและคานให้มารับแผ่นสำเร็จนี้ ทำให้พื้นที่ภายในอาคารมีพิกัดจากหน่วย 300 และ 250 มม. (ผลคูณของ 250 มม. ตั้งแต่ 2500 มม. ขึ้นไป)

6. วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด[19]

ปัจจุบันวงการก่อสร้างได้หันมานิยมการสร้างในระบบอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาอุตสาหกรรมด้านการก่อสร้าง การดำเนินการวางแปลนและออกแบบส่วนประกอบของอาคารเพื่อนำไปใช้ในระบบนี้ มีวิธีการที่ต่างออกไปจากวิธีการทำงานแบบเดิม กล่าวคือ การออกแบบส่วนต่าง ๆ ของอาคาร จำเป็นต้องใช้ระบบการประสานทางพิกัดเข้ามา

[19] ชนินทร์ แซ่เตียว. แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ช่วยให้มากที่สุดที่จะมากได้ เพื่อผู้ก่อสร้างจะสามารถนำส่วนประกอบต่าง ๆ ไปใช้ได้อย่างกว้างขวางและสะดวก โดยไม่ต้องเสียเวลาอยู่กับการทำงานในลำดับขั้นต่าง ๆ

การผลิตส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ เดิมบริษัทผู้ผลิตได้เป็นผู้กำหนดขึ้นก่อนจากความจำเป็นในการใช้เครื่องจักรและวิธีการเดิม เพื่อผลในการลดต้นทุนการผลิตในระยะแรก ซึ่งมีบริษัทกล้าผลิตในระยะนี้น้อยมาก ยกเว้นบริษัทที่ผลิตส่วนประกอบเล็ก ๆ เช่น อุปกรณ์ประตูหน้าต่าง น็อต สกรู เท่านั้นที่ผลิตจำนวนมาก เพราะมีตลาดกว้างขวางกว่าส่วนประกอบอาคารชนิดอื่น ๆ

ต่อมาการก่อสร้างอาคารมีความจำเป็นมากขึ้น จนหันมาใช้ระบบอุสาหกรรมอย่างจริงจัง อาคารที่สร้างทีละหลังมีผู้นิยมสร้างน้อยลง การทำงานเป็นกลุ่ม วางแผนเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ตลอดจนการกำหนดขนาดส่วนประกอบอาคารให้มากพอสำหรับการเลือกใช้ การประสานทางพิกัดและวิธีการออกแบบโดยใช้ระบบนี้ จึงเป็นที่นิยมในการใช้จัดลำดับงานก่อสร้างและการประสานงาน

1. การวางผังและการออกแบบในกรณีต่าง ๆ (Planning and design in different cases)

วิธีปฏิบัติเมื่อวางผัง (Planning) โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ผันแปรไปตามชนิดของงาน งานก่อสร้างอาคารขนาดเล็ก ควรใช้ส่วนประกอบ (Component) ที่มีมิติทางพิกัดและหาได้งานในท้องตลาด สำหรับส่วนประกอบที่มีมิติไม่ตามพิกัดไม่ควรผลิตขึ้นมาใช้ นอกจากมั่นใจว่าจะแพร่หลายในวงการค้า และสามารถจะนำไปใช้งานก่อสร้างอาคารขนาดเล็กอื่น ๆ ต่อไป

สำหรับงานก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ งานออกแบบขึ้นอยู่กับส่วนประกอบพิกัดที่มีอยู่แล้วเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม งานขนาดใหญ่เช่นนี้อาจต้องออกแบบส่วนประกอบพิกัดขึ้นใหม่หลายอย่าง ดังนั้นจึงต้องวางรากฐานให้มีการใช้งานออกแบบส่วนประกอบพิกัดเป็นส่วนใหญ่ การดัดแปลงส่วนประกอบต่างพิกัดที่จะนำมาใช้กับอาคารขนาดใหญ่จึงไม่มีความจำเป็น

2. การออกแบบส่วนประกอบพิกัด (Design of modular Components)

การออกแบบส่วนประกอบพิกัด มีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตส่วนประกอบขึ้นมาให้ใช้ได้แพร่หลายในงานก่อสร้างอาคารทั่วไปเท่าที่จะเป็นไปได้ และต้องพิจารณามิติและรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัดอย่างละเอียดและทั่วถึงก่อนนำไปใช้ โดยมีวิธีการออกแบบดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเลือกชิ้นส่วนประกอบ (Choice of component)

ต้องกำหนดมิติของ ชิ้นส่วนประกอบพิกัดแบบต่าง ๆ กัน เลือกเอาส่วนประกอบที่สำคัญโดยเฉพาะซึ่งจะต้องใช้เป็นจำนวนมากซ้ำ ๆ กัน โดยออกแบบส่วนประกอบเหล่านี้ก่อน

ขั้นที่ 2 ขอบเขตที่ใช้ได้ (Range of applicability)

จำนวนของงานที่ต้องทำสำหรับกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดโดยทั่วไป เพิ่มขึ้นตามขอบเขตที่ใช้ได้ของส่วนประกอบที่ต้องการ

การกำหนดรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัด (Modular Component) ขึ้นอยู่กับ

- ชนิดของอาคารที่จะนำชิ้นส่วนประกอบอาคารไปใช้ เช่น ที่อยู่อาศัย สำนักงาน โรงเรียน ซึ่งประเภทของอาคารจะเป็นตัวกำหนดการออกแบบชิ้นส่วนประกอบ ทั้งในด้านขนาดของโครงสร้างและความแข็งแรง
- ความสลับซับซ้อนของแปลนอาคาร ซึ่งจะนำชิ้นส่วนประกอบไปใช้
- ความสูงของอาคารที่จะนำชิ้นส่วนไปใช้ ความสูงของอาคารจะเป็นตัวกำหนดการออกแบบชิ้นส่วน ในด้านการรับน้ำหนักและแรงลม
- ระบบโครงสร้างของอาคาร เป็นเสากับคาน หรือผนังรับน้ำหนัก
- วัสดุที่จะใช้ผลิตชิ้นส่วนประกอบของอาคาร จะช่วยในการกำหนดความเบี่ยงเบนของมิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ขั้นที่ 3 ขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ (Nominal Modular Dimension of the Component)

ตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 เมื่อเลือกชนิดและลักษณะของส่วนประกอบแล้ว อาจจะกะมิติคร่าว ๆ ได้ ทั้งนี้จะต้องรู้รายละเอียดโดยเฉพาะของส่วนประกอบ ตลอดจนความประสงค์ในด้านการใช้สอย ความรู้เกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต เมื่อได้พิจารณามิติของส่วนประกอบตามความต้องการใช้สอยแล้ว ขั้นต่อไป คือการพิจารณาขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ

ขั้นที่ 4 กำหนดชิ้นส่วนประกอบของอาคาร

โดยการพิจารณารายละเอียด (Details) ของรอยต่อต่าง ๆ ความเบี่ยงเบนทางพิกัด ความคลาดเคลื่อน เป็นต้น ซึ่งข้อสำคัญในการเลือกรายละเอียด จะต้องแก้ปัญหารอยต่อ และจะต้องเอาใจใส่ถึงรายละเอียด โดยเฉพาะการต่อส่วนประกอบ มี 4 วิธี คือ

1. ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ
2. ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องวางมากกว่าครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ
3. ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ
4. ส่วนประกอบที่ต่อกันโดยไม่มีช่องว่าง ต้องพิจารณามิติพิกัดใหม่

ขั้นที่ 5 ความแตกต่างของส่วนประกอบ (Variants of Components)

เมื่อส่วนประกอบพิกัดได้ออกแบบขึ้นมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารแล้ว ยังต้องหา ชิ้นส่วนประกอบที่แตกต่างออกไปอีก เช่น ผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจะต้องใช้หนากว่าผนังธรรมดา เป็นต้น นอกจากนั้นผนังด้านหน้าอาจจะต้องทำพิเศษแตกต่างกันออกไป

3. การวางผังโดยใช้ส่วนประกอบพิกัด

เมื่อเลือกส่วนประกอบพิกัดได้แล้ว ขั้นแรก ให้กำหนดลงในตารางพิกัด (Modular – Grid) รวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ ในกรณีที่จะเชื่อมต่อเนื่องกับส่วนประกอบพิกัดอื่น

อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบพิกัดที่เลือกแล้ว ไม่สามารถนำมาใช้ประกอบได้ทันที ทั้งนี้ โดยเหตุผลทางการผลิตและทางเศรษฐกิจ ผู้ผลิตมักจะผลิตส่วนประกอบให้ใช้ได้แพร่หลายที่สุด ดังนั้นถ้าผู้ผลิตเป็นผู้ให้รายละเอียดในการใช้ส่วนประกอบพิกัด สถาปนิกจะต้องตรวจสอบถึงระบบและวิธีการในการผลิตเปรียบเทียบกับชนิดอื่น ตลอดจนความเหมาะสมและความสะดวกในการนำมาใช้เสียก่อน

4. การปรับปรุงแก้ไขส่วนปร ะกอบต่างพิกัด

ในการออกแบบทางพิกัด จะต้องพิจารณาถึงการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่เป็นไปตามพิกัดด้วย เพราะการนำเอาส่วนประกอบดังกล่าวมาใช้ อาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องตามมาก็ได้ ปัญหาต่อเนื่องที่ตามาอาจจะมีน้อยหรือไม่มีเลย ถ้าใช้ส่วนประกอบดังกล่าวในส่วนที่ไม่สำคัญของอาคาร แต่ถ้าใช้ในส่วนที่สำคัญของอาคาร เช่น ผนังรับน้ำหนัก การวางผังของส่วนประกอบดังกล่าว จะต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก

การวางผังซึ่งใช้ส่วนประกอบต่างพิกัดจะเสียเวลาน้อย ถ้าส่วนประกอบเป็นชนิดชิ้นเล็ก ๆ เช่น อิฐ บล็อก และจะเสียเวลามากที่สุด ถ้าเป็นส่วนประกอบชิ้นใหญ่ ๆ เช่น ประตูหน้าต่าง ชิ้นส่วนพื้น ผนัง นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงชิ้นส่วนที่ไม่ตามพิกัดขนาดใหญ่อื่น ๆ เช่น พื้น ฝา ผนัง คาน เสา ส่วนการใช้ชิ้นส่วนที่ไม่ได้พิกัดเป็นชิ้นส่วนรับน้ำหนัก ควรจะพิจารณาเป็นขั้นสุดท้ายในการวางผัง

5. การทำแบบสำหรับก่อสร้างอาคารพิกัด (Drawing for a modular building job)

5.1 แบบร่างขั้นต้น (First Rough Sketches)

ในการออกแบบก่อสร้างโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดนั้น แบบร่างครั้งแรกของงานออกแบบขั้นนี้ จำเป็นต้องร่างบนตารางพิกัดที่กำหนดใช้ก่อนการวางผัง ในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจดูความเหมาะสมในการวางผังตามแบบนั้น ๆ ว่าจะสามารถใช้สอยได้สมบูรณ์ตามความต้องการเพียงใด เช่น เนื้อที่สำหรับวางเครื่องตกแต่ง ในกรณีนี้ ส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่เห็นได้จากแบบร่าง จะอยู่ในรูปแบบร่างที่มีเส้นเดี่ยว ๆ แต่เพียงอย่างเดียว หากได้สังเกตด้วยกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ตามวิธีออกแบบทางพิกัดแล้ว การเปลี่ยนแปลงของมิติจะมีผลมาจาก พ. หรือผลคูณของ พ.

5.2 แบบรายละเอียด (Modular Details)

เมื่อได้วางแบบร่างเบื้องต้นสำหรับงานโครงการขั้นต้นแล้ว งานต่อไปที่จะต้องทำคือแบบขยายรายละเอียดของส่วนประกอบอาคาร วิธีออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดนั้น เมื่อได้วางแบบร่างเบื้องต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพิจารณาแบบรายละเอียดต่อไปอย่างรวดเร็ว และผลเหล่านี้หลังจากที่ได้นำไปผลิตตามขนาดขึ้น

แล้ว แบบรายละเอียด (Details) จะต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้างอื่น ๆ ต่อไป

ในสภาวะของอุตสาหกรรมใหม่ ๆ ซึ่งต้องพัฒนาวิธีออกแบบเป็นระบบประสานทางพิกัดจำเป็นต้องหาขอบเขตการใช้ส่วนประกอบว่ามีเพียงใด ดังนั้นการดำเนินงานขั้นรายละเอียดโครงการ ควรจะต้องมีการค้นคว้าความต้องการทางด้านวิชาการด้วย และควรยึดถือผลของการแก้ปัญหาทางด้านวิชาการที่ถูกต้องอยู่แล้ว

รายละเอียดทางพิกัดประกอบด้วยเส้นตาราง ซึ่งใช้อ้างอิงรายละเอียดทางพิกัดของแบบร่างเบื้องต้น เมื่อทำรายละเอียดทางพิกัดทั้งหมดเสร็จแล้ว จึงจะวางผังแบบร่างเบื้องต้นอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแสดงส่วนต่าง ๆ ของอาคารตรงมิติ

5.3 แบบสรุป

เพื่อความสะดวกในการพิจารณาขอบเขตการใช้ส่วนประกอบทางพิกัด จำเป็นต้องเขียนแบบขั้นแก้ไขปรับปรุงแบบร่าง เรียกว่า แบบสรุป และแบบสรุปนี้จะช่วยในการเตรียมงานเขียนแบบก่อสร้างในขั้นต่อไป รวมทั้งเป็นหลักในการดำเนินงานก่อสร้างอาคารให้เป็นไปตามวิธีการ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการออกแบบและก่อสร้างอาคารเรียนสำเร็จรูปความสูงชั้นเดียว ที่ใช้โครงสร้างเหล็ก ระบบผนังเหล็ก เบารับน้ำหนัก และศึกษาข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในการใช้วัสดุเหล็กเบารับน้ำหนักในอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ เพื่อทำการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องตอบสนองกับความต้องการของเจ้าของโครงการมากขึ้น

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

เมื่อกำหนดหัวข้อและวัตถุประสงค์ของงานวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการศึกษา และทำการศึกษาเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยสามารถแบ่งการศึกษาข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน

1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบและก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป และการออกแบบและก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็ก โดยทำการศึกษาจากตำรา บทความ เอกสารทางวิชาการ การสังเกตการณ์ และการเก็บบันทึกข้อมูลต่าง ๆ นอกจากนั้นยังเข้าศึกษาดูงานในการออกแบบและก่อสร้างอาคารต้นแบบ และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบและก่อสร้างอาคารโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก เพื่อให้ได้แนวทางในการศึกษา และออกแบบปรับปรุงอาคาร

1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

ศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ บทความ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาอ้างอิงในการดำเนินการวิจัย และเพื่อนำมากล่าวอ้างในบทสรุปเพื่อให้ผลการดำเนินงานวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2. สมมุติฐาน

การก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียวต้นแบบ ควรได้รับการออกแบบปรับปรุงใหม่ เพื่อให้ตอบสนองและสอดคล้องกับความต้องการได้มากขึ้น ทั้งในด้านสถาปัตยกรรม ระยะเวลา และราคาในการก่อสร้าง โดยคำนึงถึงลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสม ใช้การ

ออกแบบระบบประสานทางพิกัด ใช้กรรมวิธีการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป และเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยโดยการเฝ้าสังเกตการณ์ และบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้างอาคารต้นแบบ แล้วนำมาวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง เพื่อหาแนวทางในการการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวให้ดีขึ้น โดยใช้เครื่องมือ

3.1 แบบบันทึกรายละเอียดการก่อสร้าง

แบบบันทึกรายละเอียดการก่อสร้างนี้เป็นแบบบันทึกที่ผู้จัยสร้างขึ้นมา เพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่สังเกตการณ์ได้จากการก่อสร้างอาคารต้นแบบ เพื่อเก็บรายละเอียดของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา โดยมีรายละเอียดที่จดบัยทึกคือ วัน เดือน ปี รายการการทำงาน จำนวนคนงาน ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน และจดบันทึกเป็นรูปภาพเพื่อความเข้าใจ

3.2 กล้องถ่ายรูป

ผู้วิจัยใช้กล้องถ่ายรูปในการบันทึกภาพขั้นตอน และรายละเอียดในการก่อสร้าง โดยแบ่งการบันทึกภาพออกเป็น 2 ส่วนคือ การบันทึกภาพจากจุดอ้างอิง เพื่อให้เห็นพัฒนาการในการก่อสร้างอาคารจากมุมเดียวกัน และการถ่ายภาพแยกเฉพาะจุด เพื่อให้เห็นถึงรายละเอียดที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคาร และนำภาพที่ได้จากการบันทึกมาเรียบเรียง และแทรกเข้ากับใบบันทึกรายละเอียดก่อสร้าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทำวิจัย และการเก็บข้อมูลระหว่างการทำวิจัย

4.1 การเก็บข้อมูลก่อนการทำวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล และศึกษาความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ทั้งจากตำรา เอกสารทางวิชาการ และบทความที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีความรู้พื้นฐานเพียงพอและพร้อมที่จะเข้าทำการเก็บข้อมูลจริง

4.2 การเก็บข้อมูลระหว่างการทำวิจัย

ในการเก็บข้อมูลระหว่างการทำวิจัย ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในการเข้าสังเกตการณ์งานก่อสร้างอาคารต้นแบบ ทำการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงาน

ออกแบบและก่อสร้างอาคารต้นแบบ ทำการบันทึกข้อมูลลงในใบบันทึก และถ่ายรูป หลังจากนั้นรวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลดังกล่าวเข้าด้วยกัน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยนี้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารต้นแบบ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบแก้ไขอาคารปรับปรุง และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราว และการวิเคราะห์เปรียบเทียบอาคารต้นแบบและอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุง เพื่อเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสียของการออกแบบปรับปรุงใหม่

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับอาคารต้นแบบ

เป็นการนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมจากการสังเกตการณ์การก่อสร้าง และออกแบบอาคารต้นแบบ โดยนำข้อมูลที่เก็บมาเรียบเรียงใหม่ วิเคราะห์แยกเป็นประเด็นเพื่อให้สอดคล้องกับวัสตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราว

เป็นการวิเคราะห์ทางเลือกในการนำมาใช้ออกแบบอาคารเรียนปรับปรุง โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นหลายประเด็น เพื่อให้การออกแบบปรับปรุงนี้สามารถตอบสนองกับความต้องการได้ดีที่สุด

5.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบอาคารต้นแบบและอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุง

เป็นการวิเคราะห์หาข้อดี ข้อเสียของการออกแบบปรับปรุง โดยแบ่งการวิเคราะห์เปรียบเทียบออกเป็น 4 หัวข้อ คือ การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านสถาปัตยกรรม กรรมวิธีและขั้นตอนการก่อสร้าง ระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้างอาคาร

6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย จะสรุปผลการวิจัยโดยใช้ผลการวิจัยเป็นประเด็นหลักในการสรุปผล และใช้ข้อมูลจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากล่าวอ้างเพื่อให้การสรุปผลมีน้ำหนักและมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับความเป็นจริง

6.2 ข้อเสนอแนะ

จะเป็นข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงได้จากบทสรุปของการเข้าศึกษาดูงานการออกแบบและก่อสร้างอาคารต้นแบบ เพื่อจะสามารถนำไปพัฒนาความรู้ต่าง ๆ ในอนาคตได้

บทที่ 4

รายละเอียดโครงการอาคารกรณีศึกษา

1. รายละเอียดของโครงการกรณีศึกษา

1.1 ชื่อโครงการ โรงเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

1.2 เจ้าของโครงการ กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน (ก.ร.อ.ม.น.)

1.3 ประเภทโครงการ อาคารเรียนชั่วคราว สูง 1 ชั้น

1.4 ขนาดโครงการ 36 ตร.ม./หลัง

1.5 จำนวนหลัง ศึกษาการก่อสร้างอาคารต้นแบบจำนวน 1 หลัง

1.6 ที่ตั้งโครงการ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดนราธิวาส จังหวัดปัตตานี และจังหวัดยะลา

1.7 ออกแบบสถาปัตยกรรม บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด

1.8 ออกแบบงานวิศวกรรม บริษัท บลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด

1.9 ผู้รับเหมาก่อสร้าง บริษัท พี นิรมล

1.10 ระบบการก่อสร้าง โครงสร้างเหล็กระบบเหล็กเบารับน้ำหนัก

1.11 ระยะเวลาดำเนินงาน วันที่ 24 สิงหาคม ถึง วันที 7 กันยายน 2550

2. ที่มาของโครงการ

เนื่องมาจากเหตุการณ์สถานการณ์ความไม่สงบใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เป็นเหตุการณ์ความรุนแรงที่เกิดขึ้นในจังหวัดนราธิวาส จังหวัดปัตตานี และจังหวัดยะลา ซึ่งเกิดมาจากปัญหาความขัดแย้งในจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยมีเหตุการณ์ลอบทำร้าย วางเพลิง วางระเบิด ก่อการร้าย และจลาจล เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีพ.ศ. 2547 จนถึงปัจจุบัน โดยในระยะเวลาดังกล่าว มีการลอบวางเพลิงสถานศึกษาทั้งหมด 84 โรงเรียน เป็นเหตุทำให้นักเรียนในพื้นที่ไม่มีที่เรียนหนังสือ และทำกิจกรรมร่วมกัน นอกจากนั้นยังมีผลกระทบต่อจิตใจของทั้งเด็กนักเรียนและครูในพื้นที่ดังกล่าวด้วย

ในการก่อสร้างอาคารเรียนถาวรทดแทนอาคารเรียนที่ถูกทำลายไปนั้นต้องใช้เวลามากกว่า 1 ปี ซึ่งจะส่งผลกระทบอย่างมากต่อจิตใจ และระบบการศึกษาของนักเรียน ทางกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน (ก.ร.อ.ม.น.) ได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว และต้องการหาทางแก้ไขปัญหาเพื่อบรรเทาทุกข์ให้กับประชาชนในพื้นที่ โดยมีความต้องการที่จะก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวขึ้นเพื่อทดแทนอาคารเรียนที่ถูกทำลายเสียหาย ให้แล้วเสร็จภายใน 3

วันหลังจากเกิดเหตุ นอกจากนั้นยังต้องการให้มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนการใช้สอยภายในได้หลากหลาย สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก จึงขอความร่วมมือจากองค์กรเอกชนเพื่อทำการออกแบบและก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวขึ้น โดยบริษัทเครือซีเมนต์ไทยเป็นผู้ได้รับมอบหมายงานดังกล่าว แต่เนื่องจากวัสดุก่อสร้างที่เครือซีเมนต์ไทยมีอยู่นั้นไม่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับส่วนโครงสร้างอาคาร บริษัทบลูสโคป ไลสาจท์(ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตโครงสร้างเหล็กระบบเหล็กเบารับน้ำหนัก จึงเข้ามาเป็นผู้สนับสนุนในส่วนของการออกแบบทั้งทางสถาปัตยกรรม และวิศวกรรม และเป็นผู้สนับสนุนวัสดุโครงสร้างทั้งหมด ส่วนเครือซีเมนต์ไทยเป็นผู้สนับสนุนวัสดุประกอบอาคารอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

3. วัตถุประสงค์และความต้องการของกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน

กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในมีความต้องการที่จะจัดหาอาคารเรียนชั่วคราวทดแทนให้กับโรงเรียนที่ถูกทำลายเสียหายอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ความไม่สงบใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เพื่อให้โรงเรียนไม่ต้องทำการหยุดการเรียนการสอนเป็นเวลานานในขณะที่ทำการก่อสร้างอาคารเรียนใหม่ขึ้นทดแทน ซึ่งใช้เวลานาน และจะส่งผลกระทบอย่างมากกับสภาพจิตใจของเด็กนักเรียน และผู้ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการศึกษาของเด็กนักเรียนด้วย โดยอาคารเรียนชั่วคราวที่ทำการก่อสร้างนี้ นอกจากมีความต้องการให้เป็นอาคารเรียนชั่วคราวสำหรับผู้ประสบภัยแล้ว ยังมีความต้องการให้สามารถนำวัสดุก่อสร้างต่างๆกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ซึ่งจะสามารถช่วยให้การช่วยเหลือต่างๆดำเนินการไปอย่างรวดเร็วมากขึ้นได้ในการช่วยเหลือครั้งต่อ รวมทั้งยังเป็นการประหยัดงบประมาณในการช่วยเหลือลงได้ในระยะยาว

ในการออกแบบและก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบนี้ ทางกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในมีความต้องการให้อาคารเรียนชั่วคราวนี้ก่อสร้างให้แล้วเสร็จภายใน 3 วันหลังจากเกิดเหตุการณ์ความไม่สงบขึ้นในพื้นที่ และคาดว่าอาคารนี้จะต้องใช้งานเป็นระยะเวลานานอย่างน้อย 1 ปี ระหว่างรอการก่อสร้างอาคารเรียนถาวรขึ้นทดแทน และเนื่องจากโรงเรียนในพื้นที่มีหลากหลายขนาด จึงมีความต้องการให้อาคารเรียนนี้สามารถปรับเปลี่ยนการใช้สอยของอาคารได้หลากหลาย นอกจากนี้ยังมีความต้องการให้ชิ้นส่วนอาคารดังกล่าวมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เนื่องจากในบางพื้นที่เครื่องจักรหนักไม่สามารถเข้าถึงได้

สรุปวัตถุประสงค์และความต้องการของกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน สำหรับการออกแบบอาคารเรียนชั่วคราว

1. ต้องการอาคารเรียนชั่วคราวที่มั่งคงแข็งแรง และสามารถใช้งานได้อย่างน้อย 1 ปี
2. อาคารเรียนชั่วคราวนี้ต้องสามารถทำให้ผู้ประสบภัยดำเนินการเรียนการสอนได้อย่างปกติต่อไป ในระหว่างที่ไม่มีอาคารเรียนถาวร

3. ต้องการให้การก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวนี้แล้วเสร็จภายใน 3 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์ความไม่สงบขึ้น
4. อาคารเรียนชั่วคราวนี้ต้องนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก สำหรับการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในครั้งต่อๆไป

4. แนวคิดในการออกแบบอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ

การออกแบบอาคารเรียนชั่วคราวนี้ ไม่มีการกำหนดที่ตั้งที่แน่นอน เนื่องจากเป็นอาคารบรรเทาสาธารณะภัย จึงต้องทำการออกแบบให้สามารถก่อสร้างได้ง่ายในทุกสภาพที่ตั้ง แต่จะต้องตอบสนองความต้องการของสภาพโดยรวม ทั้งภูมิอากาศและภูมิประเทศในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ นอกจากนี้ยังคำนึงถึงการมีส่วนร่วมของคนในพื้นที่ในการก่อสร้างอาคารด้วย

จากความต้องการที่ทางกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในกำหนดมานั้น ทางทีมงานของบริษัทบลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ทำการออกแบบทั้งส่วนงานสถาปัตยกรรม และงานวิศวกรรมโครงสร้าง เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการ และวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการ โดยการเลือกวัสดุโครงสร้างหลักนั้นจะเป็นวัสดุที่บริษัทบลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด มีการผลิตอยู่ ส่วนวัสดุก่อสร้างอื่น เช่นวัสดุผนังภายนอก ภายใน วัสดุมุงหลังคา วัสดุปูพื้น และส่วนประกอบอาคารอื่นๆ จะเป็นผลิตภัณฑ์ของเครือซีเมนต์ไทยทั้งหมด

การเลือกใช้วัสดุสำหรับระบบโครงสร้างของอาคาร เนื่องจากมีความต้องการให้อาคารนี้มีความสะดวก รวดเร็วในการขนย้าย และก่อสร้าง นอกจากนั้นยังต้องการให้สามารถถอดแยกชิ้นส่วนแล้วนำกลับมาประกอบใช้ใหม่ได้ จึงเลือกที่จะใช้โครงสร้างเหล็กประเภทโครงเหล็กเบารับน้ำหนัก เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง แต่มีน้ำหนักเบา จึงทำให้อาคารมีความแข็งแรง สามารถก่อสร้าง ขนย้าย และประกอบชิ้นส่วนได้ง่าย โดยไม่ต้องใช้เครื่องจักรหนัก นอกจากนี้ยังสามารถตัดแต่งชิ้นส่วนมาจากโรงงานก่อนทำการประกอบที่สถานที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถประหยัดเวลาการก่อสร้างไปได้มาก และในการถอดแยกชิ้นส่วนเพื่อรอการนำมาใช้ใหม่ก็สามารถทำได้โดยง่าย

การเลือกใช้ระบบในการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวนี้ ได้เลือกใช้ระบบผนังเบารับน้ำหนัก เนื่องจากเป็นระบบที่มีความแข็งแรง สามารถออกแบบให้สนับสนุนกับระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปได้ นอกจากนี้ยังลดงานก่อสร้างเสา และคานซึ่งต้องใช้วัสดุชิ้นใหญ่และหนักกว่าได้

การเลือกใช้วัสดุประกอบอาคารส่วนอื่นๆ เน้นเลือกใช้วัสดุแผ่นเบาสำเร็จรูปที่มีวางขายในท้องตลาดของเครือซีเมนต์ไทย วัสดุผนังที่เลือกใช้ได้แก่ สมาทบอร์ดแผ่นเรียบ หนา 8 มม. วัสดุพื้นได้แก่ วีว่าบอร์ด แผ่นเรียบ หนา 20 มม. และเลือกใช้กระเบื้องลอนคู่ หนา 13 มม. เป็นวัสดุมุงหลังคา ยกเว้นส่วนฐานอาคารที่ใช้แท่นคอนกรีตหล่อสำเร็จ

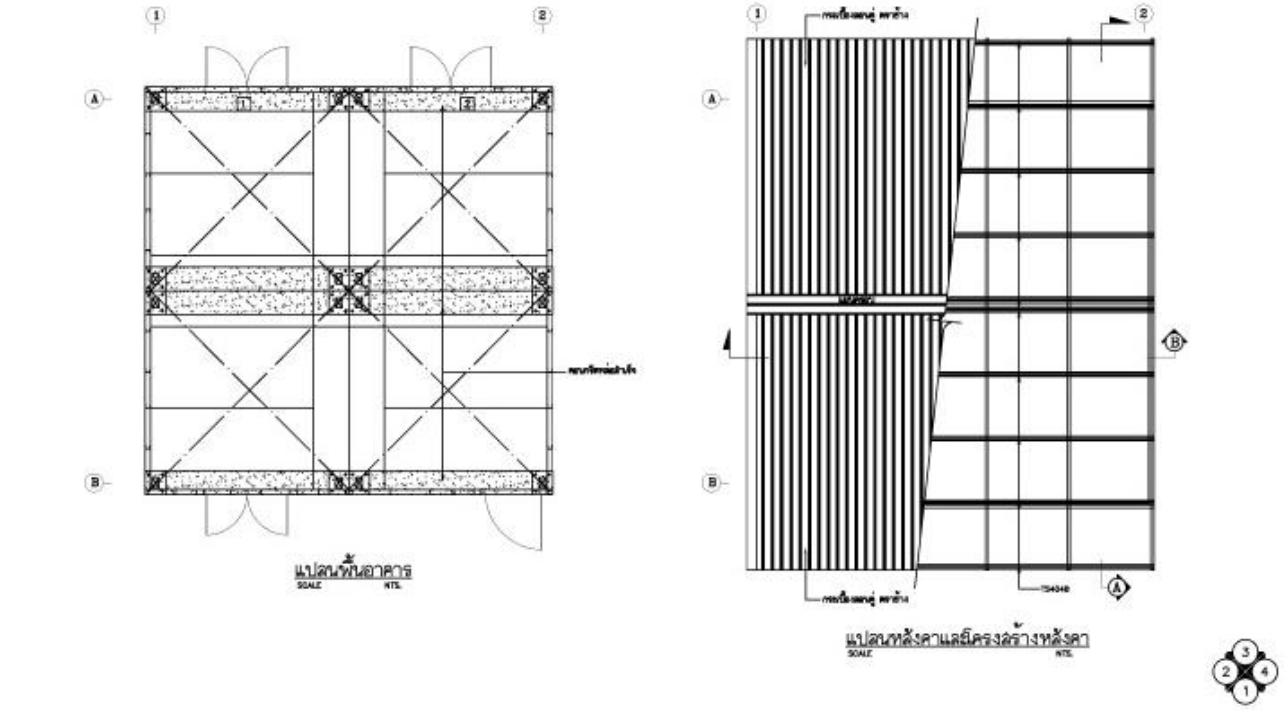
สรุปแนวคิดในการออกแบบอาคารเรียนชั่วคราว (อาคารต้นแบบ)

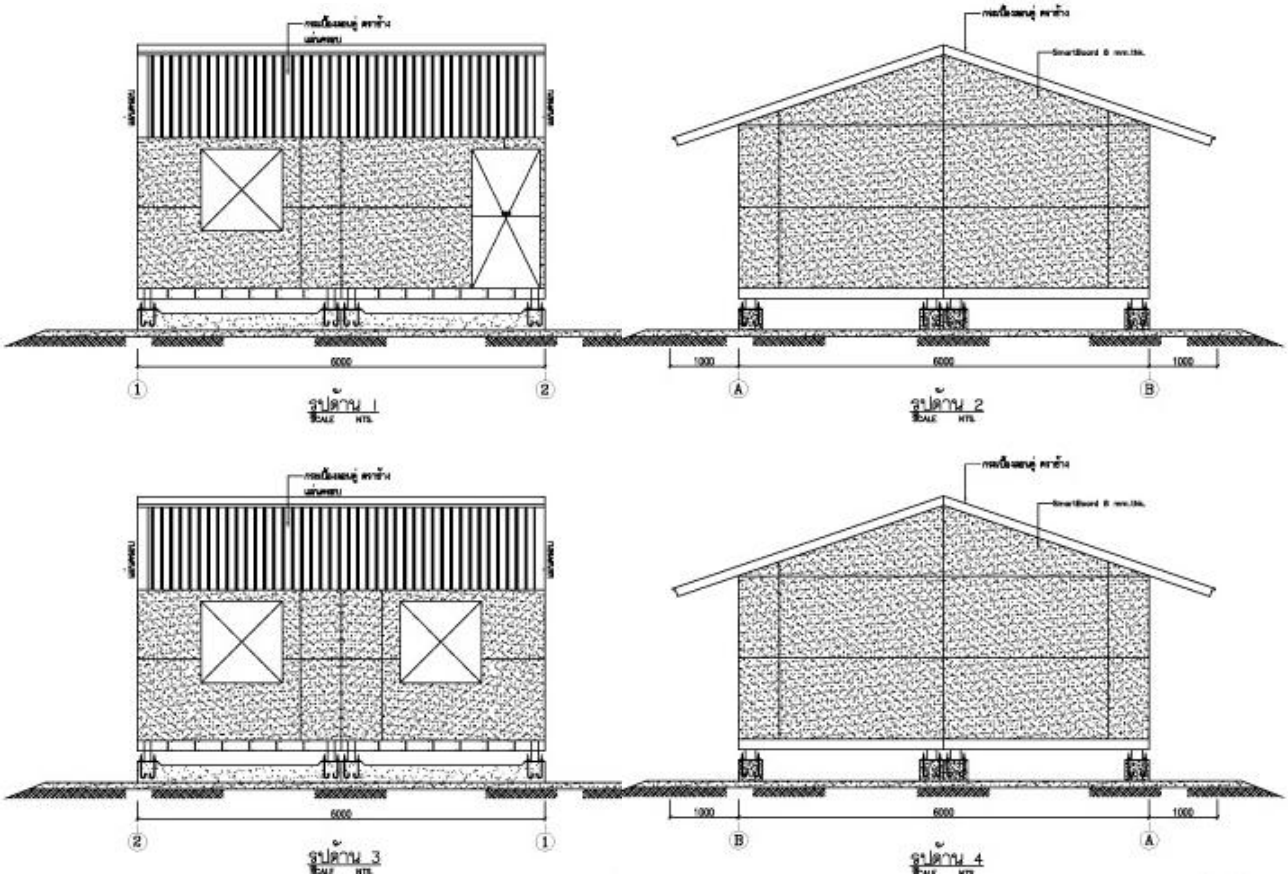
1. ต้องตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ได้ดี มีการกันแดด กันฝน และคำนึงถึงสภาพแวดล้อม
2. เลือกใช้ระบบการก่อสร้างที่ชุมชนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมได้ง่าย
3. เลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแรงสูง
4. วัสดุชิ้นส่วนโครงสร้างต้องมีน้ำหนักเบา และมีขนาดไม่ใหญ่มากจนแรงงานคนไม่สามารถก่อสร้างได้
5. วัสดุผิวอาคาร และวัสดุประกอบอื่นๆเป็นวัสดุสำเร็จรูปที่มีขายอยู่ทั่วไปในท้องตลาด
6. อาคารเรียนชั่วคราวนี้ต้องสามารถถอดแยกชิ้นส่วน และสามารถนำมาประกอบขึ้นเป็นอาคารเรียนใหม่ได้

5. **รูปแบบของอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ**

จากข้อกำหนดและความต้องการของกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน ทีมงานออกแบบได้ออกแบบอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบขึ้น โดยมีเวลาคิดและพัฒนาการออกแบบเป็นเวลา 2 เดือน

ภาพที่ 4.1 รูปแบบอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ





ภาพที่ 4.2 ผังพื้นและรูปด้านของอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ

6. รายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ

ในการศึกษารายละเอียดด้สนวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในโครงการอาคารเรียนชั่วคราวนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของวัสดุก่อสร้างที่ทำการศึกษาออกเป็น 7 หมวด ได้แก่ ฐานอาคาร โครงสร้างพื้น โครงสร้างผนัง วัสดุกรุพื้นและผนัง ประตูหน้าต่าง โครงสร้างหลังคา และวัสดุมุงหลังคา

6.1 ประเภทของวัสดุก่อสร้างอาคารที่นำมาใช้ในแต่ละส่วนอาคาร

ตารางแสดงรายละเอียดการใช้วัสดุ		
ลำดับ	ประเภท	วัสดุก่อสร้าง
1	ฐานอาคาร	แท่นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ
2	โครงสร้างพื้น	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ และเหล็กเบารับน้ำหนัก
3	โครงสร้างผนัง	โครงเหล็กเบารับน้ำหนัก
4	วัสดุกรุพื้น และผนัง	วัสดุแผ่นสำเร็จรูป
5	ประตู และหน้าต่าง	ประตูหน้าต่างสำเร็จรูป
6	โครงสร้างหลังคา	โครงเหล็กเบารับน้ำหนัก
7	วัสดุมุงหลังคา	วัสดุแผ่นสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุในอาคารเรียนต้นแบบ

6.2 รายละเอียดการใช้วัสดุก่อสร้างในแต่ละส่วนอาคาร

ฐานอาคาร		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	ฐานอาคาร	แท่นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ
2	อุปกรณ์ยึดโครงอาคาร	เหล็ก J Bolt ยึดฝังกับฐานอาคาร
3	แผ่นยึดฐานอาคาร	แผ่นเหล็กเรียบ หนา 9 มม. ขนาด 30x30ซม
4	อุปกรณ์ปรับระดับ	ถุงทราย
โครงสร้างพื้น		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	โครงสร้างพื้นหลัก	โครงเหล็กรูปพรรณ []150x100x3.2
2	โครงสร้างตงหลัก	เหล็กเบารับน้ำหนัก C15015
3	โครงสร้างตงรอง	เหล็กเบารับน้ำหนัก C7510

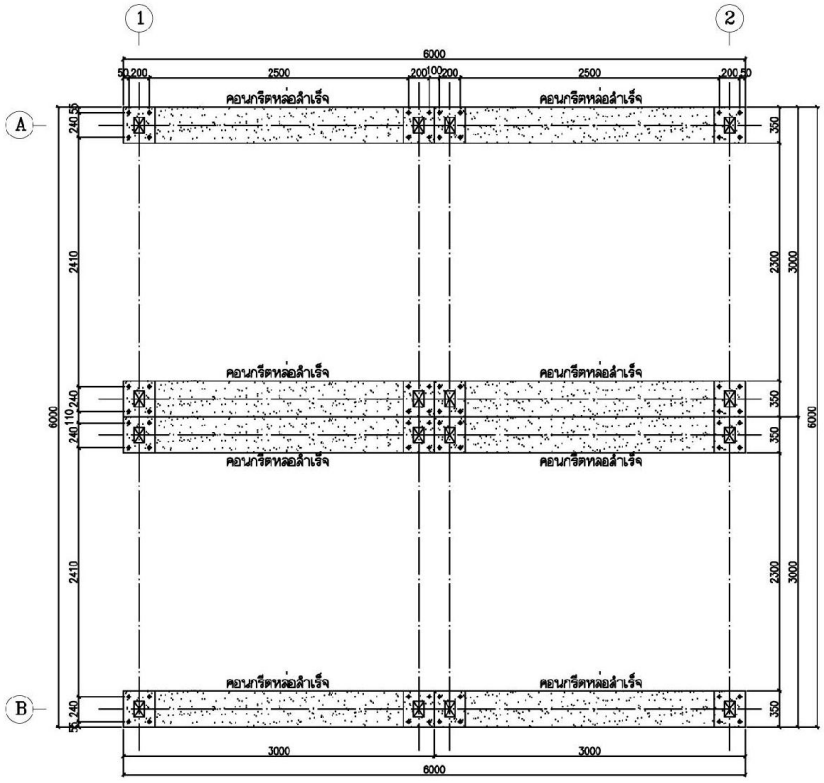
ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุในแต่ละส่วนอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ

โครงสร้างผนัง		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	โครงเคร่าผนังแนวตั้งทั่วไป	เหล็กเบารับน้ำหนัก OPEN_75x0.75
2	โครงเคร่าผนังแนวนอนทั่วไป	เหล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75x35-0.75
3	โครงเคร่าผนังแนวนอนตัวบน	เหล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75x65-1.0
4	โครงเคร่าผนังแนวนอนเหนือช่องเปิด	เหล็กเบารับน้ำหนัก ANG-1.5-200x35
5	โครงเคร่าแนวเอียง	เหล็กแผ่น BRA-1.2x32-250
6	อุปกรณ์รับแรงดึงโครงเคร่าแนวเอียง	TENSIONER_SET
วัสดุปูพื้น และผนัง		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	วัสดุปูพื้น	แผ่น วีว่าบอร์ด หนา 20 มม.
2	วัสดุกรุผนังภายนอก	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.
3	วัสดุกรุผนังภายใน	แผ่นเหล็กรีดลอนเคลือบ
ประตู และหน้าต่าง		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	ประตู	ประตูบานเปิดเดี่ยวโครงเหล็กสำเร็จรูป ขนาด 2.05x1.00 ม.
2	หน้าต่าง	หน้าต่างบานเกล็ดโครงเหล็กสำเร็จรูป ขนาด 1.20x1.20 ม.
โครงสร้างหลังคา		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	โครงสร้างหลังคา ตัวบน	เหล็กเบารับน้ำหนัก C7510RA
2	โครงสร้างหลังคา ตัวล่าง	เหล็กเบารับน้ำหนัก C7510RA
3	โครงสร้างหลังคา ถัก	เหล็กเบารับน้ำหนัก C7575RA
วัสดุมุงหลังคา		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	แปหลังคา	เหล็กเบารับน้ำหนัก TOPSPAN-4048
2	วัสดุมุงหลังคา	แผ่นกระเบื้องลอนคู่ ตราช้าง
3	อุปกรณ์ครอบสัน และปิดมุมหลังคา	อุปกรณ์มาตราฐานของกระเบื้องลอนคู่ตราช้าง

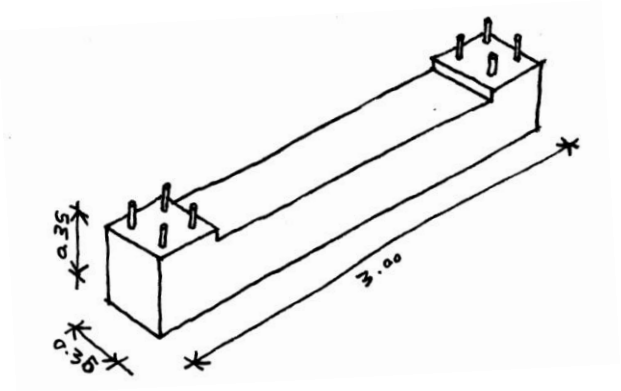
ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุในแต่ละส่วนอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ (ต่อ)

6.3 รายละเอียดของวัสดุก่อสร้าง ที่ใช้ในแต่ละส่วนอาคาร

6.3.1 ฐานอาคาร



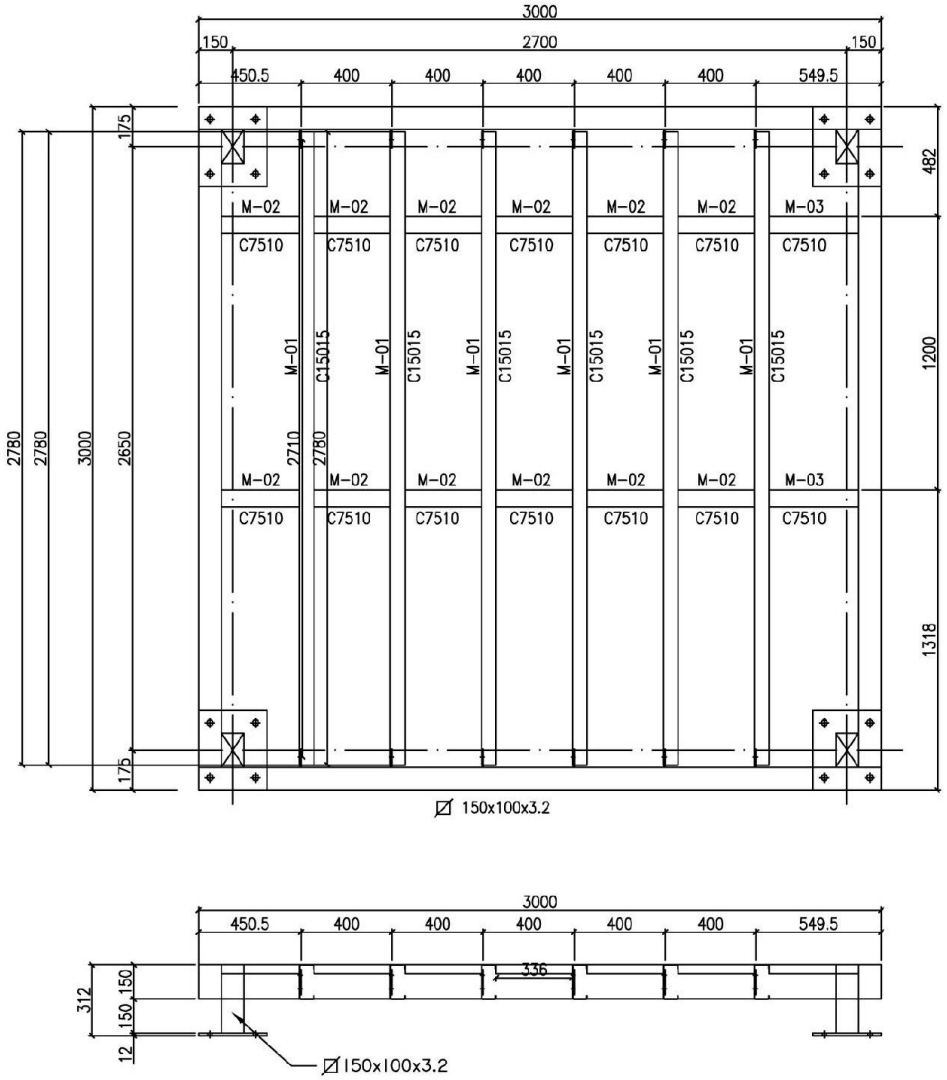
ภาพที่ 4.3 ผังฐานอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ



ฐานอาคาร				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ปริมาณ (ลบ.ม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	ฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ		0.36	8
2	เหล็กแผ่นเรียบ หนา 9 มม.		0.1225	6

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณวัสดุฐานอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ

6.3.2 โครงสร้างพื้น

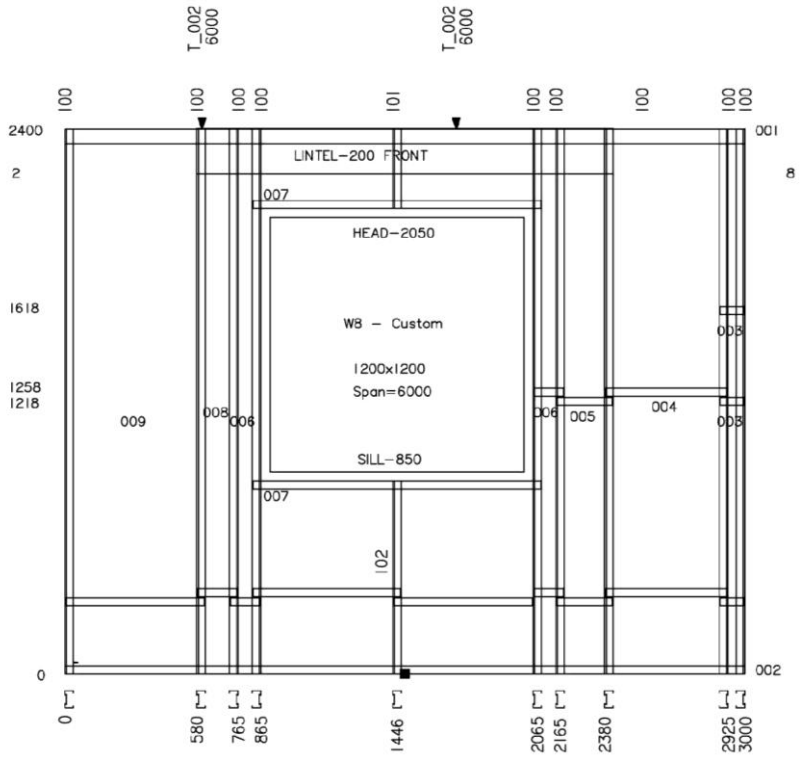


ภาพที่ 4.4 โครงสร้างพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ

โครงสร้างพื้น				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2		3000	16
2	เหล็กแผ่นเรียบ หนา 9 มม.		0.1225	16
3	C 15015	M-01	2780	24
4	C 7510	M-02	336	56

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ

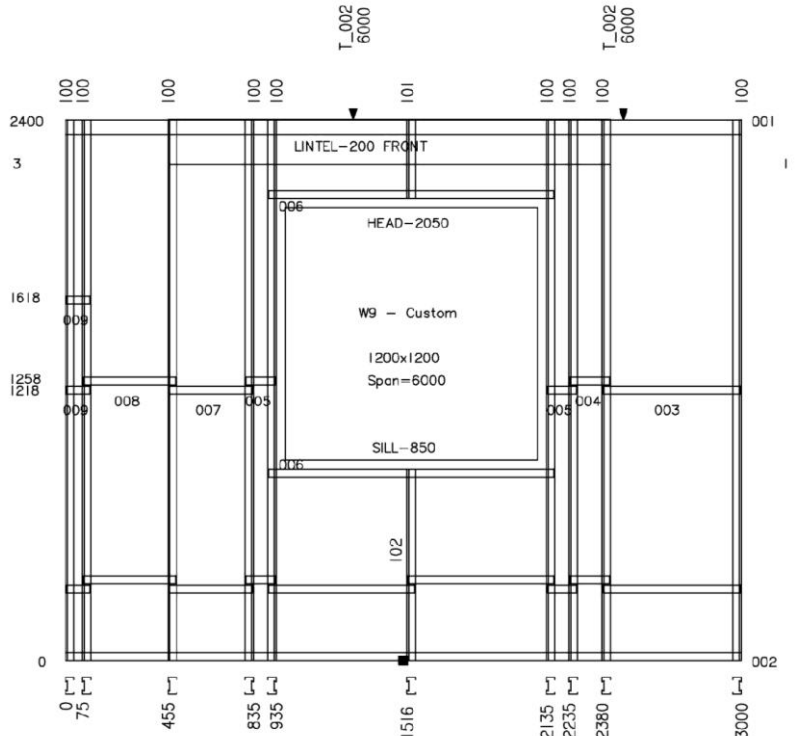
6.3.3 โครงสร้างผนัง



ภาพที่ 4.5 โครงสร้างผนัง 1 ของอาคารเรียนต้นแบบ

โครงผนัง 1						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (วม.)	ความยาวรรวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3000	1	3000	3000
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	3000	1	3000	9509
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	105	3	315	
4	PLATE_75X35-1.0-N/S	4	372	2	744	
5	PLATE_75X35-1.0-N/S	5	410	2	820	
6	PLATE_75X35-1.0-N/S	6	130	4	520	
7	PLATE_75X35-1.0-N/S	7	1268	2	2536	
8	PLATE_75X35-1.0-N/S	8	307	2	614	
9	PLATE_75X35-1.0-N/S	9	480	2	960	
10	OPEN_75X0.75X2400	100	2400	9	21600	21600
11	OPEN_75X0.75-N/S	101	350	1	350	1200
12	OPEN_75X0.75-N/S	102	850	1	850	
13	ANG-1.5-200X35	200	2133	1	2133	2133

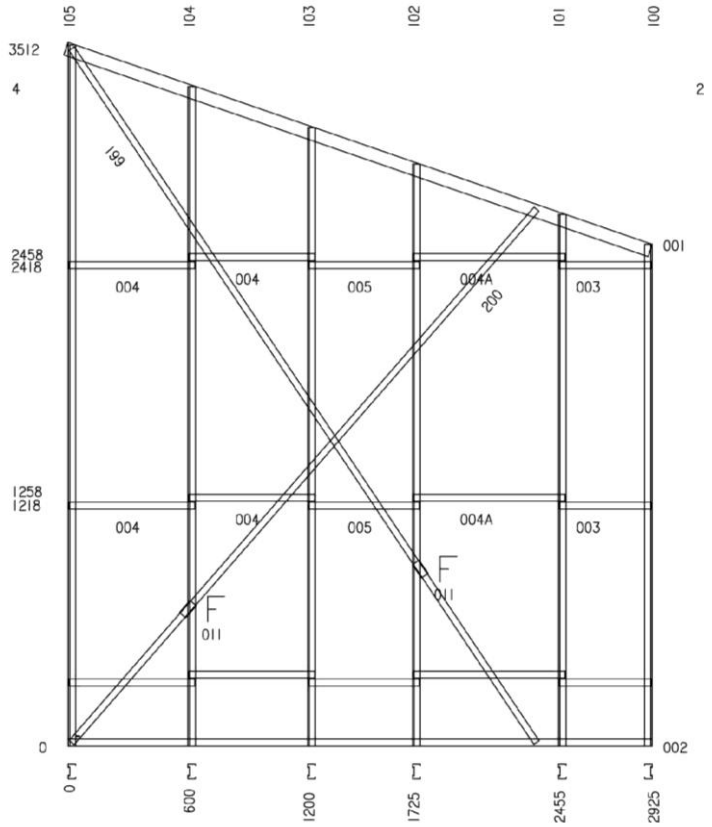
ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 1 ของอาคารเรียนต้นแบบ



ภาพที่ 4.6 โครงสร้างผนัง 2 และ 6 ของอาคารเรียนต้นแบบ

โครงผนัง 2 และโครงผนัง 6						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (วม.)	ความยาวรวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3000	1	3000	3000
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	3000	1	3000	9509
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	442	2	884	
4	PLATE_75X35-1.0-N/S	4	345	2	690	
5	PLATE_75X35-1.0-N/S	5	130	4	520	
6	PLATE_75X35-1.0-N/S	6	1268	2	2536	
7	PLATE_75X35-1.0-N/S	7	372	2	744	
8	PLATE_75X35-1.0-N/S	8	410	2	820	
9	PLATE_75X35-1.0-N/S	9	105	3	315	
10	OPEN_75X0.75X2400	100	2400	9	21600	21600
11	OPEN_75X0.75-N/S	101	350	1	350	1200
12	OPEN_75X0.75-N/S	102	850	1	850	
13	ANG-1.5-200X35	200	2133	1	2133	2133

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 2 และ 6 ของอาคารเรียนต้นแบบ

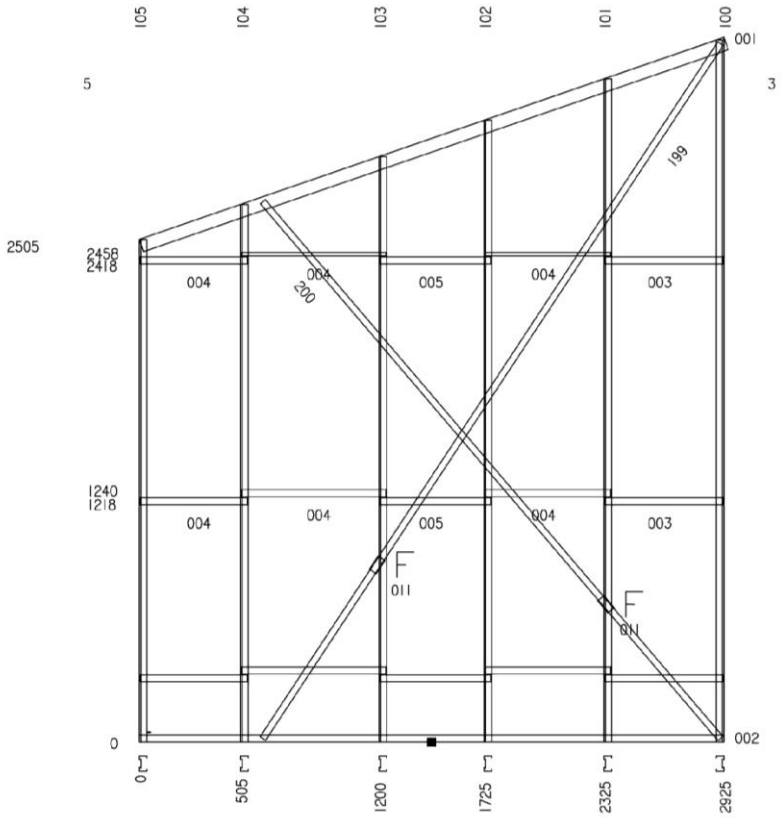


ภาพที่ 4.7 โครงสร้างผนัง 3 และ 7 ของอาคารเรียนต้นแบบ

โครงผนัง 3 และโครงผนัง 7

ลำดับ	รายการ	รหัส	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (วม.)	ความยาวรวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3094	1	3094	3094
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	2925	3	8775	17607
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	592	6	3552	
4	PLATE_75X35-1.0-N/S	4	630	3	1890	
5	PLATE_75X35-1.0-N/S	4_A	760	3	2280	
6	PLATE_75X35-1.0-N/S	5	555	2	1110	
7	TENSIONER_SET	11	1	2	2	2
8	OPEN_75X0.75-N/S	100	2505	1	2505	17941
9	OPEN_75X0.75-N/S	101	2653	1	2653	
10	OPEN_75X0.75-N/S	102	2905	1	2905	
11	OPEN_75X0.75-N/S	103	3086	1	3086	
12	OPEN_75X0.75-N/S	104	3293	1	3293	
13	OPEN_75X0.75-N/S	105	3499	1	3499	
14	BRA-1.2X32-250	199	4172	1	4172	7708
15	BRA-1.2X32-251	200	3536	1	3536	

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 3 และ 7 ของอาคารเรียนต้นแบบ

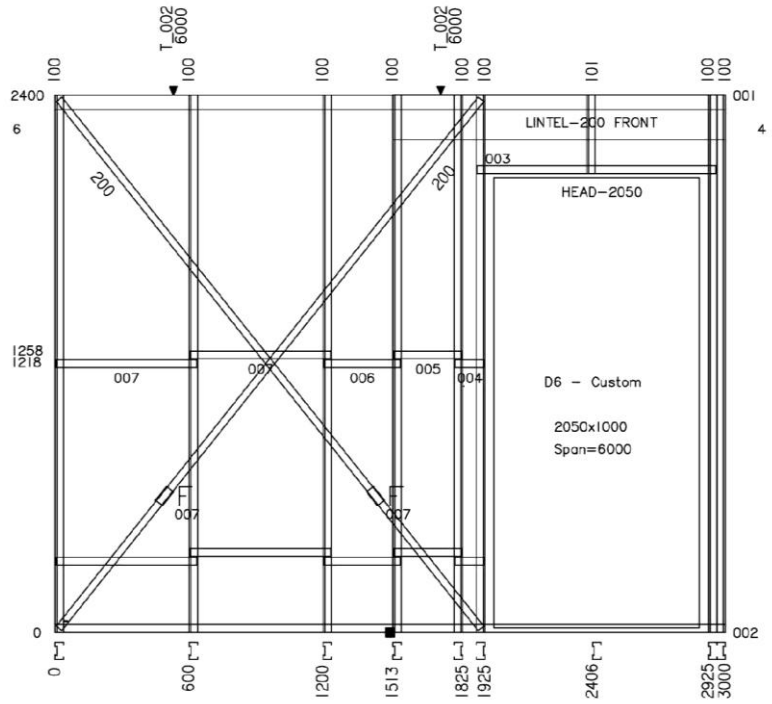


ภาพที่ 4.8 โครงสร้างผนัง 4 และ 8 ของอาคารเรียนต้นแบบ

โครงผนัง 4 และโครงผนัง 8

ลำดับ	รายการ	รหัส	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (วม.)	ความยาวรรวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3094	1	3094	3094
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	2925	1	2925	13186
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	592	3	1776	
4	PLATE_75X35-1.0-N/S	4	630	6	3780	
5	PLATE_75X35-1.0-N/S	4_A	760	4	3040	
6	PLATE_75X35-1.0-N/S	5	555	3	1665	
7	TENSIONER_SET	11	1	2	2	2
8	OPEN_75X0.75-N/S	100	2505	1	2505	17941
9	OPEN_75X0.75-N/S	101	2653	1	2653	
10	OPEN_75X0.75-N/S	102	2905	1	2905	
11	OPEN_75X0.75-N/S	103	3086	1	3086	
12	OPEN_75X0.75-N/S	104	3293	1	3293	
13	OPEN_75X0.75-N/S	105	3499	1	3499	
14	BRA-1.2X32-250	199	4172	1	4172	7708
15	BRA-1.2X32-251	200	3536	1	3536	

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 4 และ 8 ของอาคารเรียนต้นแบบ



ภาพที่ 4.9 โครงสร้างผนัง 5 ของอาคารเรียนต้นแบบ

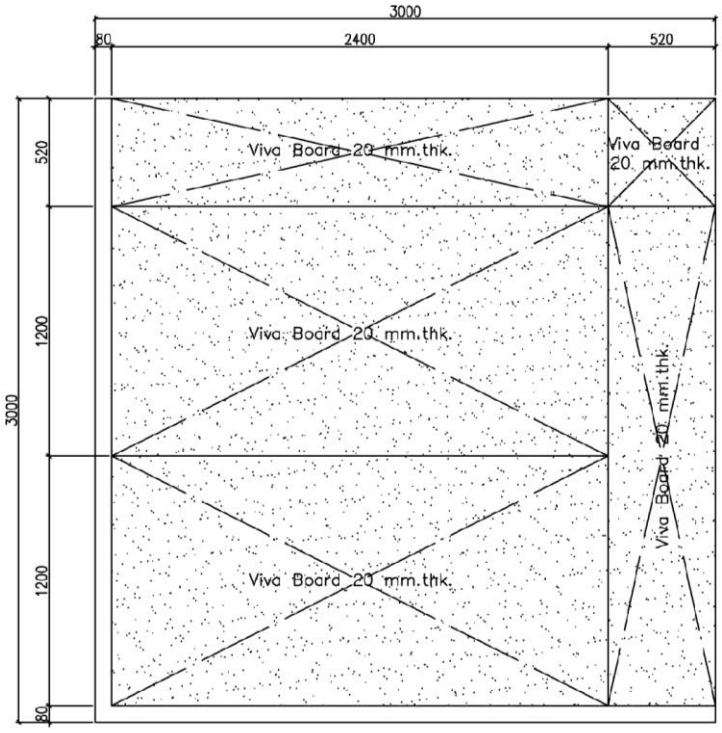
โครงผนัง 5						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (วม.)	ความยาวรรวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3000	1	3000	3000
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	3000	1	3000	8144
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	1068	1	1068	
4	PLATE_75X35-1.0-N/S	4	130	2	260	
5	PLATE_75X35-1.0-N/S	5	305	2	610	
6	PLATE_75X35-1.0-N/S	6	343	2	686	
7	PLATE_75X35-1.0-N/S	7	630	4	2520	
8	TENSIONER_SET	7	1	2	2	2
9	OPEN_75X0.75X2400	100	2400	8	19200	19550
10	OPEN_75X0.75-N/S	101	350	1	350	
11	BRA-1.2X32-250	200	3026	2	6052	6052
12	ANG-1.5-200X35	200	1488	1	1488	1488

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง 5 ของอาคารเรียนต้นแบบ

สรุปการใช้วัสดุโครงสร้างผนัง			
ลำดับ	รายการ	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	24376	8
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	98257	134
3	OPEN_75X0.75-N/S	159714	66
4	BRA-1.2X32-250	36884	10
5	ANG-1.5-200X35	7887	4
6	TENSIONER_SET	-	10

ตารางที่ 4.10 สรุปปริมาณวัสดุโครงสร้างผนังของอาคารเรียนต้นแบบ

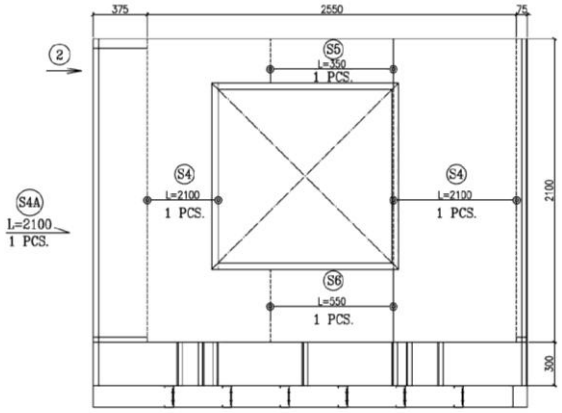
6.3.4 วัสดุกรุพื้นและผนัง



ภาพที่ 4.10 วัสดุกรุพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ

วัสดุกรุพื้น				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่นวีว่าบอร์ด(1.20x2.40ม.) หนา 20 มม.	36	20	13

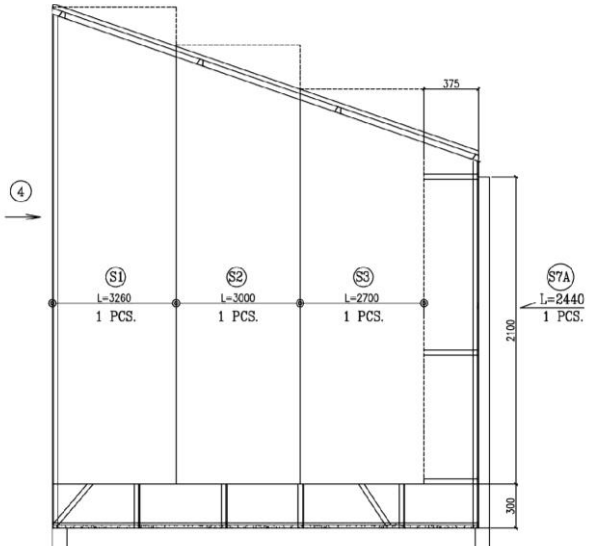
ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ



ภาพที่ 4.11 วัสดุกรุผนัง 1 2 และ 6 ของอาคารเรียนต้นแบบ

วัสดุกรุผนัง 1 ผนัง 2 และผนัง 6				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด	5.76	4	2.5
2	แผ่นเหล็กรีดบาง	4.86	5	4

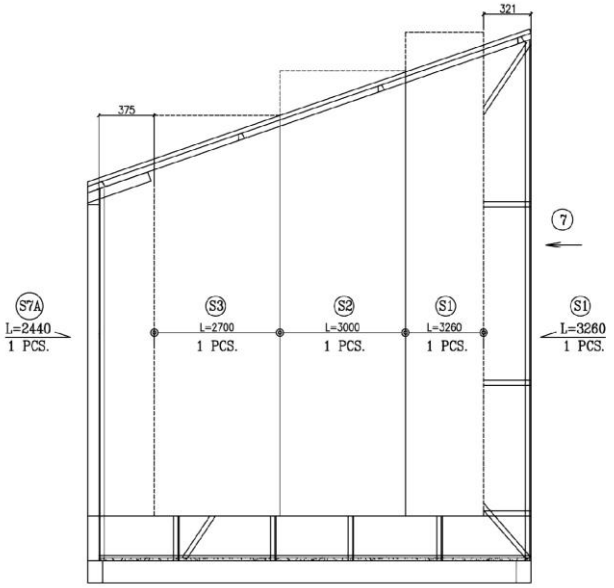
ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง 1 2 และ 6 ของอาคารเรียนต้นแบบ



ภาพที่ 4.12 วัสดุกรุผนัง 3 และ 7 ของอาคารเรียนต้นแบบ

วัสดุกรุผนัง 3 และผนัง 7				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด	9.36	6	4
2	แผ่นเหล็กรีดบาง	8.46	4	4

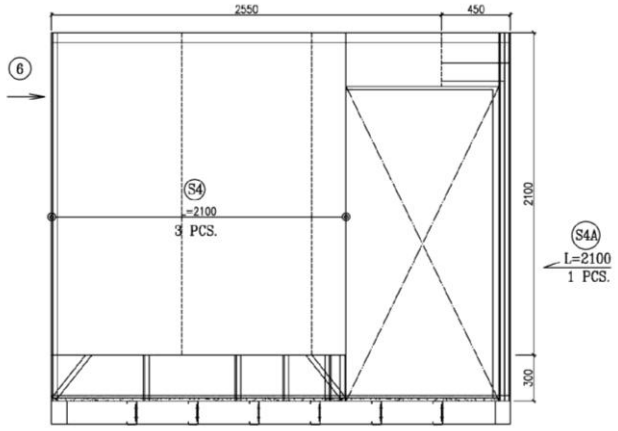
ตารางที่ 4.13 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง 3 และ 7 ของอาคารเรียนต้นแบบ



ภาพที่ 4.13 วัสดุกรุผนัง 4 และ 8 ของอาคารเรียนต้นแบบ

วัสดุกรุผนัง 4 และผนัง 8				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด	9.36	6	4
2	แผ่นเหล็กรีดบาง	8.46	5	4

ตารางที่ 4.14 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง 4 และ 8 ของอาคารเรียนต้นแบบ



ภาพที่ 4.14 วัสดุกรุผนัง 5 ของอาคารเรียนต้นแบบ

วัสดุกรุผนัง 5				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด	5.2	4	2.5
2	แผ่นเหล็กรีดบาง	4.6	5	3

ตารางที่ 4.15แสดงปริมาณ วัสดุกรุผนัง 5 ของอาคารเรียนต้นแบบ

สรุปการใช้วัสดุกรุพื้น และผนัง				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	36	20	13
2	แผ่น สมาร์ทบอร์ด	59.92	40	26
3	แผ่นเหล็กรีดบาง	53.02	38	31

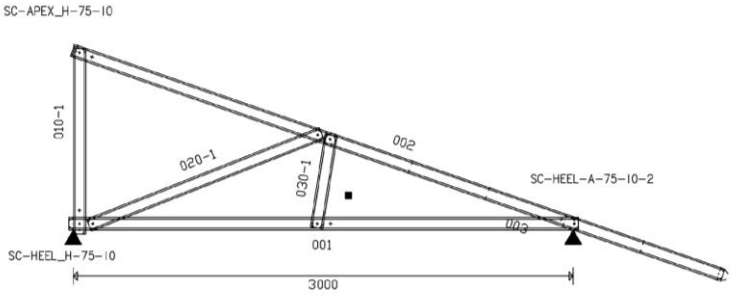
ตารางที่ 4.16 แสดงสรุปปริมาณวัสดุกรุพื้น และผนัง ของอาคารเรียนต้นแบบ

6.3.5 ประตู และหน้าต่าง

ประตูและหน้าต่าง				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ขนาด (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	ประตูเหล็ก บานเปิดเดี่ยว	D6-Custom	1000x2050	1
2	หน้าต่างบานเกล็ดคู่	W7-9-Custom	1200x1200	3

ตารางที่ 4.17 แสดงปริมาณวัสดุประตู และหน้าต่าง ของอาคารเรียนต้นแบบ

6.3.6 โครงสร้างหลังคา



โครงสร้างหลังคา				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	C7510RA	1	3056	8
2	C7510RA	2	4127	8
3	C7510RA	3	2523	8
4	C7510RA	10	1110	8
5	C7510RA	20	1500	8
6	C7510RA	30	560	8
7	TRUSSTITE			56
8	SCREW-10-16x16-HEX			56
9	SCREW-12-14x20-HEX			8

ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณวัสดุโครงหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบ

สรุปการใช้วัสดุโครงสร้างหลังคา			
ลำดับ	รายการ	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	C7510RA	103008	48
2	TRUSSTITE	56	56
3	SCREW-10-16x16-HEX	56	56
4	SCREW-12-14x20-HEX	8	8

ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณวัสดุหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบ

6.3.7 วัสดุมุงหลังคา

วัสดุมุงหลังคา				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่นกระเบื้องลอนคู่ ตราช้าง	48		
2	กระเบื้องครอบสันหลังคา			
3	กระเบื้องปิดมุมหลังคา			

ตารางที่ 4.20 แสดงปริมาณวัสดุมุงหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบ

7. กรรมวิธีขั้นตอนการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ

หลังจากการออกแบบและเตรียมงานก่อสร้างแล้วเสร็จ ได้มีการจัดจ้างให้บริษัท พี นิรมล มาทำการก่อสร้างอาคารต้นแบบขึ้น โดยเริ่มทำการก่อสร้างในวันที่ 24 สิงหาคม 2550 และก่อสร้างแล้วเสร็จในวันที่ 7 กันยายน 2550 โดยใช้เวลาในการก่อสร้างทั้งหมดรวม 19 วัน

ในการเข้าดูงานก่อสร้างในสถานที่จริง ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักนี้ออกเป็น 7 ขั้นตอน ได้แก่

7.1 การเตรียมงานก่อนการก่อสร้าง

7.1.1 พื้นที่สำหรับก่อสร้าง

ก่อนการก่อสร้างอาคาร ช่างก่อสร้างต้องจัดเตรียมพื้นที่ที่จะใช้ในการก่อสร้างก่อน ซึ่งในการก่อสร้างอาคารต้นแบบนี้ ได้เลือกใช้ลานคอนกรีตเสริมเหล็กโล่งภายในกรมทหารช่างเป็นพื้นที่สำหรับสร้างอาคารต้นแบบขึ้น จึงไม่สามารถทำการปรับระดับได้ ช่างจึงเลือกใช้บริเวณที่ค่อนข้างเรียบในพื้นที่ดังกล่าวมาเป็นพื้นที่ก่อสร้าง

7.1.2 สถานที่ประกอบชิ้นส่วนอาคาร

สถานที่ประกอบชิ้นส่วนอาคาร กองเก็บชิ้นส่วนอาคาร และอุปกรณ์การก่อสร้างควรเป็นพื้นที่อยู่ใกล้เคียงกัน และควรอยู่ในร่ม ไม่โดนแดดและฝน เพื่อความสะดวกในการทำงาน และเพื่อให้วัสดุที่กองเก็บอยู่นั้นเสียหายน้อยที่สุด โดยการกองเก็บวัสดุนั้น

ช่างจะทำการเก็บชิ้นส่วนต่างๆแยกประเภทตามหน้าตัดของชิ้นส่วนนั้นๆ เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการหยิบมาใช้งาน

7.1.3 ตรวจนับชิ้นส่วนก่อสร้าง

ในการรับมอบชิ้นส่วนประกอบอาคาร ช่างจะตรวจรับของที่ส่งมาให้ โดยทำการตรวจสอบให้ตรงกับแบบก่อสร้าง ซึ่งมีการระบุถึงหน้าตัดของเหล็ก ระยะความยาวของเหล็ก และจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องใช้ ซึ่งบนชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะมีการพิมพ์รหัสมาจากโรงงานผลิตเอาไว้ เพื่อความสะดวกรวดเร็วมากขึ้นในการตรวจสอบ และประกอบชิ้นส่วน โดยรหัสดังกล่าวจะมีรายละเอียดดังนี้

SOUSCH#1 – 005 – 002 – 4127 – TOP – CHORD

ชื่อโครงการ – โครงสร้างเลขที่ – ชิ้นส่วนเลขที่ – ความยาว – ชื่อเฉพาะ

ภาพที่ 4.15 การเก็บชิ้นส่วนประกอบอาคาร

7.2 การติดตั้งฐานและโครงพื้นอาคาร

7.2.1 การติดตั้งฐานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

ฐานของอาคารเรียนชั่วคราวนี้ เป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ โดยมีสกรูยื่นขึ้นมาจากตัวฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ตัวต่อ 1 ตำแหน่ง เพื่อรอการประกอบติดตั้งเข้ากับโครงเหล็กรูปพรรณที่เป็นโครงพื้นของอาคาร และมีห่วงเหล็กยื่นขึ้นมาทั้ง 2 ด้านของฐานคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

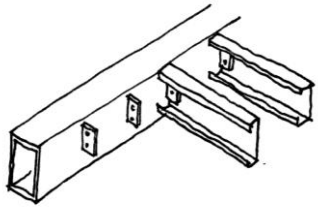
ภาพที่ 4.16 การติดตั้งฐานอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ

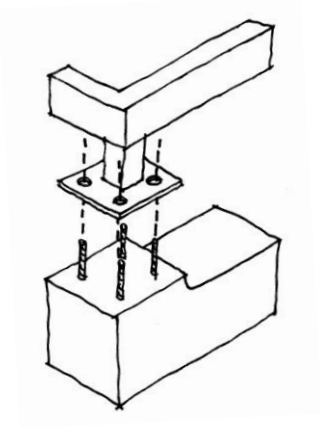
ในการเคลื่อนย้ายฐานคอนกรีตเสริมเหล็กนี้ เนื่องจากมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก ทำให้ไม่สามารถใช้แรงงานคนในการยกได้ ต้องใช้รถยกในการเคลื่อนย้ายฐานคอนกรีตเสริมเหล็กจากสถานที่กองเก็บวัสดุมายังสถานที่ก่อสร้าง โดยยกฐานดังกล่าวมาวางในตำแหน่งที่กำหนดไว้ทีละฐานจนครบ

ภาพที่ 4.16 การติดตั้งฐานอาคารของอาคารเรียนต้นแบบ (ต่อ)

7.2.2 การติดตั้งโครงสร้างพื้น และตง

โครงสร้างพื้นที่ใช้ในโครงการนี้เป็นโครงเหล็กรูปพรรณ []150x100x3.2 ประกอบเชื่อมเข้ากันเป็นโครง 4 เหลี่ยมขนาด 3.00x3.00 ม. และทำการทาสีกันสนิม 1 รอบ โดยบริเวณฐานของโครงสร้างพื้นแต่ละจุดจะมีแผ่นเหล็กที่เจาะรูไว้ 4 รู เพื่อรอการประกอบติดตั้งเข้ากับฐานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ นอกจากนั้นยังมีแผ่นเหล็กเชื่อมยื่นเข้าไปภายในโครงสร้างพื้น ซึ่งแผ่นเหล็กนี้ได้มีการเจาะรูเอาไว้ 2 รู เพื่อรอการประกอบติดตั้งตงเหล็กเบารับน้ำหนัก





7.2.2.1 การติดตั้งโครงสร้างพื้น

เนื่องจากโครงเหล็กพื้นนี้มีน้ำหนักไม่มากนัก ช่างก่อสร้างจึงสามารถยกโครงพื้นขึ้นวางประกอบบนฐานคอนกรีตได้ไม่ลำบากมากนัก โดยในการติดตั้งโครงสร้างพื้นนี้ช่างจะต้องยกและปรับตำแหน่งเพื่อให้รูที่เจาะเตรียมไว้สวมพอดีกับสกรูที่ยื่นขึ้นมาจากฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก

ภาพที่ 4.17 การติดตั้งโครงสร้างพื้นและตงของอาคารเรียนต้นแบบ

7.2.2.2 การติดตั้งโครงสร้างตง

หลังจากการติดตั้งโครงสร้างพื้นแล้วเสร็จ ช่างจะทำการติดตั้งตงเหล็กเบารับน้ำหนักซึ่งชิ้นส่วนตงนี้มีน้ำหนักเบา ช่างจึงสามารถยกและประกอบชิ้นส่วนได้ง่าย นอกจากนี้ชิ้นส่วนตงแต่ละชิ้นจะมีการเจาะรูเอาไว้แล้วจากโรงงานเพื่อความสะดวกในการติดตั้ง ในการติดตั้ง ใช้การประกอบแบบนำหลังของเหล็กตัว C หันเข้าหาแผ่นเหล็กที่ยื่นออกมาจากโครงสร้างพื้น โดยทำการยึดตงไว้กับแผ่นเหล็กด้วยน๊อตเพียงตัวเดียวก่อน หลังจากนั้นทำการปรับระดับ แล้วจึงยึดให้แน่นด้วยน๊อตตัวที่ 2

ภาพที่ 4.17 การติดตั้งโครงสร้างพื้นและตงของอาคารเรียนต้นแบบ (ต่อ)

7.2.2.3 การปรับระดับพื้น

หลังจากยึดตงไว้กับโครงสร้างพื้นเสร็จสิ้น จะทำการปรับระดับของพื้นทั้งหมด ด้วยการปรับระดับแหวนและน๊อตที่สวมไว้กับสกรูที่ยื่นขึ้นมาจากฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยแหวนและน๊อตดังกล่าวจะทำหน้าที่ยกโครงสร้างพื้นขึ้นเพื่อให้ได้ระดับตามที่ต้องการ

ภาพที่ 4.17 การติดตั้งโครงสร้างพื้นและตงของอาคารเรียนต้นแบบ (ต่อ)

7.2.3 การติดตั้งแผ่นพื้นอาคาร

ในการติดตั้งแผ่นพื้นซึ่งในโครงการนี้เลือกใช้แผ่นวีว่าบอร์ด ขนาด 1.20x2.40ม. ความหนา 20มม. ช่างจะต้องทำการวัดและทำสัญลักษณ์ตำแหน่งการติดตั้งไว้ก่อน โดยขอบของแผ่นพื้นวีว่าบอร์ดจะต้องเว้นระยะจากขอบของโครงสร้างพื้นหลักเข้าไปภายในเพื่อเว้นที่ไว้สำหรับการติดตั้งโครงสร้างผนังและติดตั้งวัสดุบุผิวอาคาร

ภาพที่ 4.18 การติดตั้งแผ่นพื้นของอาคารเรียนต้นแบบ

การติดตั้งแผ่นพื้นวีว่าบอร์ดนี้ จะทำการติดตั้งจากขอบด้านนอกเข้าสู่ด้านในอาคาร เนื่องจากแผ่นพื้นด้านนอกไม่ต้องทำการตัดแต่ง แต่แผ่นพื้นด้านในนั้นจะต้องมีการตัดแต่ง ซึ่งต้องวัดระยะดังกล่าวจากที่ติดตั้งจริง ซึ่งในการติดตั้งแผ่นพื้นนี้ จะทำการยึดแผ่นพื้นกับโครงสร้างพื้นไว้ที่มุมเพียง 4 มุมก่อน เพื่อเผื่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้ง จากนั้นทำการติดตั้งแผ่นพื้นจนครบทั้งหมด แล้วจึงค่อยยึดแผ่นพื้นทั้งหมดไว้กับโครงสร้างให้แน่น โดยจะยิงสกรูในตำแหน่งที่มีคานและตงมารับ

7.3 การประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างผนัง

โครงสร้างส่วนผนังทั้งหมดทำการประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนเหล็กเบารับน้ำหนัก ซึ่งมีทั้งหมด 6 ประเภท โดยในการประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างผนัง ผู้วิจัยแบ่งการศึกษาวิธีการประกอบชิ้นส่วนออกเป็น 3 กรณี โดยแบ่งตามลักษณะของช่องเปิด ในผืนโครงสร้างผนัง

7.3.1 โครงสร้างผนังที่ไม่มีช่องเปิด

ในโครงการนี้ มีโครงผนังที่ไม่มีช่องเปิดทั้งหมด 4 ผืน คือผนังหมายเลข 3, 4, 7 และ 8 โดยผนังทั้ง 4 ผืนนี้มีรูปแบบ และขนาดของชิ้นส่วนโครงสร้างใกล้เคียงกัน

7.3.1.1 การประกอบโครงสร้างผนังหลัก

ในการประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างผนัง จะเริ่มการประกอบจากโครงสร้างด้านล่าง ซึ่งช่างต้องตัดชิ้นส่วนตามความยาวที่แบบกำหนด จากนั้นนำโครงสร้างแนวตั้งตัวริมที่ตัดตามขนาดแล้วเข้ามาประกอบ โดยจะยึดชิ้นส่วน 2 ชิ้นนี้ไว้ด้วยกันด้วยสกรู 1 ตัวต่อจุด จากนั้นทำการปรับมุมฉาก แล้วจึงยิงสกรูเพิ่มเพื่อยึดให้ข้อต่อบริเวณนี้แน่น หลังจากติดตั้งคร่าวตั้งตัวริมเสร็จ จะทำการติดตั้งโครงสร้างด้านบนที่ตัดตามขนาดแล้ว แล้วปรุบมุมอีกครั้ง

7.3.1.2 การประกอบโครงเคร่าแนวตั้ง

หลังจากประกอบโครงสร้างผนังโดยรอบทั้ง 4 ด้านแล้วเสร็จ จึงเริ่มการติดตั้งโครงเคร่าภายใน โดยเริ่มการประกอบจากเคร่าแนวตั้ง ซึ่งช่างวัดขนาดระยะของเคร่าแนวตั้งจากโครงสร้างผนังที่ประกอบแล้วและตัดให้ได้ขนาดตามที่วัดไว้ แล้วจึงนำมาประกอบเข้ากับโครงสร้างด้านบน และล่าง ในการประกอบโครงร่าวแนวตั้งนี้ จะเริ่มการติดตั้งจากโครงเคร่าตัวที่อยู่ติดกับขอบมากที่สุดเข้าสู่ด้านในโครงสร้างผนัง

7.3.1.3 การประกอบโครงเคร่าแนวนอน

เมื่อติดตั้งโครงเคร่าแนวตั้งแล้วเสร็จ จะทำการติดตั้งโครงเคร่าแนวนอน โดยช่างจะกำหนดแนวที่จะทำการติดตั้งจากการวัดตามแบบก่อสร้าง และวัดขนาดของชิ้นส่วนจากโครงสร้างที่ประกอบเสร็จแล้ว สำหรับชิ้นส่วนโครงเคร่าแนวนอนนี้ ช่างจะต้องตัดแต่งปลายทั้ง 2 ด้านของชิ้นส่วนเพื่อการประกอบโครงเคร่าแนวนอนเข้ากับโครงเคร่าแนวตั้ง ในการยึดชิ้นส่วนโครงสร้างเข้าด้วยกันจะใช้วิธีการยิงสกรู โดยยิงสกรู 2 ตำแหน่งทแยงมุมกันต่อรอยต่อ 1 จุด เมื่อ

ประกอบและยิงสกรูเสร็จ 1 ด้าน จะทำการพลิกโครงสร้างผนังนี้กลับด้าน เพื่อยิงสกรูยึดบนโครงอีกด้านหนึ่ง

7.3.1.4 การกองเก็บวัสดุ

การกองเก็บโครงสร้างผนังนี้ โดยเก็บในที่ร่ม เพื่อเป็นการรักษาวัสดุ และกองเก็บโครงสร้างผนังในแนวนอน และหากมีหลายโครง ก็จะวางทับกัน

ภาพที่ 4.19 การประกอบโครงผนังที่ไม่มีช่องเปิดของอาคารเรียนต้นแบบ

7.3.2 โครงสร้างผนังที่มีหน้าต่าง

7.3.2.1 การประกอบโครงผนังหลัก

การประกอบโครงหลักทั้ง 4 ด้านนั้นมีลำดับขั้นตอนเหมือนการประกอบโครงสร้างผนังที่ไม่มีช่องเปิด คือเริ่มติดตั้งจากโครงผนังส่วนล่าง ริม และด้านบน

7.3.2.2 การติดตั้งหน้าต่าง

ในการติดตั้งหน้าต่างบนโครงผนัง จะใช้การ วัดระยะห่างระหว่างขอบหน้าต่างด้านข้างกับโครงสร้างตัวริมจากแบบก่อสร้าง แล้วตัดชิ้นส่วนโครงเคร่าแนวตั้งมาติดกับโครงด้านบนและล่างในตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นวัดระยะห่างจากขอบหน้าต่างล่างถึงพื้นจากแบบก่อสร้าง แล้วจึงนำหน้าต่างมาประกอบเข้ากับโครงเคร่าแนวตั้งนี้ในตำแหน่งที่กำหนด เมื่อประกอบหน้าต่างเข้ากับโครงเคร่า

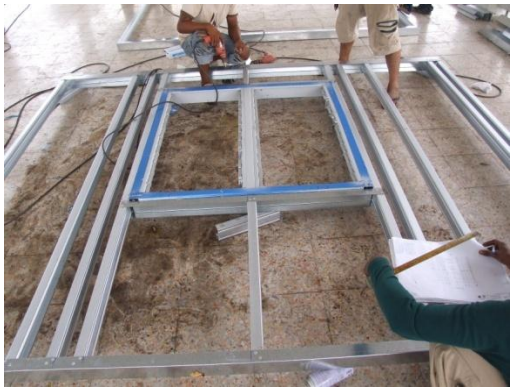
แนวตั้งแล้วเสร็จ จะประกอบโครงเคร่าแนวตั้งอีกด้านหนึ่งของหน้าต่าง เพื่อยึดหน้าต่างให้อยู่กับที่

7.3.2.3 การติดตั้งโครงเคร่าแนวตั้ง

หลังจากประกอบหน้าต่างแล้วเสร็จ จะ ประกอบโครงเคร่าแนวตั้งในตำแหน่งอื่นๆต่อไปโดย เริ่มติดจากตำแหน่งที่ใกล้กับหน้าต่าง ไปยังตำแหน่งที่ติดกับโครงสร้างผนังตัวริม

7.3.2.4 การติดตั้งโครงเคร่าแนวนอน

จะทำการติดตั้งโครงเคร่าแนวนอน โดยเริ่มการประกอบจากตำแหน่งที่ใกล้กับหน้าต่างก่อน จากนั้นยึดสกรูให้แน่นทั้ง 2 ด้านตามลำดับ



ภาพที่ 4.20 การประกอบโครงผนังที่มีช่องเปิดของอาคารเรียนต้นแบบ

7.3.3 โครงสร้างผนังที่มีประตู

7.3.3.1 การติดตั้งโครงสร้างผนังหลัก

ในการประกอบโครงสร้างผนังที่มีประตู จะมีขั้นตอนวิธีการคล้ายคลึงกับการประกอบโครงสร้างผนังที่มีหน้าต่าง โดยเริ่มขั้นตอนการประกอบจากโครงสร้างผนังตัวริมทั้ง 4 ด้าน

7.3.3.2 การติดตั้งประตู

นำประตูมาวางไว้ในตำแหน่งที่กำหนด แล้วทำการประกอบโครงเคร่าแนวตั้งเข้ากับโครงสร้างผนังด้านบน ล่าง และขอบของประตู เพื่อยึดประตูไว้ในตำแหน่งที่กำหนด

7.3.3.3 การติดตั้งโครงสร้างแนวตั้ง และแนวนอน

ประกอบโครงเคร่าแนวตั้งที่เหลือโดยเริ่มติดตั้งจากตำแหน่งที่ใกล้กับประตูไปยังตำแหน่งที่ไกลประตู จากนั้นติดตั้งโครงเคร่าแนวนอนโดยเริ่มประกอบ

จากบริเวณที่ใกล้กับประตู และทำการยึดสกรูให้แน่นทั้ง 2 ด้าน หลังจากติดตั้งโครงสร้างผนังแล้วเสร็จ จึงตัดโครงสร้างเหล็กเบาด้านล่างบริเวณประตูออก

ภาพที่ 4.21 การประกอบโครงผนังที่มีประตูของอาคารเรียนต้นแบบ

7.4 การติดตั้งโครงสร้างผนัง

หลังจากทำการประกอบชิ้นส่วนผนังเสร็จครบทุกผืน ช่างจะยกแผ่นโครงสร้างผนังขึ้นติดตั้งเข้ากับโครงพื้นทีละผืน โดยในการยกโครงผนังขึ้นติดตั้งสามารถทำได้โดยง่าย เนื่องจากโครงสร้างมีน้ำหนักเบา และมีความแข็งแรง ช่างเพียง 3-4 คนจึงสามารถยกโครงผนังขึ้นติดตั้งได้ง่าย

7.4.1 การติดตั้งโครงสร้างผนัง

ในการติดตั้งโครงสร้างผนัง จะต้องยกโครงผนังขึ้นวางบนโครงสร้างพื้นเหล็กรูปพรรณ แล้วจับให้โครงผนังนี้ตั้งฉากกับพื้น และวางตัวขนานกับตัวอาคาร จากนั้นนำโครงค้ำยัน ซึ่งในที่นี้ได้ใช้เหล็กที่มีอยู่ในสถานที่ก่อสร้าง มาค้ำโครงสร้างผนังกับพื้นไว้ไม่ให้โครงผนังล้มลง หรือล้มฉาก แล้วยิงสกรูยึดโครงผนังไว้กับโครงสร้างพื้นที่โครงผนังด้านล่าง

จากนั้นนำโครงผนังผืนที่ติดกันมาวาง แล้วยิงสกรูยึดระหว่างโครงผนังที่โครงสร้างผนังด้านข้าง และยิงสกรูยึดโครงผนังเข้ากับโครงพื้น และทำการประกอบโครงผนังที่เหลือในวิธีการเดียวกัน

7.4.2 การยึดโครงสร้างผนัง

หลังจากติดตั้งโครงสร้างผนังครบทั้งหมดทุกผืน จะต้องทำการปรับฉากของผนังทั้งหมดอีกครั้ง เนื่องจากในการยิงสกรูยึดอาจทำให้โครงผนังอาคารเสียศูนย์ได้ โดยในการปรับฉากผนังนี้ ช่างจะใช้ไม้ฉากและการคาดคะเนจากสายตา จากนั้นจะยิงสกรูเพิ่มเพื่อยึดโครงผนังให้แน่นขึ้นอีก แต่หากต้องแก้ไขก็จะต้องถอนสกรูออกแล้วทำการปรับฉาก

จากนั้นยิงสกรูยึดกลับเข้าที่ และเมื่อปรับฉากแล้วเสร็จ จะต้องทำการดึงแผ่นเหล็กเฉียงรูปกากบาทให้ตึง

ภาพที่ 4.22 การติดตั้งโครงสร้างผนังของอาคารเรียนต้นแบบ

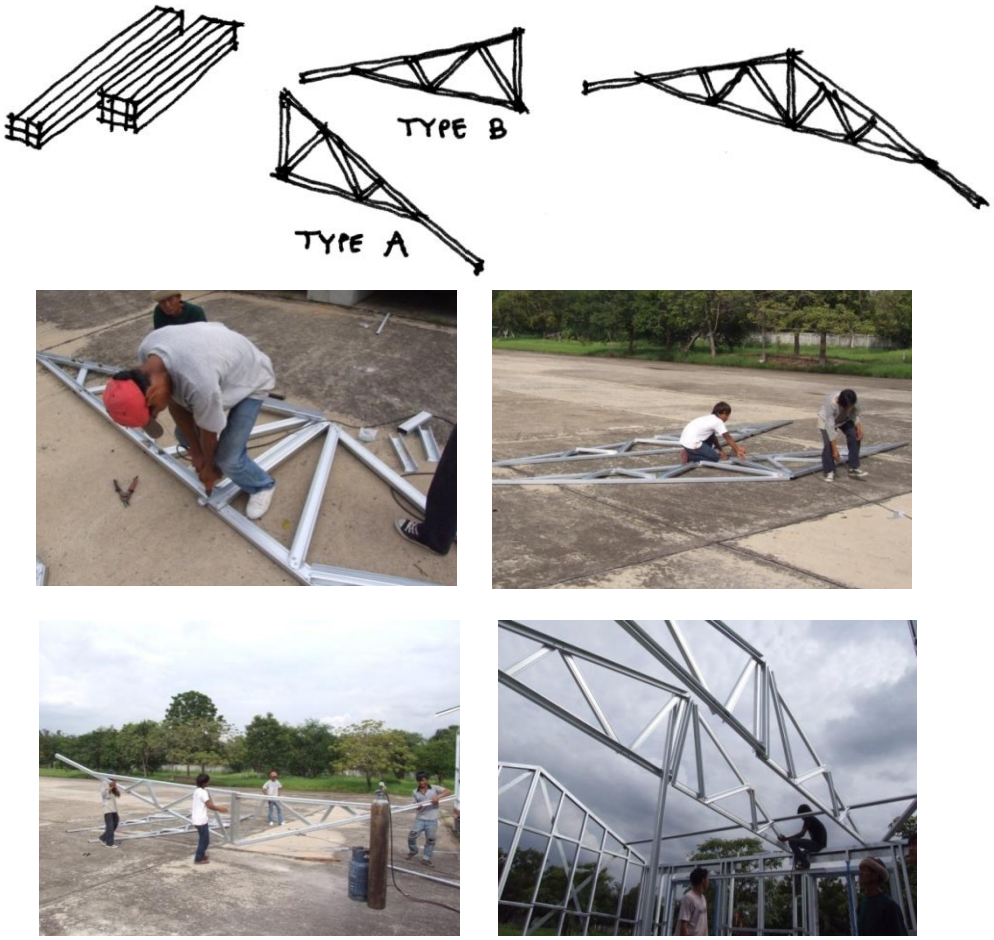
7.5 การประกอบ และติดตั้งโครงสร้างหลังคา

ในการประกอบโครงสร้างหลังคา จะมีความสะดวก รวดเร็ว กว่าการประกอบโครงสร้างในส่วนอื่นๆมาก เนื่องจากวัสดุโครงสร้างหลังคาจะได้รับการตัดแต่ง และเจาะรูมาจากโรงงาน การประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันเป็นโครงสร้างสามารถทำได้ง่าย โดยบนชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะได้รับการพิมพ์รหัสเอาไว้ ในการประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันช่างไม่ต้องทำการวัดและตัดชิ้นส่วน แต่จะสามารถหยิบชิ้นส่วนโครงสร้างมาประกอบเข้าด้วยกันได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

7.5.1 การประกอบโครงสร้างหลังคา

การประกอบโครงสร้างหลังคา จะเริ่มจากการวางโครงสร้างด้านล่าง (Bottom cord) และด้านข้างเข้าด้วยกัน จากนั้นวัดฉากแล้วยึดสกรู แล้วนำโครงสร้างด้านบน (Top cord) เข้ามาประกอบให้เป็นโครงรูป 3 เหลี่ยม จากนั้นนำโครงสร้างหลังคาด้านใน (web) มาประกอบเข้ากับโครงสร้างหลัก ทำการยึดสกรูให้แน่น และเนื่องจากโครงหลังคาใน

โครงการนี้มีขนาดและรูปแบบการประกอบที่เหมือนกันเกือบทั้งหมด (มีโครงสร้าง 2 แบบ ด้านซ้าย และขวา) ช่างจึงสามารถทำการประกอบได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 4.23 การประกอบ และติดตั้งโครงสร้างหลังคา ของอาคารเรียนต้นแบบ

7.5.2 การติดตั้งโครงสร้างหลังคา

หลังจากประกอบส่วนโรงสร้างหลังคาย่อยแล้วเสร็จ ในการติดตั้ง ต้องทำการประกอบโครงสร้างหลังคาด้านซ้ายและขวาเข้าด้วยกันก่อนทำการยกขึ้นติดตั้ง โดยในการยึดโครงหลังคาทั้ง 2 ด้านเข้าด้วยกัน

ในการยกโครงสร้างหลังคาขึ้นติดตั้ง จะต้องมีการติดตั้งแผ่นเหล็กฉากเตรียมไว้บริเวณด้านบนของโครงสร้างผนัง เพื่อเป็นตัวจับยึดโครงลังคา จากนั้นช่าง 2-3 คนจะยกโครงสร้างหลังคาขึ้นติดตั้งเข้ากับแผ่นเหล็กฉากที่เตรียมไว้ แล้วยึดด้วยสกรู และเมื่อยกโครงสร้างหลังคาขึ้นไปติดตั้งทั้งหมดแล้ว จะติดแปไว้ด้านละอย่างน้อย 1 แนว เพื่อเป็นการยึดโครงสร้างไม่ให้ล้มเสียหาย หลังจากนั้นทำการติดตั้งแปทั้งหมด

7.6 การกรุวัสดุหลังคา และผนัง

7.6.1 การกรุวัสดุมุงหลังคา

หลังจากติดตั้งโครงสร้างหลังคาทั้งหมดแล้วเสร็จ ก็จะทำการติดตั้งวัสดุมุงหลังคา โดยทำการติดตั้งเหมือนกับการติดตั้งวัสดุมุงหลังคาทั่วไป คือติดแปทั้งหมด และติดตั้งวัสดุมุงหลังคา โดยติดตั้งไล่จากชายคาไปด้สนบน

7.6.2 การตัดแต่งวัสดุมุงหลังคา

เมื่อปูวัสดุมุงจนเต็ม ก็จะต้องทำการตัดวัสดุมุงที่ปูล้นออกมาจากของอาคาร เนื่องจากวัสดุมุงมีขนาดไม่พอดีกับขนาดของตัวอาคาร

ภาพที่ 4.24 การกรุวัสดุมุงหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบ

7.6.3 การกรุวัสดุผนังภายนอก

การติดวัสดุผนังภายนอกเข้ากับโครงสร้างผนังนั้น จะทำการยิงสกรูยึดแผ่นผนังสมาร์ทบอร์ดเข้ากับโครงสร้างผนังแนวตั้ง โดยเริ่มการติดตั้งจากผนังผืนที่ใช้วัสดุเต็มแผ่นในแต่ละด้านก่อน จากนั้นจะวัดขนาดและตัดแผ่นวัสดุให้พอดีกับส่วนที่เหลือ แล้วทำการติดตั้ง ซึ่งในบางชิ้นส่วนช่างต้องมีการตัดแก้ไขหลายรอบกว่าจะสามารถติดตั้งวัสดุเข้ากับที่ว่างนั้นได้ และหลังจากการติดตั้งวัสดุกรุผนังภายนอกแล้วเสร็จ ก็ทำการปิดมุมอาคารด้วยเหล็กเบารีดรูปมุมฉาก

ภาพที่ 4.25 การกรุวัสดุผนังภายนอกของอาคารเรียนต้นแบบ

7.6.4 การกรุวัสดุผนังภายใน

ผนังภายในของอาคารใช้วัสดุเหล็กแผ่นรีดลอนเล็ก ซึ่งเป็นวัสดุที่มีแผ่นขนาดยาวกว่าวัสดุแผ่นทั่วไป การติดตั้งใช้วิธีเดียวกับการติดตั้งผนังภายนอก คือการยิงสกรูยึดแผ่นวัสดุเข้ากับโครงเคร่าแนวตั้ง แต่ต้องมีการตัดแต่งแผ่นวัสดุมากกว่า

ภาพที่ 4.26 การกรุวัสดุผนังภายในของอาคารเรียนต้นแบบ

7.7 การติดตั้งงานระบบ และเก็บรายละเอียด

เนื่องจากเป็นอาคารชั่วคราว และเป็นอาคารที่มีขนาดเล็ก งานระบบที่มีในอาคารจึงมีเพียงการเดินระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าแสงสว่าง การเดินไฟฟ้ากำลังนั้น มีการเตรียมสายไฟหลักไว้สำหรับต่อพ่วงกับสายไฟภายนอก และทำการเดินสายไฟดังกล่าวเข้าตู้ควบคุมกระแสไฟ และเดินสายไฟกระจายไฟส่วนต่างๆ โดยการเดินสายไฟทั้งหมดภายในโครงการนี้จะใช้การเดินร้อยสายไฟอยู่ระหว่างแผ่นผนังภายนอกและภายใน ซึ่งในการเดินสายไฟจะต้องมีการเจาะโครงเคร่าทั้งแนวตั้ง และแนวนอน

การติดตั้งงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นสามารถทำได้ง่าย โดยช่างสามารถร้อยสายไฟไปตามโครงสร้างหลังคาเพื่อติดตั้งดวงโคมแสงสว่างได้โดยง่าย และดวงโดมก็สามารถยึดสกรูเข้ากับโครงสร้างหลังคาได้ด้วยเช่นกัน

หลังจากการประกอบติดตั้งส่วนโครงสร้างและงานระบบทุกส่วนแล้วเสร็จ ช่างจะทำการเก็บกวาดอาคารและทำความสะอาด

ภาพที่ 4.27 การติดตั้งงานระบบและเก็บรายละเอียดของอาคารเรียนต้นแบบ

8. ผลการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ

ในการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารต้นแบบนี้ ผู้วิจัยใช้การจดบันทึกเหตุการณ์ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง และถ่ายภาพปัญหาที่เกิดขึ้นไว้เป็นระยะ โดยทำการจดบันทึกควบคู่ไปกับวิธีการในการก่อสร้าง โดยแบ่งปัญหาในการก่อสร้างออกตามลำดับขั้นตอนในการก่อสร้าง

8.1 การเตรียมงานก่อนการก่อสร้าง

8.1.1 พื้นที่กองเก็บวัสดุไม่เหมาะสม

พื้นที่สำหรับกองเก็บวัสดุก่อสร้างนั้นควรเป็นพื้นที่ที่อยู่ในร่ม ไม่โดนแดดและฝน เนื่องจากความชื้นจะทำลายวัสดุก่อสร้างได้ง่าย แต่เนื่องจากข้อจำกัดในด้านพื้นที่ก่อสร้าง จึงต้องกองเก็บวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างไว้ข้างอาคารที่ใช้เป็นที่ประกอบชิ้นส่วน ซึ่งบริเวณที่กองเก็บวัสดะนี้เป็นที่โล่ง โดนแดดและฝนโดยตรง และมีวัสดุบางส่วนที่ช่างนำไปวางไว้บนสนามหญ้า ซึ่งมีความชื้นสูง

8.1.2 กองเก็บวัสดุไม่เป็นระเบียบ

การกองเก็บวัสดุ ไม่ได้แบ่งประเภทของวัสดุ และความยาวไว้ จึงเกิดความสับสน และช้าอยู่บ้างในการหยิบนำชิ้นส่วนมาใช้

8.2 การติดตั้งฐาน และโครงพื้นอาคาร

8.2.1 ความผิดพลาดในการติดต่อประสานงานการก่อสร้าง

ฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งต้องนำมาติดตั้งเป็นขั้นตอนแรก มาส่งไม่ตรงเวลา ล่าช้าไปกว่ากำหนด 8 วัน ทำให้ต้องทำการก่อสร้างในขั้นตอนอื่นไปก่อนระหว่างรอชิ้นส่วนฐานอาคารมาส่ง และในการติดตั้งฐานอาคาร ทำให้ต้องถอดชิ้นส่วนที่ประกอบไปแล้วบางส่วนในโครงสร้างพื้นออก เพื่อการยกชิ้นส่วนขึ้นประกอบ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งโครงสร้างพื้นในภายหลัง

8.2.2 การออกแบบฐานอาคารไม่คำนึงถึงวิธีและข้อจำกัดในการก่อสร้าง

ฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จที่ใช้ในโครงการมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากเกินไป (ประมาณ 800 กิโลกรัม) ทำให้ช่างก่อสร้างไม่สามารถเคลื่อนย้ายแท่นปูนดังกล่าวได้ด้วยอุปกรณ์ขนาดเล็ก ต้องนำรถยกขนาดใหญ่เข้ามายกเคลื่อนย้ายแท่นปูนเข้าในตำแหน่งที่กำหนด

เนื่องจากน้ำหนักที่มากเกินไป ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนย้ายฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กนี้ได้อย่างละเอียดแม่นยำ ซึ่งมีผลต่อการประกอบโครงสร้างพื้นอาคารในลำดับต่อไปด้วย

8.2.3 การหล่อฐานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จไม่ได้มาตราฐาน

ขนาดของฐานคอนกรีตเสริมเหล็กมีขนาดไม่เท่ากัน มีความคลาดเคลื่อนในการหล่อค่อนข้างมาก นอกจากนั้น สกรูที่ยื่นขึ้นมาจากฐาน ที่ใช้สำหรับการยึดประกอบเข้ากับโครงสร้างพื้นมีความคลาดเคลื่อนค่อนสูง

8.2.4 โครงสร้างพื้นเหล็กรูปพรรณผลิตไม่ตรงตามแบบก่อสร้าง

การประกอบโครงสร้างพื้นเหล็กรูปพรรณสำหรับโครงพื้น ไม่ได้มาตราฐาน และไม่ตรงตามที่แบบกำหนด แผ่นเหล็กสำหรับการติดตั้งตงนั้นมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้มีปัญหาในการติดตั้งตง และแผ่นพื้น นอกจากนั้นบริเวณหัวเสาบางตำแหน่งอยู่ในระดับที่สูงเกินไป ทำให้ไม่สามารถติดตั้งแผ่นพื้นได้

การเชื่อมต่อโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสำหรับโครงพื้น ไม่ได้รับการเจียให้เรียบมาจากโรงงานผลิต ทำให้แผ่นพื้นที่ติดตั้งไม่เรียบเสมอกัน

8.2.5 การเผื่อความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งมีน้อยเกินไป

การเจาะรูบริเวณแผ่นเหล็กด้านล่างโครงพื้น สำหรับการประกอบติดตั้งเข้ากับสกรูที่ยื่นขึ้นมาจากฐานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ มีขนาดเล็กเกินไป ทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ ต้องทำการพ่นไฟเพื่อเพิ่มขนาดของรูให้กว้างขึ้น

8.2.6 ติดตั้งตงรับพื้นไม่ตรงตามแบบ

การติดตั้งตงพื้นไม่สามารถติดตั้งตามแบบได้ เนื่องจากแผ่นเหล็กที่ยื่นที่ออกมารับมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สามารถสวมตงเหล็กเข้าไปได้ ต้องทำการประกอบเข้าด้านข้างแทน

8.2.7 ติดตั้งตงไม่ได้ระดับ

ในการติดตั้งตงรับพื้น ช่างมีความละเอียดถี่ถ้วนไม่มากพอในการวัดระดับของตงให้เรียบ จึงต้องมีการถอดประกอบใหม่เพื่อปรับระดับแก้ไขใหม่ในบางส่วน ทำให้เสียเวลาในการปรับระดับใหม่

8.2.8 ติดตั้งตงแนวขวางไม่ได้ตามแบบ

การติดตั้งตงพื้นแนวขวางไม่สามารถทำการติดตั้งได้ จึงต้องตัดออกจากรายการโครงสร้างพื้น เนื่องจากพื้นที่ด้านล่างโครงพื้นมีที่ว่างสูงไม่พอ ช่างจึงไม่สามารถลอดเข้าไปด้านใต้อาคารเพื่อทำการติดตั้งชิ้นส่วนดังกล่าวได้ (ในการติดตั้ง ต้องติดตั้งหลังจากติดตั้งแผ่นพื้นแล้วเสร็จ และต้องทำการติดตั้งจากด้านล่าง เพื่อยึดชิ้นส่วนกับพื้น และยึดชิ้นส่วนนี้กับตงรองพื้น เพื่อทำให้พื้นมีความแข็งแรงมากขึ้น และเพื่อป้องกันการบิดงอของตงหลักในกรณีที่รับน้ำหนักมากเกินไป

8.2.9 ติดตั้งแผ่นพื้นไม่เรียบเสมอกัน

เนื่องจากมีปัญหาในการผลิตโครงเหล็กรูปพรรณที่ไม่ได้มาตราฐาน และปัญหาระดับของตงพื้นไม่ได้ระดับ ก่อนการติดตั้งแผ่นพื้นอาคาร ช่างต้องทำการเจียโครงสร้างพื้นเหล็กรูปพรรณออกบางส่วน และปรับระดับตงบางส่วน การปูพื้นอาคารจึงไม่เรียบเสมอกัน มีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างแผ่นพื้นและส่วนโครงสร้าง ทำให้มีเสียงดังเวลาเดินบนแผ่นพื้น

8.2.10 แผ่นพื้นมีจำนวนมากเกินไป

ในการติดตั้งแผ่นพื้น มีทั้งส่วนที่ใช้แผ่นพื้นเต็มแผ่น และมีส่วนที่ต้องตัดแต่ง โดยชิ้นส่วนแผ่นพื้นทั้งหมด 20 แผ่น ต้องมีการตัดแต่งถึง 12 แผ่น และต้องทำการวัดจากพื้นที่ก่อสร้าง จึงทำให้เสียเวลาในการวัดและตัดแต่งแผ่นพื้นก่อนการติดตั้ง

8.3 การประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างผนัง

8.3.1 ชิ้นส่วนมีความหลากหลายมากเกินไป

ชิ้นส่วนสำหรับการประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างผนังมีความหลากหลายมากเกินไป มีขนาดความยาวที่แตกต่างกันในเกือบทุกชิ้นส่วน ทำให้ช่างต้องใช้เวลาในการวัด และตัดแต่งชิ้นส่วนค่อนข้างมาก

8.3.2 ตัดชิ้นส่วนผิดขนาดที่กำหนด และประกอบผิดพลาด

เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดความยาวที่หลากหลาย จึงเกิดความสับสนขึ้นระหว่างการตัดชิ้นส่วน ทำให้ตัดชิ้นส่วนผิดพลาด โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 3-5 มิลลิเมตร นอกจากนั้นรอยต่อบางจุด มีการยึดด้วยสกรูเพียง 1 ตัว เนื่องจากมีรอยต่อชิ้นส่วนมาก และตรวจสอบไม่ละเอียดถี่ถ้วนพอ

8.3.3 ติดตั้งหน้าต่าง และประตูผิดด้าน

การไม่ระบุตำแหน่งและทิศทางของโครงสร้าง จึงมีการติดตั้งหน้าต่างผิดด้านโดยหันเอาหน้าต่างด้านในกลับออกไปด้านนอกอาคารแทน ทำให้ต้องแก้ไขโดยการถอดชิ้นส่วนบางชิ้นออก และง้างโครงเคร่าผนังแนวตั้งออก เพื่อกลับด้านหน้าต่างให้ถูกต้อง

ประตูของอาคารเรียนเปิดสลับด้านจากที่แบบก่อสร้างกำหนด ทำให้ต้องแก้ไขปัญหาในสถานที่ก่อสร้าง นอกจากนั้นยังมีรายละเอียดการติดตั้งค่อนข้างน้อย ทำให้ช่างต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ซึ่งเสียเวลามากพอสมควร

8.4 การติดตั้งโครงสร้างผนัง

8.4.1 เว้นที่ว่างไว้ไม่พอสำหรับการติดตั้งโครงผนัง

ในการติดตั้งแผ่นพื้นอาคาร บางส่วนมีการเว้นที่ว่างสำหรับการติดตั้งโครงสร้างผังไม่เพียงพอ ทำให้ผนังบางส่วนไม่เรียบเสมอกัน และยื่นเลยออกมาจากโครงสร้างพื้น

8.4.2 ผนังที่มีช่องเปิดค่อนข้างอ่อนแอในการเคลื่อนย้าย

โครงผนังด้านที่มีช่องเปิดติดอยู่ โดยเฉพาะโครงผนังด้านที่มีประตู มีความอ่อนแอมากในการเคลื่อนย้าย จากสถานที่กองเก็บวัสดุมายังสถานที่ติดตั้ง ทำให้ต้องมีช่างคอยประคองอยู่ที่จุดต่อระหว่างประตูกับโครงผนังตลอดเวลา เพราะมีโอกาสที่โครงผนังจะบิดเบี้ยวได้

8.4.3 ผนังที่มีความสูงมาก ทำให้ติดตั้งไม่สะดวก

ในการติดตั้งโครงผนัง ต้องมีการยึดต่อกันระหว่างโครงผนัง สำหรับโครงผนังด้านยาวนั้นไม่มีปัญหาในการก่อสร้าง เนื่องจากมีความสูงไม่มากนัก ช่างสามารถจับยึดโครงสร้างต่างๆได้โดยสะดวก แต่โครงผนังด้านจั่วของอาคารมีความสูงกว่าผนังด้านยาวมาก ทำให้ช่างต้องปีนขึ้นไปบนโครงผนัง และจะสามารถทำงานได้ยากลำบากกว่า

8.4.4 ขาดรายละเอียดการติดตั้งประตู

ในการติดตั้งประตู ในแบบก่อสร้างไม่ได้เผื่อพื้นที่สำหรับการวางวงก บด้านข้างลงบน โครงสร้างพื้น ทำให้ต้องตัดแต่งวงกบประ ตู เพื่อทำให้สามารถประกอบเข้าพอดีกับแผ่นพื้นและโครงพื้นอาคาร

8.5 การประกอบ และติดตั้งโครงสร้างหลังคา

8.5.1 ขาดรายละเอียดการประกอบโครงสร้างหลังคา

โครงสร้างหลังคาในโครงการนี้ ได้ออกแบบแยกส่วนโครงสร้างเป็น 2 ส่วน คือโครงสร้างหลังคาด้านซ้าย และด้านขวา แต่ในแบบก่อสร้างนั้นไม่มีรายละเอียดในการประกอบ 2 โครงหลังคานี้เข้าด้วยกัน

8.5.2 รายละเอียดระยในการติดตั้งไม่ชัดเจน

ในแบบก่อสร้างระบุไว้ไม่ชัดเจนว่าระยะต่างๆอ้างอิงจากจุดใด ทำให้ช่างสับสนและติดตั้งแผ่นเหล็กฉากสำหรับการยึดโครงหลังคาผิดตำแหน่ง ต้องเสียเวลาในการวัดเพื่อแก้ไขให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

8.6 การกรุวัสดุหลังคา และผนัง

8.6.1 วัสดุมุงไม่พอดีกับพื้นที่

วัสดุมุงหลังคา (หลังคาลอนคู่) ที่ใช้ปูนั้น ไม่พอดีกับพื้นที่ของตัวอาคาร หลังจากการปูวัสดุแล้วเหลือเศษวัสดุเลยขอบของอาคารออกมามาก ทำให้ ต้องเสียเวลาในการตัดแต่งวัสดุที่เลยขอบออกมา เพื่อติดตั้งครอบข้างหลังคา นอกจากนั้นวัสดุมุงยังมีขนาดที่เล็กเกินไป ทำให้เสียเวลาปูวัสดุมุงค่อนข้างนาน

8.6.2 วัสดุกรุผนังต้องผ่านการตัดแต่งจำนวนมาก

วัสดุกรุผนังภายนอกต้องผ่านการวัดและตัดแต่งก่อนการติดตั้งจำนวนมาก ทำให้เสียเวลาในการวัด ซึ่งบางชิ้นส่วนต้องนำแผ่นวัสดุขึ้นไปวัดกับที่ที่จะติดตั้งจริง และบางชิ้นส่วนต้องทำการตัดแต่งแก้ไขหลายครั้ง

8.6.3 เหลือเศษวัสดุจำนวนมาก

เนื่องจากมีชิ้นส่วนที่ต้องทำการตัดแต่งค่อนข้างมาก จึงทำให้มีเศษวัสดุเหลือทิ้งที่ไม่สามารถนำไปใช้อีกได้จำนวนมาก

8.6.4 วัสดุแผ่นที่มีขนาดเล็ก สามารถตัดแต่งได้ยาก

ในการออกแบบ มีแผ่นผนังบางชิ้นที่ต้องทำการตัดแต่งมาก และบางส่วนมีขนาดเล็ก หรือผอมยาวเกินไป ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการแตกหักของชิ้นส่วนแผ่นผนังได้ง่าย

8.6.5 ผนังเหล็กรีดลอนภายในติดตั้งได้ยาก

ผนังภายในเหล็กรีดลอน เป็นวัสดุที่มีแผ่นใหญ่ และมีความแข็งของวัสดุสูง ทำให้การติดตั้งทำได้ลำบาก เนื่องจากต้องตัดแต่งแผ่นวัสดุจำนวนมาก

8.6.6 ติดตั้งแผ่นผนังภายในไม่ตรงตามแบบก่อสร้าง

ในการติดตั้งผนังเหล็กรีดลอนภายใน ช่างทำการติดตั้งแผ่นเหล็กรีดไปตามผนังของอาคารทั้งหมด โดยไม่มีการเว้นที่ไว้สำหรับการถอดประกอบแผ่นโครงผนังตามที่แบบก่อสร้างกำหนด

8.6.7 ติดตั้งแผ่นเหล็กฉากปิดมุมผิดตำแหน่ง

ในการติดตั้งแผ่นเหล็กฉากปิดมุมอาคาร ช่างนำแผ่นเหล็กดังกล่าวไปติดตั้งไว้ด้านนอก บริเวณมุมของอาคาร ซึ่งตามแบบก่อสร้างนั้นกำหนดให้ติดตั้งแผ่นเหล็กฉากดังกล่าวก่อนการติดตั้งแผ่นผนัง

9. ผลการศึกษาด้านระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ

การศึกษาระยะเวลาในการก่อสร้างแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจดบันทึกเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นภายในสถานที่ก่อสร้าง และใช้การสัมภาษณ์จากช่างก่อสร้าง ในวันและเวลาที่ผู้วิจัยไม่สามารถเข้าไปทำการจดบันทึกเหตุการณ์ได้ โดยในการจดบัยทึก ผู้วิจัยได้จดบันทึกรายละเอียดของงานที่ช่างทำงาน และระยะเวลาในการก่อสร้างในแต่ละขั้นตอน

ระยะเวลาการก่อสร้าง อาคารต้นแบบ			
ลำดับ	การก่อสร้าง	เวลา (ชม.)	เวลา (นาที)
1	วางโครงพื้นเหล็กรูปพรรณ	0.5	30
2	ติดตั้งตงพื้น	1.0	60
3	ปรับระดับโครงพื้น และ ตง	2.0	120
4	ติดตั้งแผ่นพื้น	4.5	270
5	ประกอบโครงผนัง	5.0	300
6	ติดตั้งฐานคสล.	1.0	60
7	ยก ติดตั้งโครงพื้น	2.5	150
8	ปรับระดับพื้น	2.5	150
9	ติดตั้งแผ่นพื้น	1.0	60
10	ติดตั้งโครงผนัง	2.5	150
11	ประกอบโครงหลังคา	1.5	90
12	ติดตั้งโครงหลังคา	2.0	120
13	ติดตั้งแป และ วัสดุมุง	5.5	330
14	กรุวัสดุภายนอก	7.5	450
15	กรุวัสดุภายใน	2.5	150
16	ติดตั้งงานระบบ	1.0	60
17	เก็บงาน และ ทำความสะอาด	0.5	30
รวมระยะเวลาก่อสร้าง		43.0	2580
ทำงานวันละ 9 ชม.		4 วัน 7 ชม.	

ตารางที่ 4.21 แสดงระยะเวลาก่อสร้างอาคารเรียนต้นแบบ

จากการจดบันทึกระยะเวลาในการทำงาน พบว่าการทำงานทั้งหมด (ไม่รวมเวลาการรอวัสดุก่อสร้าง และเวลาพักของช่าง) ใช้เวลา 43 ชม. หรือ 4วัน 7 ชม. (ทำงานวันละ 9 ชม.) ซึ่งใช้เวลาในการก่อสร้างนานกว่าที่เจ้าของโครงการกำหนด (3 วัน)

บทที่ 5

การวิเคราะห์แนวทางเพื่อการออกแบบปรับปรุง

1. สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศในภาคใต้

1.1 สภาพภูมิอากาศทั่วไป[20]

สภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทำให้สภาพภูมิอากาศในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันไป ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ กระแสลม โดยสภาพของภูมิอากาศที่ต่างกันนั้นทำให้การออกแบบจัดทิศทาง และวางตำแหน่งต่างๆของงานสถาปัตยกรรม รวมทั้งการใช้วัสดุในส่วนรายละเอียดแตกต่างกันไป

การแบ่งขอบเขตของภูมิภาคของโลก มีอยู่ด้วยกันหลายระบบ แต่ระบบที่ได้เป็นที่ยอมรับกัน ทั่วไป คือ ระบบการแบ่งโดยการใช้สภาพบรรยากาศเป็นพื้นฐาน ของ W. Koppen ซึ่งแยกออกเป็น 5 ภูมิภาค คือ เขตร้อนชื้น เขตร้อนแห้ง เขตอบอุ่น เขตหนาว และเขตขั้วโลก

ภาพที่ 5.1 การแบ่งสภาพบรรยากาศของโลก

โดยภูมิภาคเขตร้อนนี้ จากบนแผนที่ลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศ ทำให้สามารถแบ่งเขตภูมิอากาศย่อยออกเป็น 3 เขต ได้แก่

1. เขตร้อนชื้น (TROPICAL HUMID ZONES) อาณาบริเวณลุ่มแม่น้ำอาเมซอน สหภาพอัฟริกากลาง มาเลเซีย ภายใต้ของประเทศไทย อินโดนีเซีย
2. เขตร้อนแห้ง (HOT ARID ZONES) บริเวณที่อยู่ในเขตนี้ ได้แก่บริเวณตะวันออกใกล้ ซา ฮาร่า อิหร่าน ปากีสถาน ตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ ของ

---

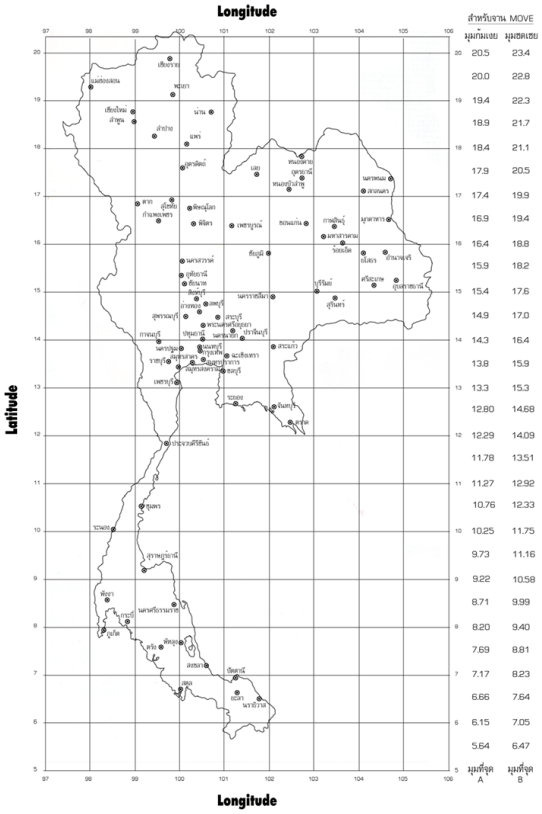
[20] สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ทวีปอัฟริกา ส่วนในของทวีปออสเตรเลีย ทุ่งกุลาร้องไห้ ในภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือ

3. เขตกึ่งร้อน (SUBTROPICAL ZONES) เป็นเขตอยู่ระหว่างภูมิภาคอบอุ่น กับภูมิภาคเขตร้อน อาทิ มลรัฐหลุยเซียน่า ในประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศอุรุกวัย ฝั่งตะวันออกของทวีปออสเตรเลีย

1.2 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย[21]

ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น ระหว่างเส้นรุ้ง (Latitude) ที่ 5 และ 21 องศาเหนือ เส้นแวง (Longitude) ที่ 97 และ 106 วงศาตะวันออก มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 518,000 ตารางกิโลเมตร หรือ 200,000 ตารางไมล์



ภาพที่ 5.2 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

สภาพภูมิอากาศในประเทศไทย เป็นสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดทั้งปี โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28° – 29° C เฉพาะช่วงเวลากลางวัน มีอุณหภูมิเฉลี่ย

[21] เลอสม สถาปิตานนท์, องค์ประกอบ: สถาปัตยกรรมพื้นฐาน, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์อัลลายด์ พริ้นเตอร์ส, 2545.

ประมาณ 30° – 31° C กลางคืนอากาศจะเย็นกว่าเล็กน้อย ความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลากลางวันและกลางคืน ประมาณ 10° C สภาพท้องฟ้าทั่วไปมีเมฆมาก และมีแดดจัดเกือบตลอดปี ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งอ้อมไปทางทิศใต้มากกว่าทางทิศเหนือ โดยทั่วไปแล้ว ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในช่วง กลางวันค่อนข้างต่ำ ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดอยู่ในช่วงเวลากลางคืน ส่วนอุณหภูมิอากาศจะค่อย ๆ สูงขึ้นในช่วงเช้าถึงกลางวัน และจะขึ้นสูงสุดในช่วงเวลา 13.00-15.00 น. ซึ่งเป็นระยะเวลาที่มักจะมีแดดจัดจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ย 18 ปี (พ.ศ. 2524 – 2541 กรมอุตุนิยมวิทยา) สามารถสรุปลักษณะของอุณหภูมิ ความชื้น ทิศทางลม แสงแดด ในช่วงระยะเวลาหนึ่งปี เป็นกลุ่มเดียวที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกัน

การแบ่งประเทศตามลักษณะอุตุนิยมวิทยานั้น แบ่งโดยถือว่าภาคนั้น ๆ มีลมฟ้าอากาศคล้ายกัน และได้แบ่งประเทศไทย ออกเป็น 5 ภาคด้วยกัน คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง อ่าวไทยฝั่งตะวันออก และภาคใต้

โดยพื้นที่ของโครงการที่ทำการศึกษานั้นอยู่ในเขตภาคใต้ บริเวณ ตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรี ลงไปจนถึง จังหวัดนราธิวาส รวมทั้งจังหวัดสตูล ภูเก็ต และระนอง ภูมิประเทศส่วนมากเป็นเทือกเขาสูง และเป็นพืดยาวลงไปทางใต้ คือ ภูเขาตะนาวศรี ซึ่งติดกับพรมแดนของประเทศพม่า

1.3 สภาพภูมิอากาศในภาคใต้ของประเทศไทย

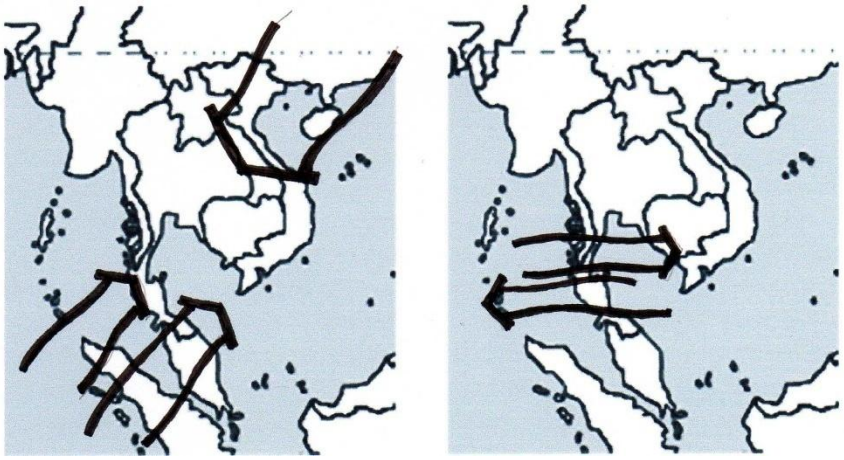
ลักษณะดินฟ้าอากาศโดยทั่วไป

อากาศประจำถิ่นของประเทศไทย อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดอยู่ในเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ตลอดช่วงนี้จะมีอากาศเย็นและแห้ง (มีไอน้ำในอากาศน้อย) จากแผ่นดินใหญ่ของประเทศจีนเข้าสู่ประเทศไทย กระแสอากาศเย็นนี้จะค่อย ๆ อุ่นขึ้นเป็นลำดับ ในระหว่างที่พัดลงสู่ประเทศไทย

ระหว่างเดือนพฤษภาคม - กันยายน จะเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มรสุมนี้จะนำเอากระแสอากาศอุ่น และชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามาทำให้มีฝนตกทั่วไปในภาคใต้ฝั่งตะวันตก อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคเหนือ

ตามปกติ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะเริ่มพัดเข้าประเทศไทย ในราวกลางเดือนพฤษภาคม และ สิ้นสุดราวกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มพัดลงสู่ประเทศไทย ซึ่งจะสิ้นสุดในเดือนกุมภาพันธ์ แต่ในเดือนมีนาคม หรือเดือนเมษายน ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออาจพัดลงมาได้เป็นครั้งคราว

สำหรับพื้นที่ที่ใกล้กับชายฝั่งทะเล จะได้รับอิทธิพลจาก ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างน้อย แต่จะได้รับอิทธิพลจากลมบกและลมทะเลมากกว่า



ภาพที่ 5.3 สภาพภูมิอากาศในภาคใต้ของประเทศไทย

อุณหภูมิ

ทางภาคใต้ อากาศจะอบอุ่นตลอดปี เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิที่สูงสุดหรือ ต่ำสุดเกินไป ไม่ค่อยปรากฏ อุณหภูมิในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แตกต่างกันไม่มากนัก กล่าวคือ ในหน้าหนาว เฉลี่ยประมาณ 26 °C ในหน้าร้อนประมาณ 27° C

ฝน

ทางภาคใต้ การผันแปรของฝนจะแตกต่างจากภาคอื่นๆ โดยที่จะมีฝนเป็น 2ช่วง ช่วงหนึ่ง จะอยู่ในระยะมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ จากพฤษภาคม ถึง ตุลาคม และจะปรากฏชัดทางฝั่งช่วงหนึ่ง จะอยู่ในระยะมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ จากพฤษภาคม ถึง ตุลาคม และจะปรากฏชัดทางฝั่งทะเลตะวันตกของภาค ซึ่งเป็นด้านรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เต็มที่

ส่วนอีกช่วงหนึ่งคือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ จะมีฝนอย่างมากมายทางฝั่งตะวันออกของภาค ซึ่งเป็นด้านที่รับลมโดยเฉพาะตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป

ทิศทางลมผิวพื้น

1. ฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์)
2. ฤดูเริ่มเปลี่ยนมรสุม (มีนาคม ถึง เมษายน) ซึ่งเป็นฤดูร้อน

ภาคใต้นั้น จะเป็นลมทางทิศใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ แต่ในเดือนพฤษภาคม จะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้

3. ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคม ถึง กันยายน)

ลมประจำจะเป็น ทิศตะวันตกเฉียงใต้เกือบทั่วไป ในบางคราวอาจเปลี่ยนเป็นทิศตะวันตก หรือทิศใต้ได้

4. ฤดูเปลี่ยนหลังมรสุม (ตุลาคม)

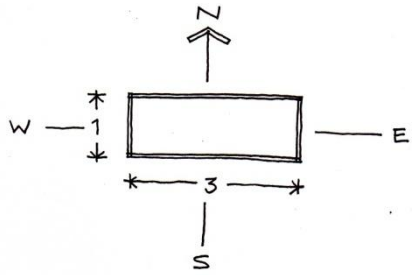
เป็นเดือนที่ลมมรสุม เปลี่ยนจากตะวันตกเฉียงใต้ เป็นตะวันออกเฉียงเหนือ หลังจากเดือนตุลาคม มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีกำลังแรงขึ้นจึงทำให้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ถอยลงไปทางใต้ ลมส่วนมากจึงเป็นทิศเหนือ หรือ ทิศตะวันออก

2. แนวทางการออกแบบอาคารที่เหมาะสมกับพื้นที่บริเวณภาคใต้

2.1 รูปร่างทางสถาปัตยกรรมที่สนองตอบต่อสภาวะแวดล้อม

สำหรับในเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศไทย แผนภูมิของภูมิอากาศได้บ่งบอกว่าอาคารต้องการรูปทรงที่ก่อให้เกิดการสูญเสียความร้อนให้กับบรรยากาศให้มากที่สุด แม้ในฤดูหนาว (นอกจากในตอนเช้าตรู่ของฤดูหนาว – เฉพาะอาคารที่เป็นบ้านเท่านั้นที่มีการใช้สอยในช่วงเวลานี้เท่านั้น นอกจากนั้นรูปทรงทางสถาปัตยกรรมต้องสกัดกั้นการได้รับความร้อนเพิ่มจากบรรยากาศให้มากที่สุดตลอดปี)

จากการทดลอง ในพื้นที่เขตร้อนชื้น อาคารรูปทรงเรียวยาว อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 1:3 วางตามแกนตะวันออก-ตะวันตก จะสามารถ ตอบสนองการแก้ปัญหาทางสภาวะอุณหภูมิการแผ่รังสีได้ดีที่สุด[22]



ภาพที่ 5.4 อัตราส่วนความกว้าง-ยาวของอาคารที่เหมาะสม

2.2 ทิศทางการวางอาคารที่เหมาะสม

จากการศึกษาวิธีการวิเคราะห์การวางอาคารโดยวิธีการ SOL-AIR APPROACH พบว่าอุณหภูมิของอากาศกับการแผ่รังสีรวมกันทำให้เกิดผลทางด้านความร้อนกับร่างกาย การวิเคราะห์หา SOL-AIR ORIENTATION นำไปสู่การควบคุมสภาพบรรยากาศให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย

---

[22] สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันออกไปตามฤดูกาลและตำแหน่งของท้องถิ่น เมื่ออุณหภูมิทั่วไปต่ำ อาคารควรจะว างให้รับการแผ่รังสีความร้อนมากที่สุด และเมื่ออุณหภูมิทั่วไปสูงเกินควร อาคารควรจะหันหลบการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์

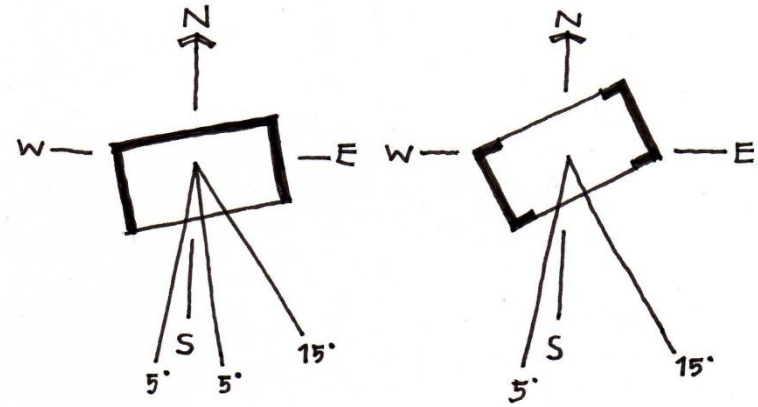
นอกจากปริมาณความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์แล้ว ในการวางอาคาร ยังต้องคำนึงถึงการพัดของกระแสลม โดยต้องวิเคราะห์ปัจจัยหลายประการคือ ในประการแรก ความเร็วลมจะเปลี่ยนไปตามระยะสูงจากผิวโลก สำหรับสภาพแวดล้อมที่ไม่มีสิ่งเปลี่ยนแปลง หรือขัดขวางแนวทางหรือความเร็วลม ซึ่งนอกจากความเร็วลมจะมีผลต่อความสบายแล้ว ความเร็วลมยังมีผลต่อการ คำนวณ ภาระกรรมของลม (WIND LOAD) และการออกแบบโครงสร้างรับแรงลม

ผลการพัดของลม จะต้องนำไปพิจารณาทั้งภายนอกอาคาร และการหมุนเวียนของอากาศภายในอาคารด้วย การพัดผ่านภายนอกอาคารทำให้เกิดการพาความร้อนและการรั่วของความร้อน เนื่องจากช่องต่างๆ อาคารควรมีแนวเปิดของสิ่งแวดล้อมให้ลมพัดผ่านตัวอาคารและในช่วงที่เกิดสภาวะหนาวเย็น (UNDERHEATED PERIOD) ควรมีสิ่งแวดล้อม หรือสภาพภูมิประเทศช่วยสกัดกั้นไม่ให้ลมพัดผ่านอาคาร

สำหรับประการสุดท้าย คือลมที่พัดผ่านเข้าไปหมุนเวียนภายในอาคารในเขตร้อนชื้น ลมที่พัดผ่านเข้าไปช่วยให้ภายในอาคารมีสภาวะน่าสบาย

อาคารที่วางตั้งฉากกับทิศทางของลม จะได้รับลมเต็มที่ ถ้าวางอาคารทำมุม 45 ° กับทิศทางลมจะได้รับลมน้อยลงเป็น 50 % และอาคารที่วางเป็นแถว ๆ โดยมีระยะห่างเป็น 7เท่าของความสูง ทุกอาคาร จึงจะได้รับลมเต็มที่

จากการศึกษา จึงพบว่า ในเขตร้อน ชื้น อาคาร ควร มีตำแหน่งการวางทิศทางเบี่ยง (AZIMUTH หรือ BEARING ANGLE) จากทิศใต้ 5° ไปทางทิศตะวันออก หรือมีแนวการแกว่ง (range) จาก 5° ไปทางทิศตะวันตกไปถึง 15° ไปทางทิศตะวันออก[23]



ภาพที่ 5.5 ทิศทางการวางอาคารที่เหมาะสม

[23] สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

2.3 ความร้อนที่มีอิทธิพลต่ออาคาร และการแก้ปัญหา[24]

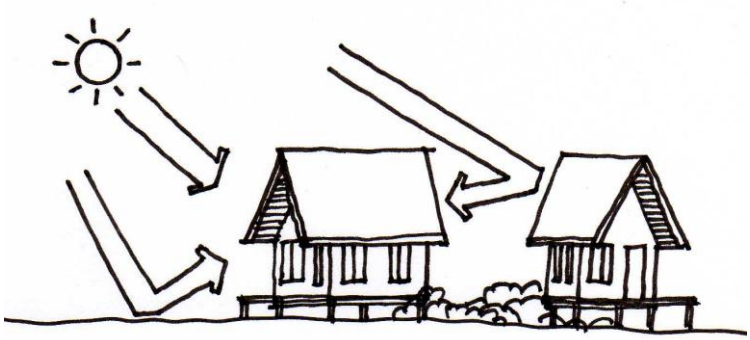
2.3.1 ความร้อนที่มีอิทธิพลต่ออาคาร

- ความร้อนจากแสงแดดโดยตรง

แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก จะมีความร้อนอยู่ด้วย วัตถุที่ได้รับแสงสว่างดังกล่าวจะดูดซึมความร้อนไว้ และอาจจะสะท้อนไปเป็นบางส่วน

- ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

ความร้อนจากผิวถนน ลาน และอาคารข้างเคียง พื้นผิวถนน หรือสถาปัตยกรรมข้างเคียงรับความร้อนไว้ จะคายความร้อนออกสู่อาคารข้างเคียง นอกจากนั้นยังสะท้อนความร้อนที่ได้รับมาจากแสงแดดโดยตรงอีกด้วย



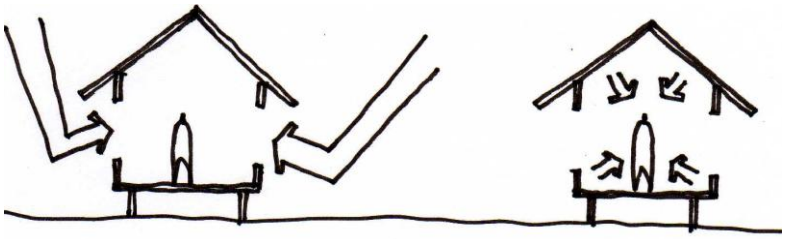
ภาพที่ 5.6 อิทธิพลความร้อนจากสิ่งแวดล้อม

- ความร้อนจากช่องเปิด

เป็นความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารพร้อมกับแสงสว่าง ผ่านทางหน้าต่าง ช่องแสง ที่ทำไว้รับแสงธรรมชาติ ในการออกแบบช่องเปิดของอาคาร จึงต้องพิจารณาทำช่องเปิดในทิศทางที่ถูกต้อง หรือควรทำที่บังแดดกันความร้อนด้วย

- ความร้อนจากกรอบของตัวบ้าน

เป็นความร้อนที่เข้ามาในอาคารผ่านการแผ่ความร้อนจากกรอบรอบตัวบ้าน เช่น ผนัง หลังคา ในการออกแบบจึงต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุกันความร้อน และการออกแบบลักษณะอาคารที่จะลดการกระทบโดยตรงจากแสงแดด



ภาพที่ 5.7 อิทธิพลความร้อนจากช่องเปิด

---

[24] เลอสม สถาปิตานนท์, องค์ประกอบ: สถาปัตยกรรมพื้นฐาน, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์อัลลายด์ พริ้นเตอร์ส, 2545.

2.3.2 การแก้ปัญหาความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคารนั้นมาจากหลากหลายสาเหตุ ทั้งจากสิ่งแวดล้อมรอบๆอาคาร การออกแบบวางทิศทางอาคาร และการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ

2.3.2.1 วัสดุ

ฝน ความชื้น และแสงแดด มักจะทำให้วัสดุก่อสร้างเสียหาย วัสดุต่างชนิดกันจะยืด และหดตัวต่างกัน เช่น ไม้ คอนกรีต หรือวัสดุพวกโลหะ อีกทั้งจะมีคุณสมบัติในการดูด สะท้อน และคายความร้อนต่างกัน

วัสดุและสีที่ดูดซึมความร้อนน้อย ได้แก่วัสดุที่มีสีขาว หรือมีสีอ่อน จะดูดรังสีความร้อนได้น้อยกว่าวัสดุที่มีสีดำหรือสีเข้ม

วัสดุที่มีการสะท้อนความร้อนได้ดี ได้แก่วัสดุที่มีผิวมัน จะสะท้อนความร้อนได้ดีกว่าวัสดุสีขาว

วัสดุที่มีการคายความร้อนได้ดี ได้แก่วัสดุที่มีสีขาว ซึ่งจะคายความร้อนได้ดีกว่าวัสดุผิวขัดมัน และวัสดุสีดำ

2.3.2.2 ลักษณะอาคาร

อาคารที่ระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ มีการออกแบบส่วนต่างๆของอาคารให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ

2.3.2.3 หลังคา

ก. ทำหลังคาทรงสูง มีความลาดเอียงมาก

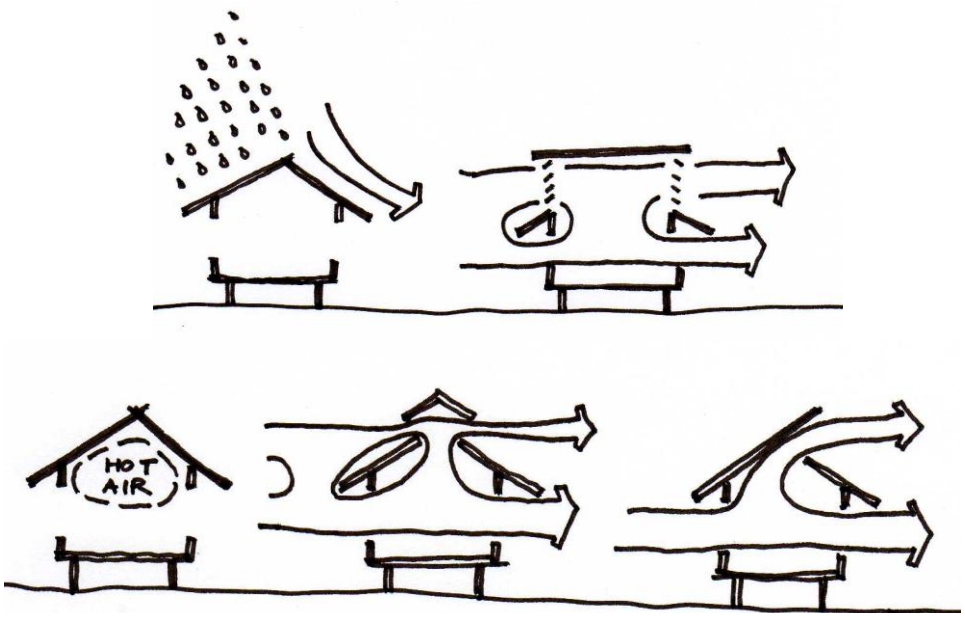
หลังคาที่มีทรงสูง และมีความลาดเอียงที่เหมาะสม น้ำฝนจะไหลได้ดี ไม่ขังบนหลังคาซึ่งอาจทำให้รั่วได้ ทางด้านที่หลังคาลาดลงควรมีรางน้ำเพื่อไม่ให้น้ำไหลรบกวนการใช้งานบริเวณดังกล่าว และน้ำไหลเปียกขอบหลังคาหรือผนัง ซึ่งจะทำให้บริเวณชายคาผุได้ง่าย นอกจากนั้นการลดระดับฝ้าเพดานให้มีช่องว่างระบายอากาศระหว่างหลังคาและฝ้าเพดาน ลมจะพัดผ่านช่องระบายอากาศที่หน้าจั่วหนึ่งไปยังอีกหน้าจั่วหนึ่ง ก็สามารถช่วยลดความร้อนให้กับตัวอาคารได้

ข. ทำช่องระบายอากาศซ้อนบนหลังคาบ้าน

เป็นลักษณะหลังคาเล็กครอบบนหลังคาใหญ่ เช่นโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องมาจากอากาศเมื่อได้รับความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น จึงควรเปิดช่องระบายอากาศส่วนบนสุดของหลังคา ลมที่พัดผ่านเข้ามาจะพัดพาความร้อนออกไปอีกทางหนึ่ง

ค. ทำช่องระบายอากาศใต้ชายคา

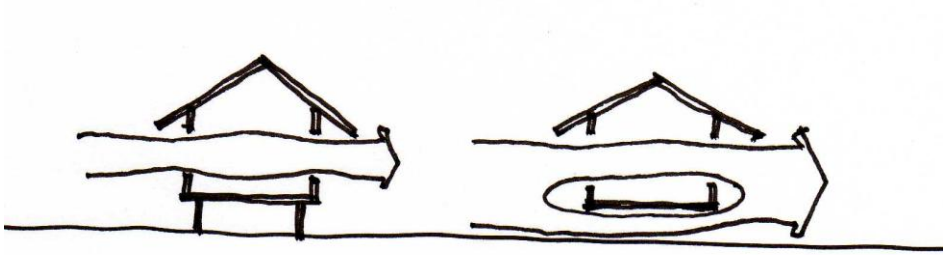
โดยอาจจะตีไม้เป็นช่องโปร่งเพื่อให้ลมพัดผ่านจากชายคาด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง พาความร้อนจากใต้หลังคาออกไปยังชายคาอีกด้านหนึ่ง



ภาพที่ 5.8 การแก้ปัญหาความร้อนด้วยการออกแบบหลังคา

2.3.2.4 ยกพื้น

การออกแบบอาคารโดยเฉพาะอาคารไม้ เมื่อยกพื้นให้มีระดับสูงจากพื้นดิน นอกจากจะช่วยระบายความชื้นไม่ให้ถ่ายเทสู่โครงสร้างพื้น นอกจากจะช่วยเรื่องความชื้นที่เข้าสู่ตัวอาคารแล้ว ยังช่วยให้อากาศพัดผ่านเข้าสู่อาคารจากการลดหลั่นระดับพื้นที่ต่างกัน



ภาพที่ 5.9 การแก้ปัญหาความร้อนด้วยการยกพื้น

2.3.2.5 ช่องเปิด

การเปิดช่องรับแสงสว่างและลมนั้น จะต้องคำนึงถึงทิศทางของลมและแสงแดด ด้านที่แสงแดดส่องมาก ควรจะเปิดแต่เพียงส่วนน้อย หรือปิดทึบ ในกรณีที่อาคารมีขนาดใหญ่ ต้องการแสงธรรมชาติเพื่อประหยัดไฟฟ้า ลักษณะอาคารที่สามารถทำเพื่อรับแสงสว่างจะทำได้ดังนี้

ก. อาคารที่มีทางเดินกลาง และมีห้องสองด้าน อาจจะพิจารณาเปิดหัวท้ายของทางเดิน เพื่อให้มีแสงสว่างเข้าได้ที่สุดปลายทางเดิน

ข. อาคารที่กว้างและยาวมาก ควรเปิดช่องแสงบริเวณหลังคาอาคาร จะทำได้โดยเปิดช่องหลังคา ด้วยการยกชายคาด้านหนึ่งสูงกว่าอีกด้านหนึ่ง หรือเจาะช่องเปิดตรงกลางหลังคา และทำหลังคาเล็กครอบบริเวณช่องเปิดนั้น

ค. อาคารที่ต้องการพื้นที่ใช้สอยมาก ควรเปิดช่องเปิดบริเวณกลางอาคารเป็นสวน หรือลานโล่ง เพื่อให้มีแสงเข้าอาคารได้โดยรอบ

2.4.2.6 บริเวณโดยรอบอาคาร

ก. การป้องกันการสะท้อนแสงจากพื้นบริเวณโดยรอบ

ในเขตร้อนชื้น การสะท้อนของแสงแบบกระจาย จากการที่มีความชื้นในอากาศมาก อาจทำให้เกิดแสงจ้าจากการสะท้อนในบริเวณพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต และการสะท้อนแสงมาจากท้องฟ้าด้านบน ดังนั้นบริเวณโดยรอบอาคารจึงควรปลูกหญ้า หรือมีพืชคลุมดิน เพื่อป้องกันการสะท้อนแสงจากพื้น และปลูกต้นไม้เพื่อป้องกันการสะท้อนแสงจากท้องฟ้า ซึ่งอาจจะสะท้อนเข้าหน้าต่างประตูที่เปิดกว้าง เพื่อระบายอากาศได้

ข. การทำให้บริเวณโดยรอบชุ่มชื้น

แผ่นดินรับความร้อนได้เร็ว และถ่ายเทความร้อนออกสู่อากาศบนผิวโลก ส่วนผิวน้ำถ่ายเทความร้อนโดยการระเหย ซึ่งทำให้บริเวณโดยรอบชุ่มชื้น ดังนั้นในบางบริเวณใกล้อาคาร อาจจะพิจารณาขุดบ่อแทนการทำพื้น คอนกรีตหรือสนามเพราะน้ำดูดความร้อนช้า และการระเหยทำให้อากาศเย็นลงด้วย แต่ต้องระมัดระวังเรื่องความชื้นเข้าสู่ตัวอาคาร

3. การวิเคราะห์วัสดุก่อสร้าง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

การวิเคราะห์วัสดุก่อสร้าง ที่จะนำมาใช้มาใช้ในการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียว ในโครงการโรงเรียน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มของวัสดุที่จะทำการวิเคราะห์ออกเป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ ส่วนฐานรากอาคาร ส่วนโครงสร้างพื้น ส่วนโครงสร้างผนัง ส่วนโครงสร้างหลังคา วัสดุกรุผิวพื้น วัสดุกรุผิวผนังภายนอก และผนังภายใน วัสดุมุงหลังคา และส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร โดยแบ่งจากการนำวัสดุนั้นๆไปใช้ในอาคาร

ในการวิเคราะห์วัสดุทางเลือก ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับลักษณะของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ เช่น วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ขนาด น้ำหนัก ความแข็งแรง ความสามารถเชิงวิศวกรรม การนำไปติดตั้ง ข้อดี และข้อจำกัดต่างๆ เป็นต้น โดยในการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยจะยังไม่ทำการเลือกวัสดุ

ก่อสร้างที่เหมาะสม เพียงแต่เป็นการศึกษาความสามารถของวัสดุทางเลือกเท่านั้น และจะทำการเลือกวัสดุที่เหมาะสมหลังจากการวิเคราะห์ระยะพิกัดที่เหมาะสมแล้ว

3.1 ส่วนฐานรากอาคาร

3.1.1 แท่น หรือคานคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป

ในโครงการอาคารต้นแบบ ได้เลือกใช้แท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูปเป็นส่วนฐานรากของอาคาร

แท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป ผลิตจากคอนกรีตและเหล็ก มีความทนทานสูง สามารถสั่งการผลิตได้ตามแบบ ทั้งขนาดความกว้าง ยาว และความหนา สามารถสั่งทำรอยต่อแบบต่างๆได้ตามความต้องการ ทั้งยังสามารถผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนก่อนนำมาติดตั้งได้ แต่เนื่องจากคอนกรีตและเหล็กเป็นวัสดุมีน้ำหนักมาก และชิ้นส่วนคานมักมีขนาดใหญ่ ในการติดตั้งจึงต้องพึ่งพาเครื่องมือหนัก เช่น รถยก เป็นต้น ไม่สามารถใช้แรงงานคนในการเคลื่อนย้าย และติดตั้งชิ้นส่วนได้ ทั้งในการติดตั้งด้วยเครื่องมือหนักยังทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการวางตำแหน่งของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นได้ง่ายด้วย เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมาก จึงต้องมีการเตรียมพื้นที่อย่างดีในการติดตั้ง เพื่อลดปัญหาการทรุดตัวของอาคาร เช่นการบดอัดดิน และทรายบริเวณที่จะก่อสร้างอาคารทั้งหมด ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำงานพอสมควร และหากพื้นดินบริเวณนั้นอ่อนตัว จะทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนอื่นๆต่อไป

ในการเคลื่อนย้ายเพื่อการก่อสร้างอาคารในสถานที่ใหม่ สามารถทำได้ แต่ต้องใช้เครื่องมือหนักในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนฐานรากนี้ และในการก่อสร้างอาคารใหม่ ก็สามารถนำชิ้นส่วนนี้กลับมาใช้ใหม่ได้

3.1.2 ฐานรากคอนกรีต กึ่งสำเร็จรูป

ฐานรากคอนกรีต กึ่งสำเร็จรูป มีลักษณะเหมือนกล่องคอนกรีตโล่ง ในการก่อสร้างต้องทำการเตรียมพื้นที่ก่อสร้างโดยการทำระดับ และขุดดิน เพื่อผังตัวฐานรากคอนกรีต กึ่งสำเร็จรูป จากนั้นต้องทำการผูกเหล็กและเทปูนเพื่อเป็นฐานรากของอาคารต่อไป

วิธีการก่อสร้างฐานรากด้วยฐานรากคอนกรีต กึ่งสำเร็จรูปนั้น สามารถกำหนดระยะต่างๆได้แน่นอนและแม่นยำ เนื่องจากทำการวัดและปรับแต่งระยะในสถานที่ก่อสร้างจริง นอกจากนั้นยังมีความคงทนแข็งแรงสูง และลดระยะเวลาในการปรับพื้นที่ในการก่อสร้างลงได้ แต่อย่างไรก็ตาม การก่อสร้างด้วยวิธีนี้จะต้องใช้เวลาในการก่อสร้างค่อนข้างมาก เนื่องจากต้องมีการผูกเหล็ก และเทคอนกรีต ซึ่งต้องใช้เวลาในการรอให้

คอนกรีตแข็งตัวเป็นเวลานานกว่าการผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงาน นอกจากนี้ หากต้องการเคลื่อนย้ายอาคาร เพื่อไปติดตั้งในบริเวณอื่น จะไม่สามารถนำส่วนฐานรากไปใช้ใหม่ได้ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่าย และเวลาในการทำฐานรากใหม่ทุกครั้ง

3.1.3 แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป

แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป ผลิตจากคอนกรีตและเหล็ก มีความทนทานสูง สามารถสั่งการผลิตได้ตามแบบ ทั้งขนาดความกว้าง ยาว และความหนา หน้าตัด สามารถสั่งทำรอยต่อแบบต่างๆได้ตามความต้องการ ทั้งยังสามารถผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนก่อนนำมาติดตั้งได้ ทำให้สามารถลดเวลาในการติดตั้งและประกอบอาคารได้

เนื่องจากสามารถออกแบบได้หลากหลายรูปแบบ จึงสามารถเลือกผลิตหน้าตัดของแผ่นพื้นที่เหมาะสมในการรับแรงได้ นอกจากนี้ชิ้นส่วนของแผ่นพื้นยังมีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักเบาพอที่จะสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยแรงงานคน ไม่ต้องพึ่งพาเครื่องมือหนัก ในการติดตั้งสามารถทำการปรับระยะต่างๆได้ละเอียด และแม่นยำกว่าการใช้เครื่องมือหนัก ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อการประกอบชิ้นส่วนอาคารอื่นๆ

ในการเตรียมพื้นที่ในการก่อสร้าง ยังต้องทำการปรับพื้นที่ ทำการอัดดินและทรายให้แน่น เพื่อลดการทรุดตัวของอาคารในอนาคต แต่เนื่องจากโครงสร้างมีน้ำหนักเบา การทรุดตัวของอาคารจึงน่าจะมีน้อย และก่อปัญหาต่างๆน้อยลง นอกจากนั้น หากทำการเคลื่อนย้ายอาคารเพื่อนำไปติดตั้งในสถานที่อื่น ก็สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายด้วยแรงงานคน และสามารถนำแผ่นพื้นเดิมไปใช้ได้ในอาคารใหม่

3.1.4 หล่อคอนกรีตเสริมเหล็กในสถานที่จริง

เป็นวิธีการก่อสร้างทั่วไป ในการก่อสร้าง ต้องทำการเตรียมพื้นที่ค่อนข้างมาก ต้องทำการปรับระดับพื้นดิน วัดระยะต่างๆ ขุดหลุมเพื่อทำฐานราก หลังจากนั้นทำการขึ้นโครงสำหรับไม้แบบ ผูกเหล็ก และเทคอนกรีต หลังจากเทคอนกรีตแล้วต้องรอเป็นเวลานานเพื่อรอให้คอนกรีตแข็งตัว

วิธีการก่อสร้างฐานรากด้วยการหล่อฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น สามารถกำหนดระยะต่างๆได้แน่นอนและแม่นยำ เนื่องจากทำการวัดและปรับแต่งระยะในสถานที่ก่อสร้างจริง นอกจากนั้นยังมีความคงทนแข็งแรงสูง แต่อย่างไรก็ตาม การก่อสร้างด้วยวิธีนี้จะต้องใช้เวลาในการก่อสร้างค่อนข้างมาก ทั้งการปรับแต่งพื้นที่ก่อสร้าง การผูกเหล็ก และเทคอนกรีต ซึ่งต้องใช้เวลานานกว่าการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาจากโรงงาน นอกจากนี้

หากต้องการเคลื่อนย้ายอาคาร เพื่อไปติดตั้งในสถานที่อื่น จะไม่สามารถนำส่วนฐานรากไปใช้ใหม่ได้ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่าย และเวลาในการทำฐานรากใหม่ทุกครั้ง

3.2 ส่วนโครงสร้างพื้น

3.2.1 เหล็กรูปพรรณ

เหล็กเป็นวัสดุที่แข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มาก เมื่อเทียบกับน้ำหนักของตัววัสดุเอง วัสดุมีขนาด หน้าตัด และความหนา ที่หลากหลาย ทำให้สามารถออกแบบได้หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะได้ ทั้งขนาดชิ้นส่วนโครงสร้าง และรอยต่อต่างๆ และสามารถทำการตัดและประกอบจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้ ซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพและความเที่ยงตรงของงานได้ดีกว่าการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้าง และยังช่วยลดเวลาในการก่อสร้างในสถานที่อีกด้วย

เนื่องจากเหล็กเป็นวัสดุโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา ทำให้น้ำหนักโครงสร้างโดยรวมของอาคารนั้นมีน้ำหนักเบาลงไปด้วย ทำให้สามารถประหยัดโครงสร้างส่วนฐานรากลงไปได้ นอกจากนี้ยังจะใช้แรงงานคนในการขนย้าย และติดตั้งวัสดุโครงสร้างได้โดยง่ายด้วย

ในการเคลื่อนย้ายอาคารไปติดตั้งในสถานที่ใหม่ สามารถถอดและเคลื่อนย้ายส่วนโครงสร้างพื้นเหล็กรูปพรรณได้โดยสะดวก โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือหนัก ทำให้ไม่เสียเวลาในการประกอบหรือสร้างชิ้นส่วนขึ้นมาใหม่ ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และเวลาเพิ่มเติม แต่หากอาคารได้ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน อาจจะต้องมีการทำสีใหม่ เพื่อลดการเกิดสนิมในอนาคต และเพื่อความคงทนของชิ้นส่วนโครงสร้าง

3.2.2 แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป

แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป ผลิตจากคอนกรีตและเหล็ก มีความทนทานสูง สามารถสั่งการผลิตได้ตามแบบ ทั้งขนาดความกว้าง ยาว และความหนา สามารถสั่งทำรอยต่อแบบต่างๆได้ตามความต้องการ ทั้งยังสามารถผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนก่อนนำมาติดตั้งได้ ทำให้สามารถลดเวลาในการติดตั้งและประกอบอาคารได้

โดยปกติแล้ว แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูปนั้น จะมีขนาดแผ่นไม่กว้างมากนัก และมีน้ำหนักเบาพอที่จะใช้แรงงานคนในการขนย้ายติดตั้งได้ แต่เนื่องจากการก่อสร้างพื้นด้วยแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นจะไม่สมบูรณ์ หากไม่มีการผูกเหล็กและเทปูนทับหน้าอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งในการผูกเหล็กเทคอนกรีตนี้ เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการก่อสร้างค่อนข้างนาน เพราะต้องรอระยะเวลาให้คอนกรีตแข็งตัว ก่อนที่จะทำงานในขั้นตอนต่อไปได้ และหากไม่ต้องการใช้แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูปขนาดเล็ก

ก็สามารถออกแบบให้เป็นแผ่นพื้นขนาดใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ใช้งานเป็นส่วนๆได้ แต่ด้วยชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ชิ้นส่วนโครงสร้างนั้นมีน้ำหนักมากจนต้องใช้เครื่องมือหนักในการขนย้ายและติดตั้ง

3.2.3 โครงสร้างไม้จริง

ไม้เป็นวัสดุโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา ช่างและชาวบ้านทั่วไปสามารถลงมือช่วยกันก่อสร้างได้ สามารถเคลื่อนย้ายและประกอบติดตั้งได้ด้วยแรงงานคน แต่เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่ไม่คงทนถาวรมากนัก รวมทั้งพื้นที่ภาคใต้นั้นมีความชื้นค่อนข้างสูงทำให้ไม้ผุกร่อนค่อนข้างเร็วหากไม่ได้ทำการรักษาเนื้อไม้อย่างถูกวิธี และในการถอดชิ้นส่วนออกเพื่อทำการติดตั้งในสถานที่ใหม่นั้น จะไม่สามารถทำได้อย่างแข็งแรงเท่าการก่อสร้างในครั้งแรก เนื่องจากเนื้อไม้บริเวณรอยต่อนั้นจะมีการชำรุด นอกจากนี้ไม้ยังเป็นวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย จึงไม่ควรนำมาเป็นวัสดุโครงสร้างหลักของตัวอาคาร โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก

3.2.4 โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก

โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา มีขั้นตอนวิธีการในการก่อสร้างคล้ายคลึงกับการก่อสร้างด้วยโครงสร้างไม้ ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้อย่างสะดวกด้วยแรงงานคน และช่างชาวบ้านทั่วไปสามารถลงมือก่อสร้างได้ นอกจากความสะดวกในการติดตั้งแล้ว โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก ยังมีความคงทนสูงไม่เป็นสนิม และสามารถรับแรงได้มาก

ในการออกแบบโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักนั้น สามารถออกแบบได้ทั้งขนาดของโครงสร้าง ความหนาของเหล็กโครงสร้าง และความยาว ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้ทำการตัดแต่งและเจาะรูต่างๆมาจากโรงงาน ในการติดตั้งนั้นมาสารถทำได้โดยสะดวก ไม่เสียเวลาในการวัดและตัดแต่งวัสดุในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถลดระยะเวลาของการก่อสร้างลงไปได้

นอกจากนี้ ในการถอดแยกชิ้นส่วนต่างๆเพื่อนำไปก่อสร้างในสถานที่ใหม่ก็สามารถทำได้ง่าย และไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับตัววัสดุเอง ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการซ่อมแซมวัสดุ หรือทำขึ้นใหม่

3.3 ส่วนโครงสร้างผนัง

3.3.1 โครงเคร่าไม้จริง

ไม้เป็นวัสดุโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา ช่างและชาวบ้านทั่วไปสามารถลงมือช่วยกันก่อสร้างได้ สามารถเคลื่อนย้ายและประกอบติดตั้งได้ด้วยแรงงานคน แต่เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่ไม่คงทนถาวรมากนัก รวมทั้งพื้นที่ภาคใต้นั้นมีความชื้นค่อนข้างสูงทำให้ไม้ผุกร่อนค่อนข้างเร็วหากไม่ได้ทำการรักษาเนื้อไม้อย่างถูกวิธี และในการถอดชิ้นส่วนออกเพื่อทำการติดตั้งในสถานที่ใหม่นั้น จะไม่สามารถทำได้อย่างแข็งแรงเท่าการก่อสร้างในครั้งแรก เนื่องจากเนื้อไม้บริเวณรอยต่อนั้นจะมีการชำรุดไป นอกจากนี้ไม้ยังเป็นวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย จึงไม่ควรนำมาเป็นวัสดุโครงสร้างหลักของตัวอาคาร

3.3.2 โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสี

โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสี ผลิตจากเหล็กแผ่นรีดที่มีความบางมาก มาพับขึ้นรูปตามหน้าตัดต่างๆ จากนั้นนำไปเคลือบสังกะสีบางๆ เพื่อป้องกันการเกิดสนิม โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสีเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงพอสมควร แต่ค่อนข้างเปราะบาง สามารถหักงอได้ง่ายหากไม่ระวังในการขนย้าย

ในการประกอบชิ้นส่วนโครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสีนั้น ต้องทำการวัดและตัดแต่งรวมถึงเจาะรูต่างๆภายในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพ เวลา และมาตรฐานในการผลิตได้ยาก ทั้งยังสามารถเกิดความคลาดเคลื่อนในการตัดชิ้นส่วนได้มาก ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนในระบบอื่นๆ

หากนำโครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสีมาประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างของผืนผนัง จะได้โครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายและประกอบติดตั้งได้สะดวกโดยแรงงานคน แต่ในการขนย้ายและติดตั้งนั้นต้องใช้ความระมัดระวังค่อนข้างสูง เนื่องจากหากผืนผนังเกิดการบิดตัว โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสีภายในจะบิดงอ และไม่สามารถทำการรับแรงได้อย่างสมบูรณ์

ในการเคลื่อนย้ายอาคารไปประกอบในสถานที่ก่อสร้างใหม่ สามารถถอดประกอบได้ แต่ในการถอดชิ้นส่วนนั้น อาจจะทำให้เกิดความเสียหายในบริเวณที่ใช้สกรูในการติดยึดได้ง่าย นอกจากนี้ยังต้องใช้ความระมัดระวังในการเคลื่อนย้ายโครงสร้างของผืนผนังอย่างมาก เพื่อไม่ให้เกิดการบิดตัว นอกจากนี้ ในการแยกชิ้นส่วนที่ยึดติดกันด้วยสกรู ต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายบริเวณรอยต่อ

3.3.3 โครงเคร่าเหล็กเบารับน้ำหนัก

โครงเคร่าเหล็กเบารับน้ำหนัก ผลิตจากวัสดุเหล็กผสม ซึ่งมีความแข็งแรงสูงกว่าเหล็กรูปพรรณทั่วไป มีน้ำหนักเบา และป้องกันการเกิดสนิม มีขั้นตอนวิธีการในการก่อสร้างคล้ายคลึงกับการก่อสร้างด้วยโครงสร้างไม้ ทำให้สามารเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้อย่างสะดวกด้วยแรงงานคน และช่างชาวบ้านทั่วไปสามารถลงมือก่อสร้างได้

ในการออกแบบโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักนั้น สามารถออกแบบได้ทั้งขนาดของโครงสร้าง ความหนาของเหล็กโครงสร้าง และความยาว ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้ทำการตัดแต่งและเจาะรูต่างๆมาจากโรงงาน และยังสามารถทำการประกอบในโรงงานได้ ทำให้ไม่เสียเวลาในการวัดและตัดแต่งวัสดุในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างลงไปได้ เนื่องจากวัสดุหลักทุกชิ้นมีการตัดมาจากโรงงาน ทำให้ความเกิดคลาดเคลื่อนในการวัด และตัดชิ้นส่วนประกอบน้อย ทำให้การติดตั้งชิ้นส่วนในระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องสามารถติดตั้งได้โดยง่าย ไม่เกิดปัญหาในภายหลัง

หากประกอบโครงสร้างของผืนผนังด้วยโครงเหล็กเบารับน้ำหนัก จะได้โครงสร้างที่มีความแข็งแรง และมีความยืดหยุ่นสูง สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนผนังได้ทั้งผืนด้วยแรงงานคน โดยผืนผนังนี้จะสามารถบิดงอได้ในขณะทำการเคลื่อนย้ายและติดตั้ง โดยที่ไม่ได้ทำความเสียหายให้กับโครงสร้างผืนผนัง

ในการถอดประกอบชิ้นส่วน สามารถทำง่ายด้วยแรงงานคน การถอดชิ้นส่วนสามารถทำได้ด้วยเครื่องเพียงไม่กี่ชิ้น นอกจากนี้ในการถอนสกรูต่างๆยังไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนด้วย เนื่องจากวัสดุมีความแข็งแรงพอ ทำให้ไม่เกิดการบิดงอในขณะถอนสกรู

3.3.4 แผ่นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป

แผ่นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป ผลิตจากคอนกรีตและเหล็ก มีความทนทานสูง สามารถสั่งการผลิตได้ตามแบบ ทั้งขนาดความกว้าง ยาว และความหนา สามารถสั่งทำรอยต่อแบบต่างๆได้ตามความต้องการ ทั้งยังสามารถผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนก่อนนำมาติดตั้ง ทำให้สามารถลดเวลาในการติดตั้งและประกอบอาคารได้

เนื่องจากวัสดุคอนกรีตและเหล็กเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมาก ทำให้ไม่ดวกต่อการเคลื่อนย้ายและติดตั้ง ในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งนั้นต้องใช้เครื่องมือหนัก ซึ่งไม่สามารถนำเครื่องมือหนักเข้าไปทำการติดตั้งได้ในบางพื้นที่ นอกจากนี้ในการถอดประกอบชิ้นส่วนเพื่อนำไปติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างใหม่นั้น จะทำให้เกิดความเสียหายบริเวณรอยต่อ และไม่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้

3.4 ส่วนโครงสร้างหลังคา

3.4.1 โครงสร้างไม้จริง

ไม้เป็นวัสดุโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา ช่างและชาวบ้านทั่วไปสามารถลงมือช่วยกันก่อสร้างได้ สามารถเคลื่อนย้ายและประกอบติดตั้งได้ด้วยแรงงานคน สามารถนำมาตัดแต่งและประกอบเป็นโครงสร้างได้หลากหลาย แต่เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่ไม่คงทนถาวรมากนัก และหากไม่ได้ทำการรักษาเนื้อไม้อย่างถูกวิธี ไม้จะเสียหายอย่างรวดเร็ว และในการถอดชิ้นส่วนออกเพื่อทำการติดตั้งในสถานที่ใหม่นั้น จะไม่สามารถทำได้อย่างแข็งแรงเท่าการก่อสร้างในครั้งแรก เนื่องจากเนื้อไม้บริเวณรอยต่อนั้นจะมีการชำรุดไป นอกจากนี้ไม้ยังเป็นวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย จึงไม่ควรนำมาเป็นวัสดุโครงสร้างหลักของตัวอาคาร

3.4.2 โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

เหล็กเป็นวัสดุที่แข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มาก เมื่อเทียบกับน้ำหนักของตัววัสดุเอง เหล็กรูปพรรณมีขนาด หน้าตัด และความหนา ที่หลากหลาย ทำให้สามารถออกแบบได้เพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะได้ ทั้งขนาดชิ้นส่วนโครงสร้าง และรอยต่อต่างๆ และสามารถทำการตัดและประกอบจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้ ซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพและความเที่ยงตรงของงานได้ดีกว่าการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถลดเวลาในการก่อสร้างในสถานที่ได้

เนื่องจากเหล็กเป็นวัสดุโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา ทำให้น้ำหนักโครงสร้างโดยรวมของอาคารนั้นมีน้ำหนักเบาลงไปด้วย ทำให้สามารถประหยัดโครงสร้างส่วนฐานรากลงไปได้ นอกจากนี้ยังจะใช้แรงงานคนในการขนย้าย และติดตั้งวัสดุโครงสร้างได้โดยง่ายด้วย

ในการเคลื่อนย้ายอาคารไปติดตั้งในสถานที่ใหม่ สามารถถอดและเคลื่อนย้ายส่วนโครงสร้างพื้นเหล็กรูปพรรณได้โดยสะดวก โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือหนัก ทำให้ไม่เสียเวลาในการประกอบหรือสร้างชิ้นส่วนขึ้นมาใหม่ ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และเวลาเพิ่มเติม แต่หากอาคารได้ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน อาจจะต้องมีการทำสีใหม่ เพื่อลดการการสนิมในอนาคต และเพื่อความคงทนของชิ้นส่วนโครงสร้าง

3.4.3 โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก

โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักนั้น มีความสามารถโดยทั่วไปคล้ายคลึงกับโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ แต่มีน้ำหนักเบากว่า และสามารถป้องกันสนิมได้โดยไม่ต้องมีการทำสีกันสนิม

3.5 วัสดุกรุผิวพื้น

3.5.1 ไม้อัด

ไม้อัดเป็นวัสดุแผ่นสำเร็จรูปที่ผลิตจากไม้แผ่นบาง มาทากาวและวางซ้อนทับกัน จากนั้นอัดเป็นแผ่นตามความหนาที่ต้องการ โดยไม้อัดจะมีความหนาให้เลือกหลากหลาย ตามความต้องการในการรับแรง โดยในการนำมาใช้เป็นพื้นนั้น จะต้องใช้ความหนาตั้งแต่ 16มม. ขึ้นไป เพื่อความแข็งแรง ขนาดของวัสดุมีขนาดตายตัว คือ 120ซม. X 240ซม. วัสดุไม้อัดนั้นเป็นวัสดุที่ไม่ค่อยมีความทนทานมากนัก เกิดความเสียหายจากการใช้งานได้ง่าย นอกจากนั้น ยังไม่ทนทานต่อแมลงต่างๆ และความชื้นด้วย

ในการติดตั้ง ไม้อัดสามารถทำการตัดแต่งตามขนาดที่ต้องการ และสามารถเจาะรูได้ง่ายในการประกอบเข้ากับชิ้นส่วนโครงสร้างอื่นๆ นอกจากนี้ไม้อัดยังมีน้ำหนักเบา ขนย้ายและติดตั้งได้ง่ายด้วยแรงงานคน และในการติดตั้งก็ไม่ต้องใช้อุปกรณ์และความเชี่ยวชาญพิเศษ ทำให้แรงงานชาวบ้านสามารถให้ความช่วยเหลือในการก่อสร้างได้ แต่เนื่องจากไม้อัดไม่ทนทานต่อความความชื้น จึงต้องมีการคเลือบน้ำยา และเนื่องจากผิวของไม่อัดนั้นไม่เรียบ และมีเสี้ยน ทำให้อาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคาร จึงต้องทำผิวหน้าใหม่ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวจะทำให้เสียเวลาในการก่อสร้างอาคาร

ในการถอดชิ้นส่วน เพื่อนำไปประกอบในสถานที่ใหม่นั้น สามารถทำได้สะดวก และสามารถนำวัสดุในอาคารเก่าไปใช้ได้ทั้งหมด ทำให้ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการสร้างอาคารใหม่ แต่หากอาคารเก่าได้ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน ไม้อัดอาจได้รับความเสียหาย จากทั้งการใช้งาน และความชื้น ทำให้อาจจะต้องจัดหาวัสดุใหม่เข้ามาแทน

3.5.2 ไม้เนื้อแข็ง

วัสดุพื้นไม้เนื้อแข็ง มีความทนทานต่อการใช้งานสูงกว่าไม้อัดมาก มีขนาดให้เลือกหลากหลาย ทั้งความหนา ความกว้าง ซึ่งจะให้หน่วยความหนาและความกว้างเป็นหน่วยนิ้ว และความยาว โดยส่วนมาก ความยาวของพื้นไม้จะยาว 3ม. และ 6ม. วัสดุมีชิ้นส่วนขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สามารถขนย้ายและติดตั้งได้สะดวกด้วยแรงงานคน นอกจากนั้นวิธีการประกอบพื้นไม้เนื้อแข็งยังไม่ต้องใช้แรงงานที่มีความเชี่ยวชาญพิเศษ จึงสามารถใช้แรงงานทั่วไปได้

ในการติดตั้ง เนื่องจากไม้มีชิ้นส่วนขนาดเล็ก ซึ่งมีผลดีต่อการขนส่งและประกอบติดตั้ง แต่เมื่อวัสดุมีขนาดเล็ก ทำให้ต้องใช้วัสดุจำนวนมากขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลาในการติดตั้งนานกว่าการติดตั้งวัสดุที่มีขนาดใหญ่แต่ใช้จำนวนน้อยชิ้น และหากเลือกใช้ไม้ที่มีการเข้าลิ้นไม้ หรือเว้นร่อง ก็จะยิ่งเสียเวลาในการติดตั้งมากขึ้นไปอีก นอกจากนั้นไม้เนื้อ

แข็งจำเป็นต้องมีการเคลือบผิว เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการใช้งาน ทนทานต่อความชื้นและแมลง ซึ่งในการทำผิวไม้นี้จะใช้เวลานาน

การถอดชิ้นส่วนเพื่อนำไปใช้ในอาคารใหม่ สามารถทำได้โดยสะดวก แต่จะใช้เวลาค่อนข้างนาน เนื่องจากมีวัสดุจำนวนหลายชิ้น ในการถอดชิ้นส่วนพื้นไม้ เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่มีเนื้อวัสดุไม่แข็งมาก ทำให้ตัววัสดุอาจได้รับความเสียหายบ้างในบริเวณรอยต่อ อาจจะต้องมีการจัดหาวัสดุใหม่มาทดแทนในการประกอบพื้นใหม่

3.5.3 แผ่นซีเมนต์บอร์ด

แผ่นซีเมนต์บอร์ด ผลิตจากซีเมนต์อัดเป็นแผ่น มีขนาดมาตราฐานแน่นอน คือ กว้าง 120ซม. และยาว 240ซม. มีความหนาให้เลือกหลากหลายตามความต้องการ สามารถเลือกได้ตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่นั้นๆ โดยพื้นนั้น จะใช้ความหนาตั้งแต่ 16มม. ขึ้นไป เพื่อความแข็งแรง แผ่นซีเมนต์บอร์ดเป็นวัสดุแผ่นที่มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้สะดวกด้วยแรงงานคน และแผ่นซีเมนต์บอร์ดนั้นสามารถทำการตัดแต่งได้ในการติดตั้ง

ในการใช้งาน แผ่นซีเมนต์บอร์ดมีความแข็งแรงทนทานสูง สามารถรับแรงกระแทกได้ดี นอกจากนั้นยังมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถกันน้ำและความชื้นได้ จึงสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร พื้นผิวของแผ่นวัสดุมีความเรียบและแข็ง สามารถใช้งานได้เลยโดยที่ไม่ต้องมีการแต่งผิวอีกครั้ง จึงทำให้ไม่เสียเวลาในการก่อสร้าง

การประกอบอาคารในสถานที่ก่อสร้างใหม่นั้น สามารถทำได้สะดวก ในการถอดชิ้นส่วนนั้นสามารถทำได้ง่าย และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนวัสดุเนื่องจากวัสดุมีความแข็งแรงสูง ในการประกอบขึ้นใหม่นั้นก็สามารถติดตั้งได้ง่าย สามารถใช้สกรูขันยึดให้แน่นได้โดยใช้ตำแหน่งเจาะเดิม

3.5.4 แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด

แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด มีลักษณะคล้ายคลึงกับแผ่นซีเมนต์บอร์ด และแต่มีความยืดหยุ่นตัวสูงกว่า มีความแข็งแรงน้อยกว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ความหนาเท่ากัน มีขนาดมาตราฐานแน่นอน คือ กว้าง 120ซม. และยาว 240ซม. มีความหนาให้เลือกหลากหลายตามความต้องการ

ในการใช้งานนั้นแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดเป็นวัสดุแผ่นที่มีน้ำหนักเบา แต่ไม่ค่อยแข็งแรงมากนัก ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในส่วนที่มีการใช้งานมาก อาจมีความเหมาะสม

มากกว่าหากนำไปใช้เป็นวัสดุผนัง แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดหากยังไม่ได้ทำการทำผิวและทาสีเคลือบ จะมีความสามารถในการกันความชื้นต่ำ เปื้อยยุ่ยได้ง่าย และมีการยืดหดตัวของวัสดุสูง

ในการถอนชิ้นส่วนเป็นนำไปก่อสร้างในสถานที่ใหม่นั้นสามารถทำได้ง่าย เหมือนกับแผ่นซีเมนต์บอร์ด แต่อาจจะเกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนวัสดุได้ง่าย เนื่องจากวัสดุมีความอ่อนตัวกว่า และในการติดตั้งใหม่นั้น ไม่สามารถเจาะสกรูยึดกลับเข้าไปตำแหน่งเดิมได้

3.5.5 แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จ

แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป ผลิตจากคอนกรีตและเหล็ก มีความทนทานสูง สามารถสั่งการผลิตได้ตามแบบ ทั้งขนาดความกว้าง ยาว และความหนา สามารถสั่งทำรอยต่อแบบต่างๆได้ตามความต้องการ ทั้งยังสามารถผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนก่อนนำมาติดตั้งได้ ทำให้สามารถลดเวลาในการติดตั้งและประกอบอาคารได้ ซึ่งโดยปกติแล้ว แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูปนั้น จะมีขนาดแผ่นไม่กว้างมากนักและมีน้ำหนักเบาพอที่จะใช้แรงงานคนในการขนย้ายติดตั้งได้ และหากไม่ต้องการใช่แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูปขนาดเล็ก ก็สามารถออกแบบให้เป็นแผ่นพื้นขนาดใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ใช้งานเป็นส่วนๆได้ แต่ด้วยชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ชิ้นส่วนโครงสร้างนั้นมีน้ำหนักมากจนต้องใช้เครื่องมือหนักในการขนย้ายและติดตั้ง

เนื่องจากการก่อสร้างพื้นด้วยแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นจะไม่สมบูรณ์ หากไม่มีการผูกเหล็กและเทคอนกรีตทับหน้าอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งในการผูกเหล็กเทคอนกรีตนี้ เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการก่อสร้างค่อนข้างนาน เพราะต้องรอระยะเวลาให้คอนกรีตแข็งตัวก่อนที่จะทำงานในขั้นตอนต่อไปได้ นอกจากนั้น ยังต้องมีการทำผิววัสดุอีกด้วย ซึ่งไม่ว่าจะใช้ผิวขัดมัน ขัดหยาบ หรือปูกระเบื้อง ก็เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการก่อสร้างนาน

ในการถอดชิ้นส่วนอาคารเพื่อทำการติดตั้งในสถานที่ใหม่นั้น จะไม่สามารถทำได้ เนื่องจากมีการเทคอนกรีตทับหน้าแผ่นพื้นไว้แล้ว ทำให้ส่วนพื้นทั้งหมดมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก

3.6 วัสดุกรุผิวผนังภายนอก และผนังภายใน

3.6.1 ไม้อัด

ไม้อัดเป็นวัสดุแผ่นสำเร็จรูปที่ผลิตจากไม้แผ่นบาง มาทากาวและวางซ้อนทับกัน จากนั้นอัดเป็นแผ่นตามความหนาที่ต้องการ โดยไม้อัดจะมีความหนาให้เลือกหลากหลาย

ตามความต้องการในการรับแรง โดยไม้อัดจะขนาดตายตัว คือ 120ซม. X 240ซม. ไม้อัดมีความสามารถในการกันความร้อน และกันเสียงรบกวนได้น้อย แต่สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยแผ่นฉนวนกันความร้อน

ในการติดตั้ง ไม้อัดสามารถทำการตัดแต่งตามขนาดที่ต้องการ และสามารถเจาะรูได้ง่ายในการประกอบเข้ากับชิ้นส่วนโครงสร้างอื่นๆ นอกจากนี้ไม้อัดยังมีน้ำหนักเบา ขนย้ายและติดตั้งได้ง่ายด้วยแรงงานคน และในการติดตั้งก็ไม่ต้องใช้อุปกรณ์และความเชี่ยวชาญพิเศษ ทำให้แรงงานชาวบ้านสามารถให้ความช่วยเหลือในการก่อสร้างได้

เนื่องจากวัสดุไม้อัดนั้นเป็นวัสดุที่ไม่ค่อยมีความทนทานมากนัก โดยเฉพาะเมื่อใช้กับงานภายนอก ทำให้เกิดความเสียหายจากการใช้งานได้ง่าย นอกจากนั้น ยังไม่ทนทานต่อแมลงต่างๆ และความชื้นด้วย จึงจำเป็นต้องมีการทำผิววัสดุ ซึ่งในการทำผิวนั้นจะใช้เวลาค่อนข้างนาน

ในการถอดชิ้นส่วน เพื่อนำไปประกอบในสถานที่ใหม่นั้น สามารถทำได้สะดวก และสามารถนำวัสดุในอาคารเก่าไปใช้ได้ทั้งหมด ทำให้ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการสร้างอาคารใหม่ แต่หากอาคารเก่าได้ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน ไม้อัดอาจได้รับความเสียหาย จากทั้งการใช้งาน และความชื้น ทำให้อาจจะต้องจัดหาวัสดุใหม่เข้ามาแทน

3.6.2 แผ่นซีเมนต์บอร์ด

แผ่นซีเมนต์บอร์ด ผลิตจากซีเมนต์อัดเป็นแผ่น มีขนาดมาตราฐานแน่นอน คือ กว้าง 120ซม. และยาว 240ซม. มีความหนาให้เลือกหลากหลายตามความต้องการ โดยแผ่นผนังนั้น จะใช้ความหนาตั้งแต่ 6มม. ขึ้นไป เพื่อความแข็งแรง แผ่นซีเมนต์บอร์ดเป็นวัสดุแผ่นที่มีน้ำหนักเบา สามารถทำการตัดแต่งได้ในการติดตั้ง และแผ่นซีเมนต์บอร์ดนั้นสามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้สะดวกด้วยแรงงานคน

ในการใช้งาน แผ่นซีเมนต์บอร์ดมีความแข็งแรงทนทานสูง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถกันน้ำและความชื้นได้ และมีความสามารถในกันความร้อนและเสียงรบกวนพอสมควร จึงสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งภายนอกและภายในอาคารได้ดี พื้นผิวของแผ่นวัสดุมีความเรียบและแข็ง สามารถใช้งานได้เลยโดยที่ไม่ต้องมีการแต่งผิวอีกครั้ง จึงทำให้ไม่เสียเวลาในการก่อสร้าง

การประกอบอาคารในสถานที่ก่อสร้างใหม่นั้น สามารถทำได้สะดวก ในการถอดชิ้นส่วนนั้นสามารถทำได้ง่าย และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนวัสดุเนื่องจากวัสดุมีความแข็งแรงสูง ในการประกอบขึ้นใหม่นั้นก็สามารถติดตั้งได้ง่าย สามารถใช้สกรูขันยึดให้แน่นได้โดยใช้ตำแหน่งเจาะเดิม

3.6.3 แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด

แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด มีลักษณะคล้ายคลึงกับแผ่นซีเมนต์บอร์ด และแต่มีความยืดหยุ่นตัวสูงกว่า มีความแข็งแรงน้อยกว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ความหนาเท่ากัน มีขนาดมาตราฐานแน่นอน คือ กว้าง 120ซม. และยาว 240ซม. มีความหนาให้เลือกหลากหลายตามความต้องการ โดยสำหรับผนังนั้นจะใช้ความหนา 6มม. ขึ้นไป เพื่อความแข็งแรง

ในการใช้งานนั้นแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดเป็นวัสดุแผ่นที่มีน้ำหนักเบา แต่ไม่ค่อยแข็งแรงมากนัก เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นวัสดุผนัง แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดหากยังไม่ได้ทำการทำผิวและทาสีเคลือบ จะมีความสามารถในการกันความชื้นต่ำ เปื่อยยุ่ยได้ง่าย และมีการยืดหดตัวสูง แต่แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดก็มีคุณสมบัติเด่นที่น่าสนใจคือ มีความสามารถในการกันความร้อน และกันเสียงกบกวนได้ดี นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการกระจายแสงได้ดีด้วย ซึ่งหากนำมาใช้เป็นผนังภายในก็จะสามารถเพิ่มความสว่างให้กับพื้นที่ใช้งานได้ดี

ในการถอนชิ้นส่วนเป็นนำไปก่อสร้างในสถานที่ใหม่นั้นสามารถทำได้ง่ายเหมือนกับแผ่นซีเมนต์บอร์ด แต่อาจจะเกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนวัสดุได้ง่าย เนื่องจากวัสดุมีความอ่อนตัวกว่า และในการติดตั้งใหม่นั้น ไม่สามารถเจาะสกรูยึดกลับเข้าไปตำแหน่งเดิมได้

3.6.4 แผ่นเหล็กรีดลอน

แผ่นเหล็กรีดลอน ผลิตจากแผ่นเหล็กรีดเย็นให้เกิดเป็นลอนหน้าตัดตามต้องการ จากนั้นจะนำแผ่นเหล็กนี้ไปเคลือบน้ำยากันสนิม อาจจะเป็นการเคลือบสังกะสี หรือการเคลือบสีก็ได้ แผ่นเหล็กรีดลอนนั้นเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความทนทานต่อการใช้งานและสภาพแวดล้อมสูง เป็นวัสดุที่มีขนาดแผ่นใหญ่ คือ ความกว้าง 120ซม. ยาวไม่จำกัด แผ่นเหล็กรีดลอนสามารถนำมาตัดแต่งขนาดตามต้องการได้ แต่จะทำงานได้ยาก และช้ากว่าไม้อัด แผ่นซีเมนต์บอร์ด และวัสดุแผ่นอื่นๆ

ในเคลื่อนย้ายวัสดุ และติดตั้งนั้นสามารถทำได้สะดวกด้วยแรงงานคน เนื่องจากวัสดุแผ่นเหล็กรีดลอนนั้นมีน้ำหนักเบา และการติดตั้งก็สามารถทำได้ด้วยเครื่องมือพื้นฐานทั่วไป นอกจากนั้นยังสามารถตัดแต่งขนาดตามต้องการได้ด้วย แต่แผ่นเหล็กรีดลอนนั้นมีความสามารถในการกันความร้อน และกันเสียงรบกวนเข้าสู่อาคารได้น้อยมาก

การเคลื่อนย้ายอาคารไปก่อสร้างในสถานที่ใหม่ สามารถทำได้ง่าย สามารถถอดและประกอบขึ้นได้ใหม่โดยวัสดุไม่เกิดความเสียหาย เนื่องจากตัววัสดุเองมีความแข็งแรงพอสมควร

3.6.6 กระเบื้องโปร่งแสง

กระเบื้องโปร่งแสง มีลักษณะเด่นคือ สามารถให้แสงทะลุผ่านได้บางส่วน มีขนาดและหน้าตัดของกระเบื้องให้เลือกใช้ได้พอสมควรทั้งแบบแผ่นเรียบ แบบลอน และแบบพับตัว Z มีขนาดความกว้าง และความยาวแน่นอนคือ กว้าง 60ซม. และยาว 120ซม. ความหนา 4มม. 6มม. และ8มม. เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถขนย้ายได้ง่ายด้วยแรงงานคน นอกจากนั้นในการประกอบติดตั้งก็สามารถทำได้ง่าย โดยมีวิธีการเหมือนกันติดแผ่นผนังทั่วไป

ในการติดตั้งกระเบื้องโปร่งแสงสำหรับผนัง หากเลือกใช้แบบแผ่นเรียบ จะสามารถทำให้พื้นที่ภายในอาคารสว่างขึ้นได้ และถ้าเลือกใช้แบบพับตัว Z ก็สามารถเพิ่มความสว่างในอาคารได้ นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มการระบายลมให้กับอาคารได้ด้วย แต่การป้องกันแสงก็จะลดลงตามไปด้วย

กระเบื้องโปร่งแสงมีความทนทานในการใช้งานไม่มากนัก และหากติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่โดนแสงแดดโดยตรง แผ่นกระเบื้องโปร่งแสงจะค่อยๆขุ่นมากขึ้นเรื่อยๆ และเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่หากติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีการเคลื่อนไหวหรือสัมผัสมากนัก และไม่โดนแสงแดดโดยตรง ก็จะสามารถใช้ได้เป็นเวลานาน

การถอดชิ้นส่วนเคลื่อนย้ายไปติดตั้งใหม่นั้นสามารถทำได้สะดวก และสามารถนำวัสดุเดิมไปใช้ใหม่ได้ทั้งหมด

3.6.7 ไม้ฝาไฟเบอร์ซีเมนต์

ไม้ฝาไฟเบอร์ซีเมนต์ มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด แต่ไม้ฝาไฟเบอร์ซีเมนต์นั้นจะได้รับการทำผิว เคลือบสีมาแล้วจากโรงงานผลิต ขนาดชิ้นส่วนของวัสดุจะมีขนาดเล็กกว่า คือ กว้าง 10ซม. และ 15ซม. และหนา 8มม. และ10มม.มีขนาดเล็กน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งวัสดุได้ง่าย ช่างชาวบ้านสามารถให้ความช่วยเหลือได้ ไม้ฝาไฟเบอร์ซีเมนต์มีความคงทนสูง สามารถกันความชื้น ความร้อน และเสียงรบกวนได้ดี สามารถนำไปใช้งานได้ทั้งภายนอกและภายใน

ในการติดตั้ง สามารถทำการตัดแต่งวัสดุได้ และติดตั้งเข้ากับโครงผนังได้ง่าย แต่เนื่องจากไม้ฝาไฟเบอร์ซีเมนต์มีขนาดแผ่นเล็ก ทำให้ในการติดตั้งต้องใช้เวลานานกว่าการ

ติดตั้งวัสดุแผ่นใหญ่ และในการถอดประกอบชิ้นส่วนขึ้นใหม่เพื่อก่อสร้างอาคารในสถานที่ใหม่นั้น สามารถทำได้ง่าย แต่ก็จะใช้เวลานานเช่นกัน นอกจากนั้นการถอดชิ้นส่วนจะทำให้เกิดความเสียหายบริเวณที่ยึดสกรูไว้ได้ง่าย และอาจจะไม่สามารถเจาะสกรูเข้าไปในตำแหน่งเดิมได้

3.6.8 ไม้เนื้อแข็ง

วัสดุพื้นไม้เนื้อแข็ง มีความคงทนสูง สามารถกันความชื้น ความร้อนได้ สามารถนำไปใช้งานได้ทั้งภายนอกและภายใน มีขนาดให้เลือกหลากหลาย ทั้งความหนา ความกว้าง ซึ่งจะให้หน่วยความหนาและความกว้างเป็นหน่วยนิ้ว และ ความยาวของพื้นไม้จะยาว 3ม. และ 6ม. วัสดุมีชิ้นส่วนขนาดเล็ก น้ำหนักเบา จึงสามารถขนย้ายและติดตั้งได้สะดวกด้วยแรงงานคน นอกจากนั้นวิธีการประกอบพื้นไม้เนื้อแข็งยังไม่ต้องใช้แรงงานที่ความเชี่ยวชาญพิเศษ จึงสามารถใช้แรงงานทั่วไปได้

ในการติดตั้ง เนื่องจากไม้มีชิ้นส่วนขนาดเล็ก ทำให้ต้องใช้วัสดุจำนวนมากขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลาในการติดตั้งนานกว่าการติดตั้งวัสดุที่มีขนาดใหญ่แต่ใช้จำนวนน้อยชิ้น นอกจากนั้นไม้เนื้อแข็งจำเป็นต้องมีการเคลือบผิว เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการใช้งาน ทนทานต่อความชื้น และแมลง ซึ่งในการทำผิวไม้นี้จะใช้เวลานาน

การถอดชิ้นส่วนเพื่อนำไปใช้ในอาคารใหม่ สามารถทำได้โดยสะดวก แต่จะใช้เวลาค่อนข้างนาน เนื่องจากมีวัสดุจำนวนหลายชิ้น ในการถอดประกอบจะใช้เวลานาน นอกจากนั้นการถอดชิ้นส่วนจะทำให้เกิดความเสียหายบริเวณที่ยึดสกรูไว้ได้ง่าย และอาจจะไม่สามารถเจาะสกรูเข้าไปในตำแหน่งเดิมได้ และอาจทำให้ตัววัสดุได้รับความเสียหายบ้างในบริเวณรอยต่อ จึงต้องมีการจัดหาวัสดุใหม่มาทดแทน

3.7 วัสดุมุงหลังคา

3.7.1 กระเบื้องคอนกรีต

กระเบื้องคอนกรีตผลิตจากคอนกรีตหล่อขึ้นรูปลอน กระเบื้องคอนกรีตมีความทนทานสูง สามารถป้องกันแดดฝนได้ดี มีรูปร่าง ขนาดของลอน รวมไปถึงสีสันให้เลือกมากมาย สามารถหาซื้อได้ทั่วไป

กระเบื้องคอนกรีตเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักมาก ทำให้ต้องมีโครงสร้างหลังคาในการรับน้ำหนักกระเบื้องมาก นอกจากนี้กระเบื้องคอนกรีตยังต้องการความชันของหลังคาค่อนข้างมาก เพื่อป้องกันน้ำรั่ว ซึ่งก็ทำให้ยิ่งเปลืองวัสดุโครงหลังคาและวัสดุมุงหลังคามากขึ้นไปด้วย

เนื่องจากชิ้นส่วนของวัสดุนั้นมีขนาดเล็ก การวางโครงสร้างแปหลังต้องมีความถี่มาก และต้องใช้วัสดุหลายชิ้นในการทำหลังคา จึงทำให้เสียเวลาในการติดตั้งมาก ทั้งในส่วนของโครงสร้างหลังคาและวัสดุมุงหลังคา และเนื่องจากกระเบื้องคอนกรีตนั้นมีน้ำหนักมาก การเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละชิ้นนั้นจะทำได้สะดวกเนื่องจากมีขนาดเล็ก แต่หากประกอบกันขึ้นเป็นหลังคาทั้งผืนแล้ว ก็ไม่สามารถจะใช้แรงงานคนยกได้ ในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งจึงไม่สามารถประกอบมาจากโรงงานได้ ทำให้ต้องเสียเวลาในการติดตั้งวัสดุในสถานที่ก่อสร้าง

3.7.2 กระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์

กระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์ มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด แต่ขึ้นรูปในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยกระเบื้องหลังคาซีเมนต์บอร์ดจะขึ้นรูปแบบมีลอน โดยมีรูปแบบของลอนกระเบื้องให้เลือกหลากหลาย ขนาดของกระเบื้องซีเมนต์บอร์ดนั้นจะมีหลายขนาด แล้วแต่ผู้ผลิต แต่อย่างไรก็ตาม ขนาดของกระเบื้องซีเมนต์บอร์ดนั้นก็มีขนาดใหญ่ และเบากว่ากระเบื้องคอนกรีตมาก

การติดตั้งกระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์นั้นสามารถทำได้ง่าย เนื่องจากความถี่ของแปนั้นจะห่างกันประมาณ 60ซม. ถึง 100ซม. จึงช่วยประหยัดเวลาในการติดตั้งโครงสร้างหลังคาไปได้ และขนาดของแผ่นกระเบื้องที่มีขนาดใหญ่และเบานี้ ก็ทำให้สามารถติดตั้งวัสดุมุงหลังคาได้อย่างรวดเร็วด้วยเช่นกัน

ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ สามารถทำได้สะดวก เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ถึงแม้ว่าจะทำการประกอบเป็นผืนหลังคา ก็ยังมีน้ำหนักเบาพอที่แรงงานคนจะสามารถยกได้ นอกจากนั้นการยึดติดวัสดุมุงกับโครงหลังคานั้นยังทำได้อย่างแน่นหนา ไม่ทำให้เกิดความเสียหายระหว่างขนส่ง

การถอดชิ้นส่วนเพื่อนำไปก่อสร้างในสถานที่ใหม่นั้น สามารถทำได้สะดวก เพราะวัสดุมีขนาดใหญ่ น้ำหนักเบา มีรอยต่อน้อย แต่อาจจะเกิดความเสียหายในการถอดชิ้นส่วนได้บริเวณมุมของกระเบื้อง ซึ่งต้องจัดหามาทดแทนในการสร้างอาคารใหม่

3.7.3 เหล็กรีดลอนเคลือบ

แผ่นเหล็กรีดลอน ผลิตจากแผ่นเหล็กรีดเย็นให้เกิดเป็นลอนหน้าตัดตามต้องการ จากนั้นจะนำแผ่นเหล็กนี้ไปเคลือบน้ำยากันสนิม อาจจะเป็นการเคลือบสังกะสี หรือการเคลือบสีก็ได้ แผ่นเหล็กรีดลอนนั้นเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความทนทานต่อการใช้งาน

และสภาพแวดล้อมสูง เป็นวัสดุที่มีขนาดแผ่นใหญ่ คือ ความกว้าง 120ซม. ความยาวไม่จำกัด

การติดตั้งเหล็กรีดลอนเคลือบนั้นสามารถทำได้สะดวกด้วยแรงงานคน เนื่องจากวัสดุแผ่นเหล็กรีดลอนนั้นมีน้ำหนักเบา และการติดตั้งก็สามารถทำได้ด้วยเครื่องมือพื้นฐานทั่วไป นอกจากนั้นยังสามารถตัดแต่งขนาดตามต้องการได้ด้วย เหล็กรีดลอนนั้นมีความแข็งแรงสูง ความถี่ของโครงสร้างหลังคาจึงน้อยลงไปด้วย ทำให้ไม่เสียเวลาในการติดตั้งโครงสร้างหลังคามากนัก และตัววัสดุมุงหลังคาเองมีขนาดแผ่นใหญ่ และยาว การติดตั้งจึงสะดวกรวดเร็ว นอกจากนั้นยังไม่มีรอยต่อบนผืนหลังคา ทำให้ลดปัญหาเรื่องรอยรั่วของหลังคาได้

หลังคาเหล็กรีดลอนนั้นมีความสามารถในการกันความร้อน และกันเสียงรบกวนเข้าสู่อาคารได้น้อยมาก หากใช้เหล็กรีดลอนเป็นหลังคา ต้องคำนึงถึงการป้องกันความร้อนและเสียงรบกวนเข้าสู่อาคารพอสมควร

การเคลื่อนย้ายอาคารไปก่อสร้างในสถานที่ใหม่ สามารถทำได้ง่าย สามารถถอดและประกอบขึ้นได้ใหม่โดยวัสดุไม่เกิดความเสียหาย เนื่องจากตัววัสดุเองมีความแข็งแรง โดยการเคลื่อนย้ายนั้น สามารถแยกถอดวัสดุมุงออกเป็นแผ่นได้ หรือจะแยกชิ้นส่วนเป็นผืนหลังคาก็ได้

3.7.4 เหล็กรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อน

เหล็กรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อน มีคุณสมบัติเหมือนกับเหล็กแผ่นรีดลอน แต่มีการพัฒนาคุณภาพในด้านการป้องกันความร้อน และเสียงรบกวนเข้าสู่ตัวอาคาร โดยความหนาของฉนวนกันความร้อนนั้นมีให้เลือกหลากหลายตามความต้องการ

ขั้นตอนในการติดตั้งนั้นเหมือนกับการติดตั้งหลังคาเหล็กแผ่นรีดลอนธรรมดา แต่ตัววัสดุจะมีความหนาเพิ่มขึ้น และมีความแข็งแรงมากขึ้น ขนาดของของหลังคาเหล็กแผ่นรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อนนี้จะกว้าง 120ซม. และมีความยาวไม่จำกัด สามารถสั่งตัดวัสดุตามความยาวที่ต้องการได้

3.8 ประตู และหน้าต่าง

3.8.1 ไม้จริง

ไม้จริงเป็นวัสดุที่มีความทนทานพอสมควร ถ้าทำการเคลือบผิวไม้แล้วสามารถนำไปใช้ได้ทั้งภายนอก และภายใน สามารถประกอบตามขนาดที่ต้องการได้ จึงออกแบบ

ได้หลากหลาย ทั้งขนาดของหน้าบาน บานกรอบ และลูกฟัก นอกจากนั้น ไม้จริงยังเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถขนย้ายและติดตั้งได้สะดวกด้วยแรงงานคน

ประตูและหน้าต่างไม้จริง ต้องมีการเคลือบผิวไม้และทำสี เพื่อช่วยในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ ซึ่งต้องทำสีหลังจากการติดตั้งแล้ว เนื่องจากในการติดตั้งประตูและหน้าต่างไม้ ต้องมีการแก้ไขขนาดในสถานที่ก่อสร้าวอีกครั้งนึ่งก่อนการติดตั้ง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้เสียเวลาในการก่อสร้าง

3.8.2 เหล็ก

หน้าต่างและประตูเหล็กมีความคงทนสูง สามารถใช้ภายนอกอาคารได้ สามารถหาซื้อได้ทั่วไป มีขนาดให้เลือกหลากหลาย แต่ไม่สามารถออกแบบลูกฟักได้ ซึ่งโดยทั่วไปประตูและหน้าต่างเหล็กจะค่อนข้างปิดทึบ ไม่มีช่องแสงและช่องระบายอากาศ ยกเว้นหน้าต่างบานเกล็ด

ในการติดตั้งนั้นสามารถทำได้สะดวก เนื่องจากมีน้ำหนักที่ไม่หนักมาก สามารถใช้แรงงานคนในการติดตั้งอุปกรณ์ประตูและหน้าต่างได้ หน้าต่างและประตูเหล็กนั้นเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผลิต มีการเคลือบสีกันสนิมมาจากโรงงานผลิต และมีขนาดตายตัวทั้งหมด ไม่สามารถแก้ไขภายหลังได้ สามารถนำมาประกอบกับโครงสร้างผนังอาคารได้เลยทันที นอกจากนั้นยังไม่ต้องมีการทำสีเคลือบตกแต่งด้วย ซึ่งสามารถประหยัดเวลาในการก่อสร้างได้

3.8.3 PVC

PVC เป็นวัสดุพลาสติกสังเคราะห์ มีความคงทนพอสมควร ทนต่อความชื้นมาก สามารถใช้ได้ทั้งภายนอกและภายใน แต่หากใช้งานภายนอกนั้นจะต้องหลีกเลี่ยงการโดนแสงแดดได้โดยตรง เนื่องจากจะทำให้วัสดุเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ ประตูและหน้าต่าง PVC นั้นมีขนาดให้เลือกไม่มากนัก แต่มีรูปแบบของลูกฟักให้เลือกหลากหลาย รูปแบบของประตูและหน้าต่าง PVC นั้น ส่วนมากจะเป็นบานทึบ หรือมีลูกฟักเป็นบานเกล็ดระบายอากาศ ไม่มีลูกฟักกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงให้เลือก ยกเว้นหน้าต่างบานเกล็ด

ในการติดตั้งนั้นสามารถทำได้ง่าย แต่ต้องติดตั้งวงกบเข้ากับโครงผนังที่แข็งแรง และสามารถรับน้ำหนักได้เท่านั้น เนื่องจาก PVC เป็นวัสดุที่อ่อนตัว ไม่สามารถรับน้ำหนักบานประตูได้ด้วยตัวเอง เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา จึงสามารถขนย้ายและติดตั้งได้สะดวก นอกจากนี้ยังเป็นวัสดุที่สำเร็จรูปมาจากโรงงานผลิต ไม่ต้องมีการแต่งขนาดและทำสี ทำให้ประหยัดเวลาในการก่อสร้างลงไปได้

3.8.4 อลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นวัสดุที่มีความทนทาน สามารถติดตั้งได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ทนต่อแสงแดด และความชื้น มีขนาดให้เลือกหลากหลาย สามารถออกแบบได้ทั้งขนาดของหน้าบาน และลูกฟัก โดยสามารถใช้กระจก และบานเกล็ดเป็นลูกฟักได้ ทำให้มีแสงสว่างและการระบายอากาศในอาคารเพิ่มขึ้น

การติดตั้งประตูหน้าต่างอลูมิเนียมนั้น สามารถวัดประกอบในสถานที่ก่อสร้าง หรือจะสั่งขนาดประกอบจากโรงงานก็ได้ ซึ่งหากเลือกใช้การประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานก็จะสามารถลดเวลาในการก่อสร้างลงได้ ในการติดตั้งสามารถขนย้ายและติดตั้งได้ง่าย เนื่องจากมีน้ำหนักเบา และวัสดุมีความแข็งแรง

4. การวิเคราะห์ระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสม

ในการวิเคราะห์ระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ระยะประสานทางพิกัดของกิจกรรมการใช้งาน และระยะประสานทางพิกัดของวัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้ หลังจากนั้นทำการเลือกระยะประสานที่เหมาะสมระหว่างทั้ง 2 ส่วน

4.1 ระยะประสานทางพิกัดของกิจกรรมการใช้งาน

การเลือกระยะประสานทางพิกัดของกิจกรรมการใช้งานในโครงการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียวนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เลือกระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสมจากปัจจัย 3 ส่วนคือ

4.1.1 จำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียน (แบ่งตามระดับชั้น)

4.1.2 รายละเอียดการใช้สอยพื้นที่ของอาคาร

4.1.3 รายละเอียดพื้นที่ใช้งานของผู้ใช้อาคาร

โดยคำนึงถึงการใช้งานของทั้งเด็กและผู้ใหญ่ ซึ่งในการกำหนดขนาดของห้องเรียนนั้น ผู้วิจัยได้คำนึงถึงสุขอนามัยของเด็กนักเรียนที่ใช้อาคารด้วย ทั้งทางด้านระยะการมองเห็น และการให้แสงสว่างที่เพียงพอด้วย

ในการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยของโรงเรียนนั้น ประกอบไปด้วยอาคารทั้งหมดหลายส่วน คือ อาคารเรียน อาคารฝึกงาน ห้องและอาคารประกอบอื่น รวมไปถึงอาคารบริหาร แต่ในโครงการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียวนี้ ผู้วิจัยจะทำการออกแบบปรับปรุงเฉพาะส่วนอาคารเรียน เนื่องจากเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ทำให้ยังคงดำเนินการเรียนการสอนได้อย่างปกติในระหว่างการก่อสร้างอาคารถาวร และยังเป็นส่วนที่มีการใช้งานมากที่สุด นอกจากนี้อาคารเรียนยังสามารถออกแบบเปลี่ยนแปลงการจัดพื้นที่ภายใน เพื่อเปลี่ยนการใช้งานได้

4.1.1 จำนวนนักเรียน และโรงเรียน ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

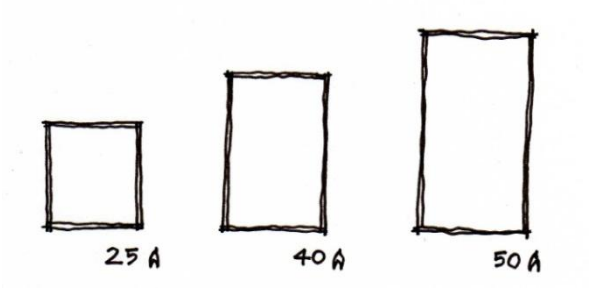
โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียว ตั้งอยู่ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี นราธิวาส และยะลา ซึ่งใน 3 จังหวัดนี้ มีโรงเรียนในสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น ตอนปลาย จนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งหมดจำนวน 924 โรงเรียน มีเด็กนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตั้งแต่ช่วงอายุ 6 ปีถึง 12 ปี รวมทั้งหมดจำนวน 246,968 คน และมีเด็กนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 26,956 คน รวมเป็น 273,924 คน

ในการแบ่งจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียนนั้น จะแบ่งตามระดับชั้นของนักเรียน คือ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จะมีนักเรียนต่อ 1 ห้องตั้งแต่ 20 คน ถึง 25 คน และในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จะมีนักเรียนต่อ 1 ห้องตั้งแต่ 43 คน ถึง 52 คน

ส่วนการศึกษา	ระดับชั้น	นักเรียน (คน)	จำนวนโรงเรียน	นักเรียน/รร. (คน)	นักเรียน/ห้อง (คน)
ปัตตานี 1	ป.1 - 6	43,290	151	287	20
	ม. 1 - 3	6,698	8	837	52
ปัตตานี 2	ป.1 - 6	43,778	171	256	21
	ม. 1 - 3	2,711	9	301	43
ยะลา 1	ป.1 - 6	32,307	112	288	24
	ม. 1 - 3	4,901	6	817	51
ยะลา 2	ป.1 - 6	30,686	101	304	25
	ม. 1 - 3	2,713	7	388	43
นราธิวาส 1	ป.1 - 6	50,599	190	266	22
	ม. 1 - 3	5,895	9	655	44
นราธิวาส 2	ป.1 - 6	46,307	152	305	25
	ม. 1 - 3	4,038	8	505	50

ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวนนักเรียนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

จากข้อมูลของจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียนในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้เลือกออกแบบพื้นที่ให้ตอบสนองการใช้งานเป็น 3 ระดับ คือ ห้องเรียนขนาดเล็ก รองรับนักเรียนจำนวน 20 คน ถึง 30 คน ห้องเรียนขนาดกลาง รองรับนักเรียนจำนวน 31 คน ถึง 40 คน และห้องเรียนขนาดใหญ่ รองรับนักเรียนจำนวน 41 คน ถึง 50 คน และเพื่อความสบายในการใช้งานห้องเรียน ควรออกแบบเตรียมให้มีพื้นที่ 1.8 ตารางเมตร ต่อนักเรียน 1 คน



ภาพที่ 5.10 ขนาดห้องเรียนของอาคารเรียนปรับปรุง

4.1.2 รายละเอียดผู้ใช้อาคาร และรายละเอียดการใช้สอย

ผู้ใช้อาคารเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เด็ก (นักเรียน) และผู้ใหญ่ (ครู) ซึ่งแบ่งเด็กนักเรียนเป็น 2 ส่วน คือ เด็กนักเรียนชั้นประถม และเด็กนักเรียนชั้นมัธยม ซึ่งความต้องการพื้นที่ในการใช้งานของผู้ใช้อาคารแต่ละประเภทนั้นจะมีความต้องการที่แตกต่างกัน ซึ่งจะกล่าวถึงอย่างละเอียดในการวิเคราะห์การใช้พื้นที่ของผู้ใช้อาคาร

การใช้สอยในห้องเรียนนั้น ต้องตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนการสอนภายในห้องได้ โดยมีโต๊ะและเก้าอี้สำหรับเด็กนักเรียน ตามจำนวนของนักเรียนในแต่ละห้องเรียน มีโต๊ะและเก้าอี้ของครูประจำชั้น 1 ชุดต่อ 1 ห้องเรียน มีตู้เก็บของขนาดเล็กสำหรับนักเรียนแต่ละคน มีกระดานดำสำหรับใช้ในการสอน มีทางเดินไปยังโต๊ะของเด็กนักเรียนได้อย่างทั่วถึง นอกจากนั้นยังต้องตอบสนองต่อการใช้งานในแง่อื่นๆ เช่นการคำนึงถึงแสงสว่างและทัศนวิสัยการมองเห็นของเด็กนักเรียนด้วย

ในการออกแบบพื้นที่ใช้สอยในห้องเรียน ต้องมีการคำนึงถึงผู้ใช้อาคารทั้งเด็กนักเรียนที่ต้องการพื้นที่ในการใช้งานน้อย และผู้ใหญ่ ที่ต้องการพื้นที่ในการใช้งานมากกว่า ซึ่งในแต่ละพื้นที่ใช้งานนั้น มีผู้ใช้งานแตกต่างกันไป จึงต้องวิเคราะห์ถึงพื้นที่ในการใช้งานอย่างละเอียด เพื่อจะสามารถรู้ถึงขนาดของพื้นที่ใช้งานได้

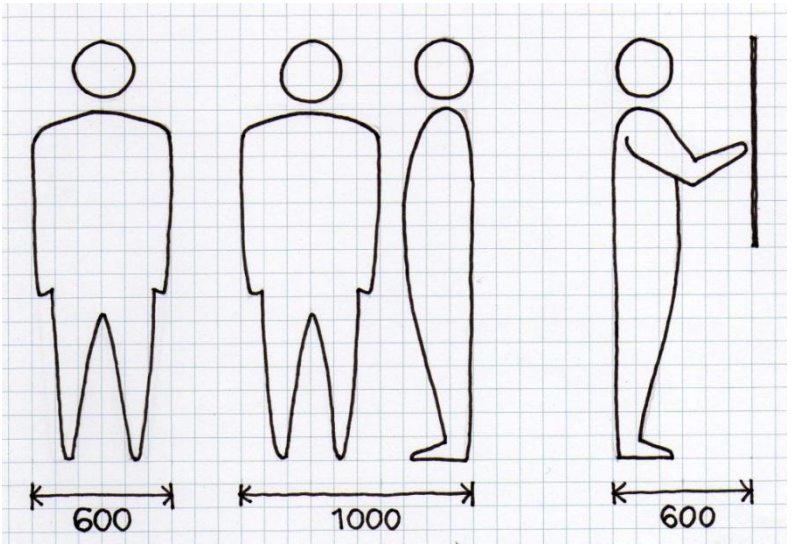
กิจกรรม	ผู้ใช้งาน	
	ผู้ใหญ่	นักเรียน (เด็ก)
ประตูทางเข้า	/	/
กระดานดำ	/	/
ทางเดินหน้าห้อง	/	/
ทางเดินด้านข้าง	/	/
ทางเดินหลังห้อง	/	/
ทางเดินระหว่างโต๊ะ	/	/
ทางเดินด้านหลังโต๊ะ	X	/
ตู้เก็บของ	X	/
โต๊ะนักเรียน	X	/
โต๊ะครู	/	X

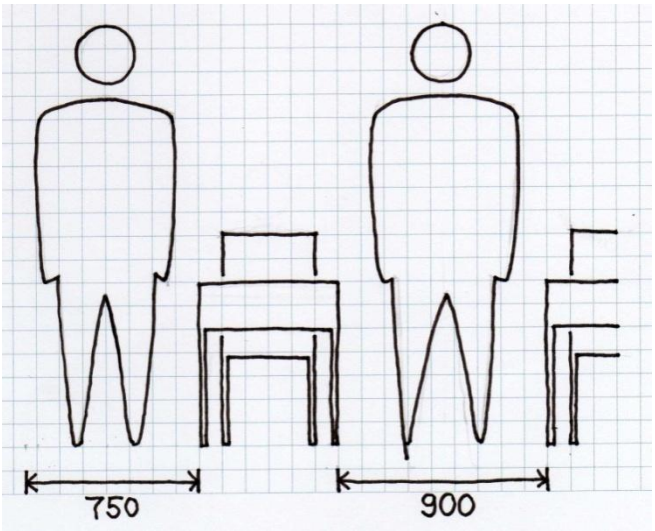
ตารางที่ 5.2 แสดงกิจกรรมการใช้งานในห้องเรียน

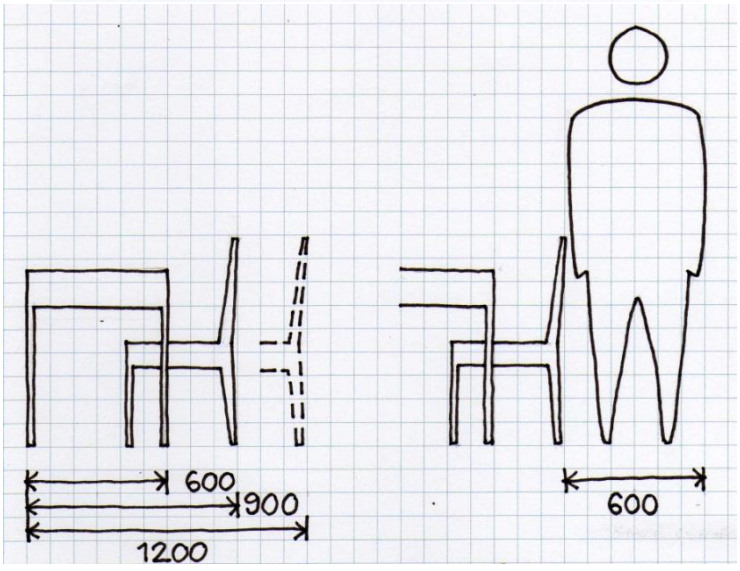
จากการวิเคราะห์ผู้ใช้อาคารในแต่ละส่วนนั้น พบว่า มีพื้นที่ใช้งานร่วมกัน คือ ประตูทางเข้าออก กระดานหน้าห้อง ทางเดินหน้าห้อง ทางเดินหลังห้อง และทางเดินระหว่างโต๊ะนักเรียน ทางเดินข้างห้อง ซึ่งในพื้นที่ที่ใช้ร่วมกันนี้ จะต้องออกแบบพื้นที่ให้สามารถรองรับการใช้งานของทั้งผู้ใหญ่และเด็กได้ เพราะผู้ใหญ่ต้องการพื้นที่ในการใช้งานมากกว่า เด็กจึงสามารถใช้งานในพื้นที่นั้นได้อย่างแน่นอน ส่วนพื้นที่โต๊ะนักเรียน ตู้เก็บของ และทางเดินหลังโต๊ะนักเรียนนั้น จะมีแต่เด็กนักเรียนเป็นผู้ใช้เท่านั้น (ผู้ใหญ่จะใช้พื้นที่บริเวณนี้จำนวนน้อยครั้งมาก) จึงออกแบบพื้นที่ให้ตอบสนองต่อความต้องการพื้นที่ของเด็กเท่านั้น เพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่ของห้องเรียน แต่สำหรับพื้นที่บริเวณโต๊ะครูประจำชั้น จะมีเพียงแต่ครูเท่านั้นที่เป็นผู้ใช้งานในบริเวณนี้ ในการออกแบบจึงคำนึงถึงแต่ความต้องการพื้นที่การใช้งานของผู้ใหญ่เท่านั้น

4.1.3 รายละเอียดความต้องการพื้นที่ใช้สอย

พื้นที่ใช้สอยที่ผู้ใหญ่ต้องการ

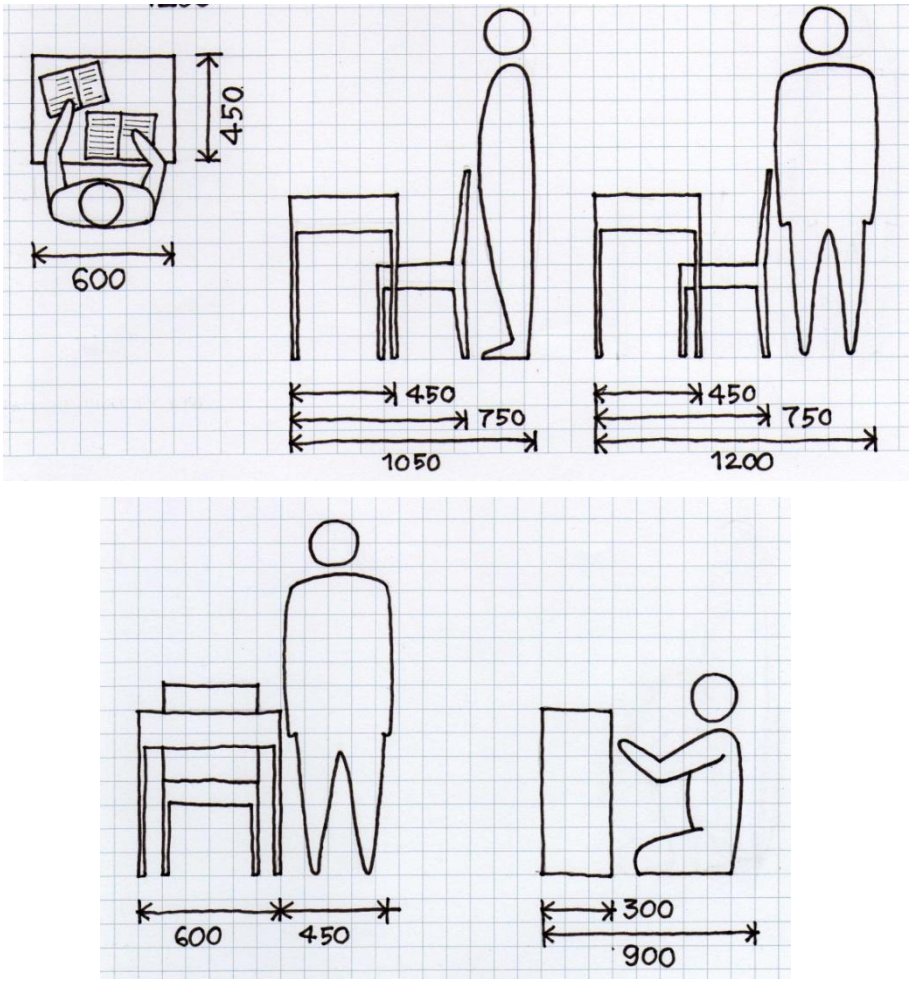






ภาพที่ 5.11 ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่ผู้ใหญ่ต้องการ

พื้นที่ใช้สอยที่เด็กนักเรียนต้องการ



ภาพที่ 5.12 ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่เด็กต้องการ

จากรายละเอียดความต้องการพื้นที่ใช้สอยของทั้งเด็กนักเรียนและผู้ใหญ่ พบว่าความต้องการขนาดเล็กที่สุดคือขนาด 30ซม และมีขนาดใหญ่ขึ้นไปเรื่อยๆ คือ 45ซม 60 ซม 75ซม 90ซม ตามลำดับ ลำดับละ 15ซม และมีความต้องการพื้นที่ใหญ่ที่สุดคือขนาด 120ซม ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ระยะประสานทางพิกัดของกิจกรรมการใช้งาน เป็นขนาด 15ซม. เพื่อให้สามารถรองรับกับความต้องการพื้นที่ใช้สอยได้

4.2 ระยะประสานทางพิกัดของวัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้

จากการศึกษาวัสดุก่อสร้างทาหลายประเภทเพื่อนำมาเป็นทางเลือกในการออกแบบอาคารโรงเรียนในโครงการโรงเรียนภาคใต้ พบว่าขนาดของวัสดุมีความหลากหลายทั้งขนาดเล็ก ใหญ่ และขนาดตามสั่ง โดยในการเลือกวัสดุที่จะนำไปใช้นั้น ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้วัสดุแผ่นสำเร็จรูปขนาดใหญ่ไปใช้ในการออกแบบเพื่อความสะดวกใน

การประกอบเตรียมชิ้นส่วน และในการก่อสร้างอาคาร โดยสามารดูรายละเอียดและเหตุผลในการเลือกวัสดุดังกล่าวได้ในบทที่ 6 เรื่องการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียน

วัสดุแผ่นสำเร็จรูปที่นำมาศึกษาเป็นทางเลือกนั้น มีขนาดมาตราฐาน คือ วัสดุแผ่นสำเร็จรูปจะมีขนาด 120ซม X 240ซม, 30ซม X 120ซม, 120ซม X ไม่กำหนดความยาว และวัสดุบางประเภทที่ใช้การสั่งตัดพิเศษจากโรงงานผลิต ซึ่งไม่จำกัดขนาดของชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง

จากขนาดของวัสดุก่อสร้างที่ผู้วิจัยทำการศึกษา และนำมาใช้ในการออกแบบก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ระยะประสานทางพิกัดของวัสดุก่อสร้างเป็นขนาด 30ซม.

บทที่ 6

การออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราว

1. การกำหนดรูปแบบอาคารเพื่อนำมาใช้ออกแบบปรับปรุง

1.1 การกำหนดลักษณะทั่วไปของอาคาร

โครงการอาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียวที่ทำการศึกษา มีที่ตั้งอยู่ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่จังหวัดปัตตานี นราธิวาส และยะลา ซึ่งพื้นที่ในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยนั้น ตั้งอยู่ในเขต สภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น [25] อากาศจะอบอุ่นตลอดปี เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แตกต่างกันไม่มากนัก เฉลี่ยประมาณ 26 °C และในหน้าร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27° C

สภาพท้องฟ้าทั่วไปมีเมฆมาก และมีแดดจัดเกือบตลอดปี ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งอ้อมไปทางทิศใต้มากกว่าทางทิศเหนือ โดยทั่วไปแล้วค่าเฉลี่ยความเร็วลมในช่วงกลางวันค่อนข้างต่ำ ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดอยู่ในช่วงเวลากลางคืน ส่วนอุณหภูมิอากาศจะค่อย ๆ สูงขึ้นในช่วงเช้าถึงกลางวัน และจะขึ้นสูงสุดในช่วงเวลา 13.00-15.00 น.

ในการออกแบบรูปทรงอาคาร อาคารต้องการรูปทรงที่ก่อให้เกิดการสูญเสียความร้อนให้กับบรรยากาศให้มากที่สุด นอกจากนั้นรูปทรงทางสถาปัตยกรรมต้องสกัดกั้นการได้รับความร้อนเพิ่มจากบรรยากาศให้มากที่สุดตลอดปี ซึ่งในพื้นที่เขตร้อนชื้น อาคารรูปทรงเรียวยาว อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 1 : 3 วางตามแกนตะวันออก-ตะวันตก จะสามารถตอบสนองการแก้ปัญหาทางสภาวะอุณหภูมิการแผ่รังสีได้ดีที่สุด[26]

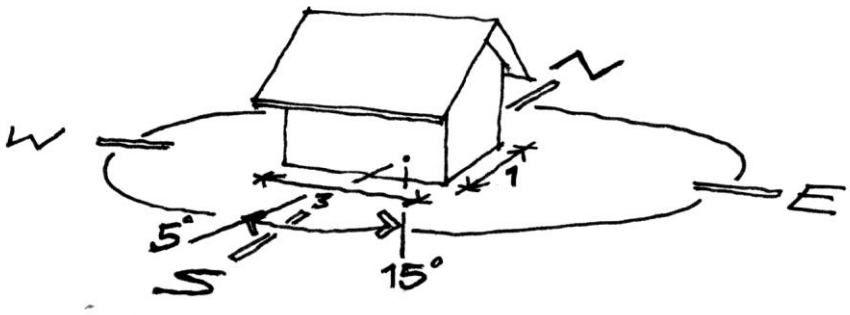
ในการกำหนดการวางทิศทางของอาคารที่เหมาะสมนั้น ต้องคำนึงถึง อุณหภูมิของอากาศกับการแผ่รังสี ความร้อน ซึ่ง ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันออกไปตามฤดูกาล และเมื่ออุณหภูมิทั่วไปสูงเกินควร อาคารควรจะหันหลบการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ นอกจากปริมาณความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์แล้ว ในการวางอาคาร ยังต้องคำนึงถึงการพัดของกระแสลม และการหมุนเวียนของอากาศภายในอาคารด้วย โดยลมที่พัดผ่านเข้าไปหมุนเวียนภายในอาคารในเขตร้อนชื้น ลมที่พัดผ่านเข้าไปช่วยให้ภายในอาคารมีสภาวะน่าสบาย และจากการศึกษา พบว่าอาคารควรมีตำแหน่งการวางทิศทางเบี่ยง (AZIMUTH หรือ BEARING

---

[25] สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[26] สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ANGLE) จากทิศใต้ 5° ไปทางทิศตะวันออก หรือมีแนวการแกว่ง (range) จาก 5° ไปทางทิศตะวันตกไปถึง 15° ไปทางทิศตะวันออก[27] เพื่อการลดการรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ และเพื่อการรับลมอย่างเหมาะสม



ภาพที 6.1 ขนาดสัดส่วน และการวางอาคารทีเหมาะสม

1.2 การกำหนดลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสม

การกำหนดลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมนี้ มุ่งเน้นการแก้ปัญหาด้านความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคาร และการพัดของกระแสลม เพื่อให้ผู้ใช้งานอาคาร สามารถใช้งานได้อย่างสบาย โดยจะแยกการพิจารณาตามองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม

1.2.1 การวางตำแหน่งอาคาร และการออกแบบบริเวณโดยรอบอาคาร

การวางตำแหน่งของอาคารในพื้นที่บริเวณภาคใต้ ควรวางอาคารตามแกนทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยวางอาคารเบี่ยงแกน5° ไปทางทิศตะวันตกไปถึง 15° ไปทางทิศตะวันออก

ในการออกแบบบริเวณโดยรอบอาคารนั้น ต้องคำนึงถึงการสะท้อนแสง และการถ่ายเทความร้อนจากบริเวณใกล้เคียง บริเวณโดยรอบอาคารจึงควรปลูกหญ้า หรือมีพืชคลุมดิน เพื่อป้องกันการสะท้อนแสงจากพื้น และปลูกต้นไม้ เพื่อป้องกันการสะท้อนแสงจากสภาพแวดล้อมโดยรอบ ในบางบริเวณอาจจะพิจารณาขุดบ่อน้ำแทนการทำพื้นคอนกรีตหรือสนามหญ้า เพราะน้ำดูดความร้อนช้า และการระเหยของน้ำจะทำให้อากาศโดยรอบเย็นลงด้วย

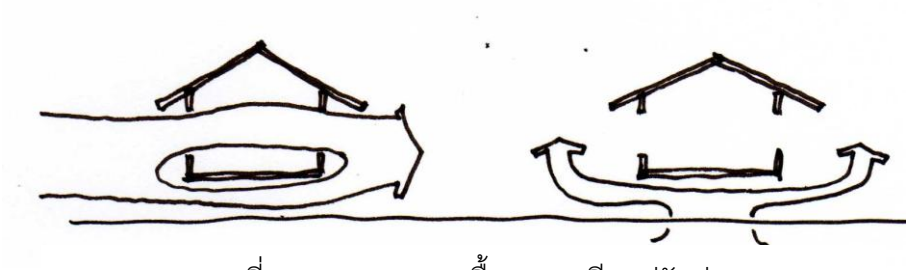
1.2.2 การออกแบบพื้นของอาคาร

พื้นของอาคารในบริเวณเขตร้อนชื้น ควรยกสูงจากพื้นดิน เพื่อลดความชื้นที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร และป้องกันความเสียหายกับตัวอาคารที่เกิดขึ้นจากความชื้น นอกจากนั้น

---

[27] สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

การยกพื้นยังช่วยในการระบายความร้อนได้เร็วมากขึ้น เนื่องจากเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการพัดผ่านของลม และหากในการออกแบบ พื้นที่ใช้นั้นสามารถมีช่องว่างระหว่างวัสดุ ก็จะยิ่งเป็นการช่วยเพิ่มการถ่ายเทอากาศให้มากขึ้น



ภาพที่ 6.2 การออกแบบพื้นอาคารเรียนปรับปรุง

1.2.3 การออกแบบผนังอาคาร

ในการออกแบบผนังอาคาร ต้องคำนึงถึงความต้องการแสงสว่าง ลม และต้องป้องกันแสงแดดที่จะเข้ามาภายในอาคารโดยตรงด้วย โดยในการคำนึงถึงการรับแสงแดดนั้น ต้องทำการออกแบบร่วมกับการออกแบบหลังคาด้วย

1.2.3.1 การคำนึงถึงแสงสว่าง

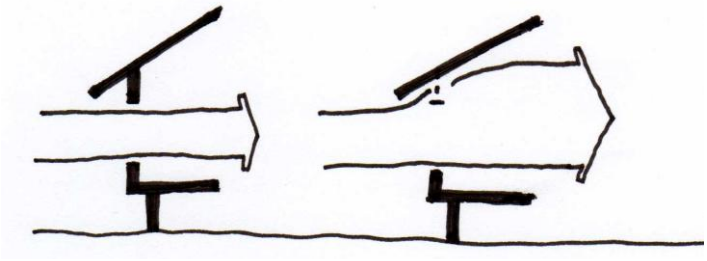
สำหรับอาคารเรียนนี้ ต้องการแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาภายในห้องมาก เนื่องจากต้องคำนึงถึงสุขอนามัยทางการมองเห็นของนักเรียน นอกจากนั้นยังเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในอนาคตได้อีกด้วย โดยแสงที่เข้ามาภายในอาคารนั้นไม่ควรเป็นแสงแดดโดยตรง เนื่องจากแสงแดดโดยตรงจะนำพาความร้อนเข้ามาภายในอาคารด้วย และหากช่องเปิดที่ออกแบบมีขนาดไม่พอเพียงกับความต้องการแล้ว อาจเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงมาช่วยก็ได้

ภาพที่ 6.3 การออกแบบผนังอาคารเรียนปรับปรุง (1)

1.2.3.2 การคำนึงถึงการระบายลม

การออกแบบผนัง นอกจากการคำนึงเรื่องความสว่างที่ต้องการแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการระบายลมของอาคารด้วย โดยลมนั้นจะสามารถพัดผ่านช่องเปิดได้ และหากช่องเปิดที่ออกแบบนั้นไม่พอเพียงกับการระบายอากาศ สามารถ

เลือกใช้วัสดุที่มีช่องสามารถระบายอากาศได้ แต่แสงแดดไม่สามารถส่องผ่านได้มาใช้เสริมกับช่องเปิดก็ได้ เพื่อความสามารถในการระบายลม และลดความร้อนให้กับอาคาร



ภาพที่ 6.4 การออกแบบผนังอาคารเรียนปรับปรุง (2)

1.2.4 การออกแบบหลังคา

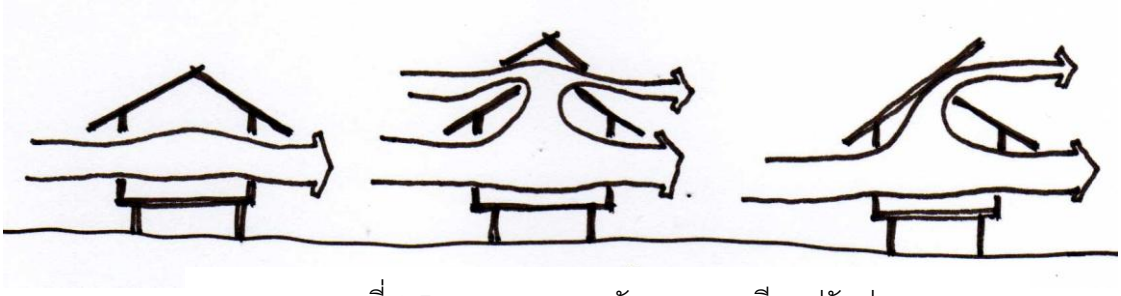
ในพื้นที่บริเวณภาคใต้ เป็นพื้นที่ที่มีฝนตกชุก มีแดดจัด และอุณหภูมิทั่วไปค่อนข้างสูง ในการออกแบบหลังคาจึงต้องคำนึงถึงทั้งการกันแดดกันฝน และการเพิ่มความสามารถในการระบายอากาศ

1.2.4.1 การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมภายนอก

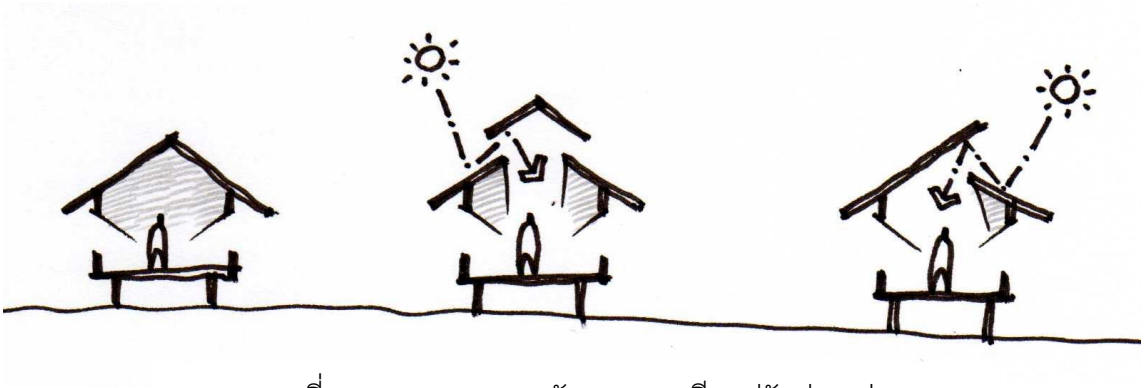
เนื่องจากบริเวณภาคใต้เป็นบริเวณที่มีฝนตกชุก และมีแดดจัด จึงควรออกแบบหลังคาให้มีระยะยื่นที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดแสงแดดที่จะส่องเข้ามาภายในอาคารโดยตรง และควรออกแบบหลังคาให้มีความลาดเอียงเพื่อให้สามารถระบายน้ำฝนได้ ไม่เกิดน้ำขัง รวมถึงเป็นการลดการรั่วของหลังคาด้วย

1.2.4.2 การคำนึงถึงการระบายความร้อน และแสงสว่าง

อาคารในเขตร้อนชื้น ต้องมีความสามารถในการระบายความร้อนภายในอาคารออกไปด้านนอกได้ดี เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิภายในห้อง หลังคาจึงควรออกแบบให้มีช่องเปิด เพื่อเพิ่มการระบายอากาศ เนื่องมาจากอากาศเมื่อได้รับความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น จึงควรเปิดช่องระบายอากาศส่วนบนสุดของหลังคา ลมที่พัดผ่านเข้ามาจะสามารถพัดพาความร้อนออกไปอีกทางหนึ่งได้ และนอกจากจะช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคารแล้ว ยังเป็นการเพิ่มแสงสว่างที่จะส่องเข้ามาภายในอาคารได้อีกด้วย



ภาพที่ 6.5 การออกแบบหลังคาอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.5 การออกแบบหลังคาอาคารเรียนปรับปรุง (ต่อ)

2. การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม (จากการวิเคราะห์เสนอแนะแนวทาง)

2.1 ส่วนฐานรากอาคาร

- แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป

แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป มีความทนทานสูง สามารถสั่งการผลิตได้ตามแบบ ทั้งขนาดความกว้าง ยาว ความหนา และหน้าตัด ตามความเหมาะสมในการรับแรง ทั้งยังสามารถผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนก่อนนำมาติดตั้งได้ ทำให้สามารถลดเวลาในการติดตั้งและประกอบอาคารได้ ในการเตรียมพื้นที่ในการก่อสร้าง ต้องทำการปรับพื้นที่ให้เรียบ ทำการอัดดินและทรายให้แน่น เพื่อลดการทรุดตัวของอาคารในอนาคต

ชิ้นส่วนของแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูปนั้นมีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักเบาพอที่จะสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยแรงงานคน ในการติดตั้งสามารถทำการปรับระยะต่างๆได้ละเอียด และแม่นยำ ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อการประกอบชิ้นส่วนอาคารอื่นๆ นอกจากนั้น หากทำการเคลื่อนย้ายอาคารเพื่อนำไปติดตั้งในสถานที่อื่น ก็สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายด้วยแรงงานคน และสามารถนำแผ่นพื้นเดิมไปใช้ได้ในอาคารใหม่

2.2 ส่วนโครงสร้างพื้น

- เหล็กรูปพรรณ (ส่วนโครงสร้างพื้นหลัก)

เหล็กเป็นวัสดุที่แข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มาก เมื่อเทียบกับน้ำหนักของตัววัสดุเอง วัสดุมีขนาด หน้าตัด และความหนา ที่หลากหลาย ทั้งขนาดชิ้นส่วนโครงสร้างและรอยต่อต่างๆ และสามารถทำการออกแบบให้ตอบสนองความต้องการเฉพาะได้ นอกจานั้นยังสามารถตัดและประกอบจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้ จึงช่วยลดเวลาในการก่อสร้างในสถานที่จริง หากต้องการเคลื่อนย้ายอาคารไปติดตั้งในสถานที่ใหม่ สามารถถอดและเคลื่อนย้ายส่วนโครงสร้างเหล็กรูปพรรณได้สะดวก โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือหนัก

เนื่องจากเหล็กเป็นวัสดุโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา ใช้แรงงานคนในการขนย้ายและติดตั้งวัสดุโครงสร้างได้โดยง่าย นอกจากนั้นยังสามารถประหยัดโครงสร้างส่วนฐานรากได้อีกด้วย

- โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก (ส่วนโครงสร้างพื้นรอง)

โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา มีความคงทนสูง ไม่เป็นสนิม และสามารถรับน้ำหนักได้มาก ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้อย่างสะดวก สามารถออกแบบได้ทั้งขนาดของโครงสร้าง ความหนาของเหล็กโครงสร้าง และความยาว ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้ทำการตัดแต่งและเจาะรูต่างๆมาจากโรงงาน ในการติดตั้งนั้นมาสารถทำได้โดยสะดวก ไม่เสียเวลาในการวัดและตัดแต่งวัสดุในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างลงไปได้

นอกจากนี้ ในการถอดแยกชิ้นส่วนต่างๆเพื่อนำไปก่อสร้างในสถานที่ใหม่ก็สามารถทำได้ง่าย และไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับตัววัสดุเอง ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการซ่อมแซมวัสดุ หรือทำขึ้นใหม่

2.3 ส่วนโครงสร้างผนัง

-โครงเคร่าเหล็กเบารับน้ำหนัก

โครงเคร่าเหล็กเบารับน้ำหนัก มีความแข็งแรงสูง มีน้ำหนักเบา และป้องกันการเกิดสนิมได้ ทำให้สามารเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้อย่างสะดวกด้วยแรงงานคน สามารถออกแบบได้ทั้งขนาดของโครงสร้าง ความหนาของเหล็กโครงสร้าง และความยาว ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้ทำการตัดแต่งและเจาะรูต่างๆมาจากโรงงาน และยังสามารถทำการประกอบในโรงงานได้ ทำให้ลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้ นอกจากนั้นยังมีความคลาดเคลื่อนในการวัด และตัดชิ้นส่วนประกอบน้อย ทำให้ลดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนในระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องในภายหลังได้

ในการก่อสร้าง สามารถประกอบผนังทั้งผืนด้วยโครงเหล็กเบารับน้ำหนักทั้งผืนในโรงงานก่อนการติดตั้งได้ เนื่องจากวัสดุมีความแข็งแรง และมีความยืดหยุ่นสูง สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนผนังได้ทั้งผืน โดยผืนผนังนี้จะสามารถบิดงอได้ในขณะทำการเคลื่อนย้ายและติดตั้ง โดยที่ไม่ได้ทำความเสียหายให้กับโครงสร้างผืนผนัง

2.4 ส่วนโครงสร้างหลังคา

-โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก

โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักเป็นวัสดุที่แข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มาก มีน้ำหนักเบา ใช้แรงงานคนในการขนย้าย และติดตั้งวัสดุโครงสร้างได้โดยง่าย นอกจากนั้นยังป้องกันการเกิดสนิมได้ มีขนาด หน้าตัด และความหนา ที่หลากหลาย สามารถออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะได้ ทั้งขนาดชิ้นส่วนโครงสร้าง และรอยต่อต่างๆ และสามารถทำการตัดและประกอบจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้ ซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพและความเที่ยงตรงของงานได้ดีกว่าการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถลดเวลาในการก่อสร้างในสถานที่ได้

ในการประกอบติดตั้ง และเคลื่อนย้ายโครงสร้างนั้น สามารถทำการประกอบโครงหลังคาขึ้นทั้งผืนจากโรงงานก่อนทำการเคลื่อนย้ายไปประกอบในสถานที่ก่อสร้างได้ เนื่องจากวัสดุมีความแข็งแรง และมีความยืดหยุ่นสูง สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนโครงหลังคาได้ทั้งผืนโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้าง

2.5 วัสดุกรุผิวพื้น

-แผ่นซีเมนต์บอร์ด

แผ่นซีเมนต์บอร์ด เป็นวัสดุแผ่นที่มีความแข็งแรงสูง สามารถรับแรงกระแทกได้ดี มีน้ำหนักเบา มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถกันน้ำและความชื้นได้ สามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้สะดวกด้วยแรงงานคน นอกจากนั้นยังมีพื้นผิวที่เรียบและแข็ง สามารถใช้งานได้เลยโดยที่ไม่ต้องมีการแต่งผิวอีกครั้ง จึงทำให้ไม่เสียเวลาในการก่อสร้าง

การประกอบอาคารในสถานที่ก่อสร้างใหม่นั้น สามารถทำได้สะดวก สามารถตัดแต่งวัสดุได้สะดวก ในการถอดชิ้นส่วนนั้นสามารถทำได้ง่าย และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนวัสดุเนื่องจากวัสดุมีความแข็งแรงสูง ในการประกอบขึ้นใหม่นั้นก็สามารถติดตั้งได้ง่าย สามารถใช้สกรูขันยึดให้แน่นได้โดยใช้ตำแหน่งเจาะเดิม

2.6 วัสดุกรุผิวผนังภายนอก และผนังภายใน

-แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด (วัสดุหลัก)

แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด เป็นวัสดุแผ่นที่มีน้ำหนักเบา แต่ไม่ค่อยแข็งแรงมากนัก มีความยืดหยุ่นตัวสูง มีความสามารถในการกันความร้อน และกันเสียงรบกวนได้ดี

นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการกระจายแสงได้ดีด้วย สามารถเพิ่มความสว่างให้กับพื้นที่ใช้งานได้ดี

ในการประกอบติดตั้ง เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ทำให้สามารถประกอบติดเข้ากับโครงสร้างผนังจากโรงงาน และสามารถเคลื่อนย้ายผนังเข้าติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างจริงได้ด้วยแรงงานคน วัสดุมีความสามารถในการยืดหยุ่นตัวสูง ทำให้ไม่เกิดความเสียในการขนย้ายผืนผนัง

- กระเบื้องโปร่งแสง (วัสดุรอง)

กระเบื้องโปร่งแสง มีลักษณะเด่นคือ สามารถให้แสงทะลุผ่านได้บางส่วน มีขนาดและหน้าตัดของกระเบื้องให้เลือกใช้หลากหลาย กระเบื้องโปร่งแสงเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถขนย้ายได้ง่ายด้วยแรงงานคน นอกจากนั้นในการประกอบติดตั้งก็สามารถทำได้ง่าย โดยมีวิธีการเหมือนกันติดแผ่นผนังทั่วไป

ในการติดตั้งกระเบื้องโปร่งแสงสำหรับผนัง เลือกใช้แบบพับตัว Z เพื่อเพิ่มความสว่างในอาคาร และเพื่อเพิ่มการระบายลมให้กับอาคารด้วย และในการติดตั้ง จะต้องทำการติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ไม่โดนแสงแดดโดยตรง และติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีการเคลื่อนไหวหรือสัมผัสมากนัก

2.7 วัสดุมุงหลังคา

- เหล็กรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อน

แผ่นเหล็กรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อน เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความทนทานต่อการใช้งานและสภาพแวดล้อมสูง เป็นวัสดุที่มีขนาดแผ่นใหญ่ มีรอยต่อของวัสดุน้อย ทำให้ลดปัญหาเรื่องรอยรั่วของหลังคาได้ มีความสามารถในการป้องกันความร้อน และเสียงรบกวนเข้าสู่ตัวอาคารได้ดี และเนื่องจากวัสดุแผ่นเหล็กรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อนนั้นมีน้ำหนักเบา การติดตั้งจึงทำได้สะดวกด้วยแรงงานคน

เนื่องจากเหล็กรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อนมีความแข็งแรงสูง ความถี่ของโครงสร้างหลังคาจึงน้อยลง ทำให้ไม่เสียเวลาในการติดตั้งโครงสร้างหลังคามากนัก และตัววัสดุมุงหลังคาเองมีขนาดแผ่นใหญ่ การติดตั้งจึงสะดวกรวดเร็วขึ้น

2.8 ประตู และหน้าต่าง

- อลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นวัสดุที่มีความทนทาน สามารถติดตั้งได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ทนต่อแสงแดด และความชื้น สามารถออกแบบได้ทั้งขนาดของหน้าบาน และลูก

ฟัก โดยสามารถใช้กระจก และบานเกล็ดเป็นลูกฟักได้ ทำให้มีแสงสว่างและการระบายอากาศในอาคารเพิ่มขึ้น

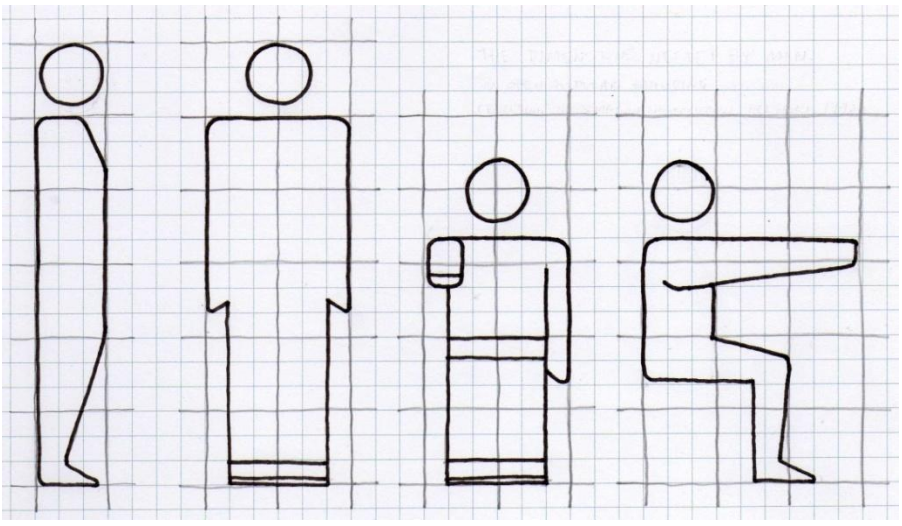
การติดตั้งประตูหน้าต่างอลูมิเนียมนั้น สามารถสั่งขนาดประกอบจากโรงงานได้ สามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้ ในการติดตั้งสามารถขนย้ายและติดตั้งได้ง่าย เนื่องจากมีน้ำหนักเบา และวัสดุมีความแข็งแรง

3. การกำหนดระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสม เพื่อการออกแบบ

ในการกำหนดระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ ผู้วิจัยได้ศึกษาระยะประสานทางพิกัดจาก หน่วยพิกัดในการใช้งาน (Performance Module) และหน่วยพิกัดวัสดุก่อสร้าง (Material Module) จากนั้นทำการกำหนดขนาดและระยะทางพิกัดที่สัมพันธ์กัน เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดแนวทางในการออกแบบ

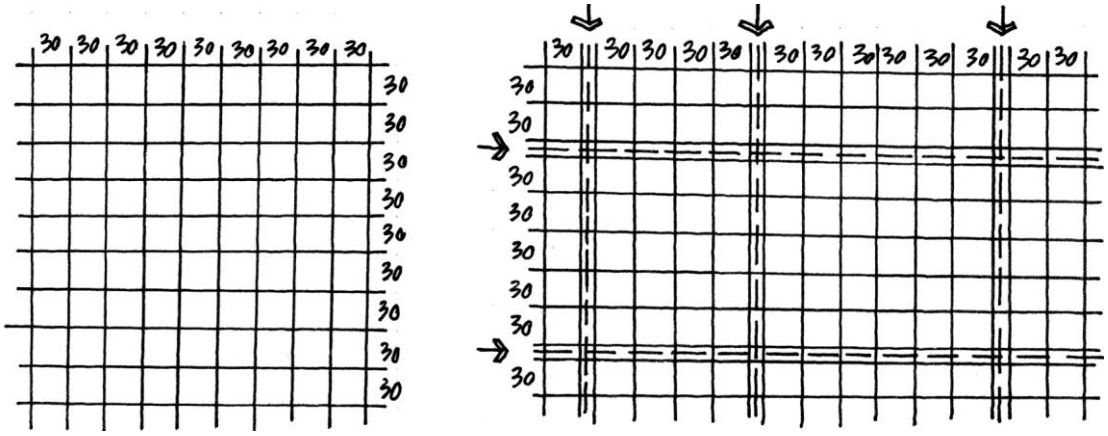
จากการศึกษาขนาดของพื้นที่ใช้สอยของผู้ใช้อาคาร และการศึกษาวัสดุก่อสร้างที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ พบว่าระยะประสานทางพิกัดของกิจกรรมการใช้งานที่เหมาะสมคือขนาด 15ซม.(อ้างอิงจากการวิเคราะห์ในบท 5.4.1 หน้า 101) สำหรับระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสมของวัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้ คือขนาด 30 ซม.(อ้างอิงจากการวิเคราะห์ในบท 5.4.2 หน้า 102)

ในการกำหนดและหาความสัมพันธ์กันระหว่างระยะพิกัดของกิจกรรมการใช้งาน และระยะประสานทางพิกัดของวัสดุก่อสร้าง ผู้วิจัยได้อ้างอิงขนาดพิกัดของกิจกรรมการใช้งานจาก AN OPEN MODULAR BUILDING SYSTEM (BUILDING INFORMATION INSTITUTION, HELSINKI) ซึ่งกำหนดว่าขนาดพื้นฐานของกิจกรรมการใช้งานคือขนาด 30ซม ซึ่งเท่ากับขนาดระยะประสานทางพิกัดของวัสดุก่อสร้างที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ระยะประสานทางพิกัดสำหรับการออกแบบเป็นขนาด 30ซม



ภาพที่ 6.6 ระยะประสานทางพิกัดที่นำมาใช้ในการอกแบบอาคารเรียนปรับปรุง

การออกแบบตารางพิกัดในการออกแบบ ผู้วิจัยเลือกใช้ ตารางพิกัดแบบไม่ต่อเนื่อง[28] ซึ่งเป็นตารางที่แยกตารางต่อเนื่องออกจากกันเป็นส่วน ๆ โดยมีเขตเป็นกลางของขนาดส่วนประกอบอาคารที่ไม่ลงพิกัดขวางอยู่เป็นระยะ ซึ่งการเลือกใช้ตารางพิกัดรูปแบบนี้จะมีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ออกแบบ สามารถทำให้ออกแบบได้หลากหลายมากขึ้น และเอื้อต่อการออกแบบการต่อผนังอาคาร และการขยายพื้นที่อาคาร



ภาพที่ 6.6 ตารางพิกัดแบบไม่ต่อเนื่องที่นำมาใช้ในการออกแบบ

4. แบบปรับปรุงอาคารเรียน

ในการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียน ผู้ออกแบบได้แบ่งการออกแบบห้องเรียนออกเป็น 3 ขนาด เพื่อทำให้สามารถตอบสนองกับทุกความต้องการพื้นที่ใช้สอยในแต่ละห้องเรียนได้ตามจำนวนนักเรียนในห้องเรียน คือ

4.1 ห้องเรียนขนาดเล็ก รองรับนักเรียนจำนวน 25 คน ถึง 30 คน

4.2 ห้องเรียนขนาดกลาง รองรับนักเรียนจำนวน 31 คน ถึง 40 คน

4.3 ห้องเรียนขนาดใหญ่ รองรับนักเรียนจำนวน 41 คน ถึง 50 คน

นอกจากจะคำนึงถึงขนาดพื้นที่ใช้สอยภายในแล้ว ในการออกแบบยังคำนึงถึงสุขอนามัยในการมองเห็นของเด็กนักเรียนด้วย โดยคำนึงถึงระยะในการมองเห็นที่ไม่ไกล และไม่ใกล้จนเกินไป คือ ระยะห่างระหว่างนักเรียนถึงกระดานหน้าห้อง สำหรับเด็กนักเรียนแถวหน้า ควรนั่งห่างไม่น้อยกว่า 2 เมตร และนักเรียนแถวหลังควรนั่งห่างกระดานหน้าห้องไม่เกิน 10 เมตร[29]

ในการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอาคาร ผู้วิจัยใช้ชิ้นส่วนฐานอาคาร 2 แบบ ชิ้นส่วนพื้นอาคาร 6 แบบ ชิ้นส่วนผนังอาคาร 7 แบบ ชิ้นส่วนหลังคา 2 แบบ โดยอาคารเรียนทั้ง 3 ขนาดจะใช้ชิ้นส่วนอาคารร่วมกันเพื่อให้สะดวกต่อการเตรียมชิ้นส่วนอาคารต่างๆล่วงหน้า

---

[28] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ. การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2513: 18.

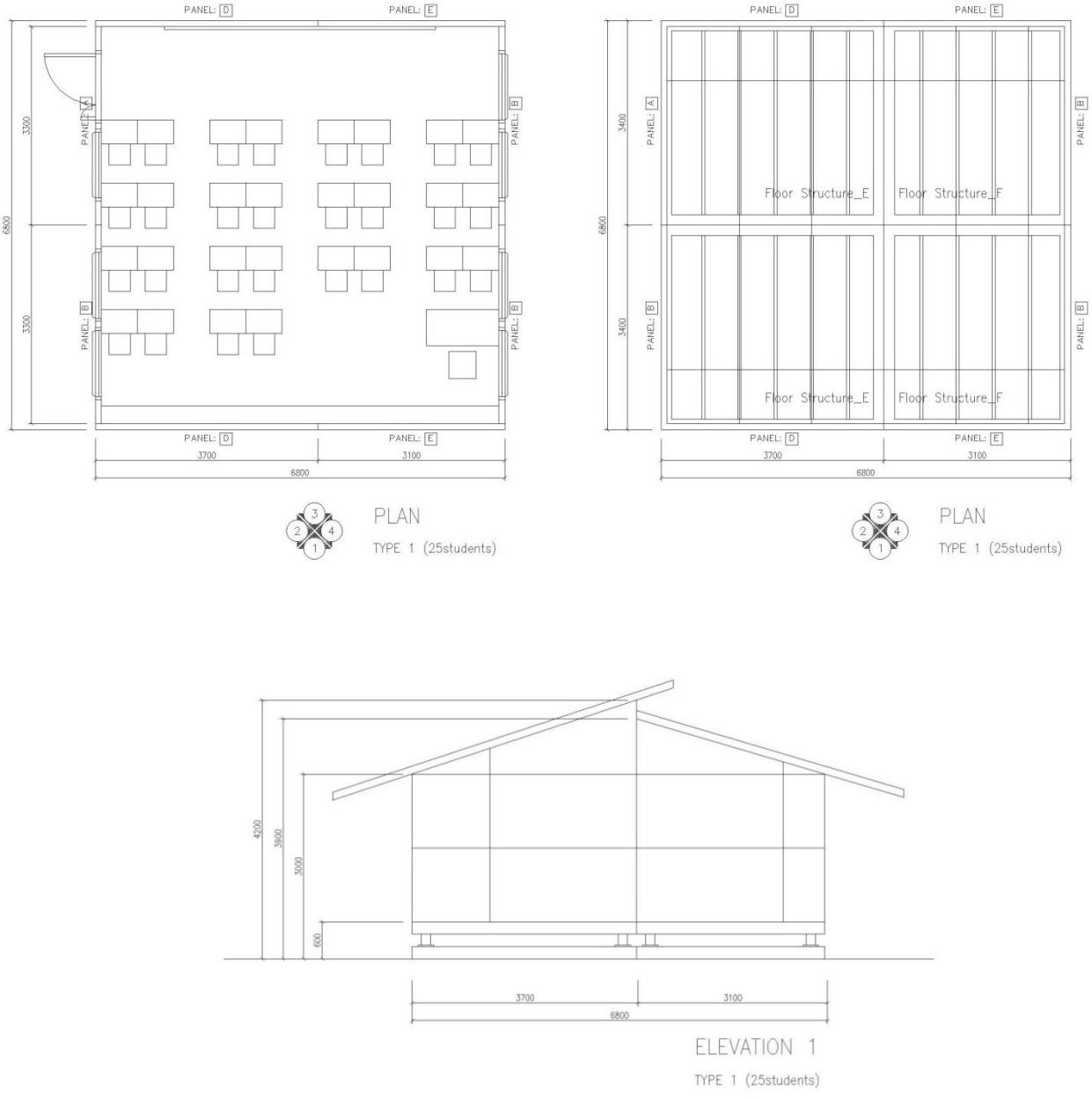
[29] สุชาติ โสมประยูร, โครงการโรงเรียนสุขภาพ, กรุงเทพ: ไทยวัฒนาพานิช, 2514.

4.1 แบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราว

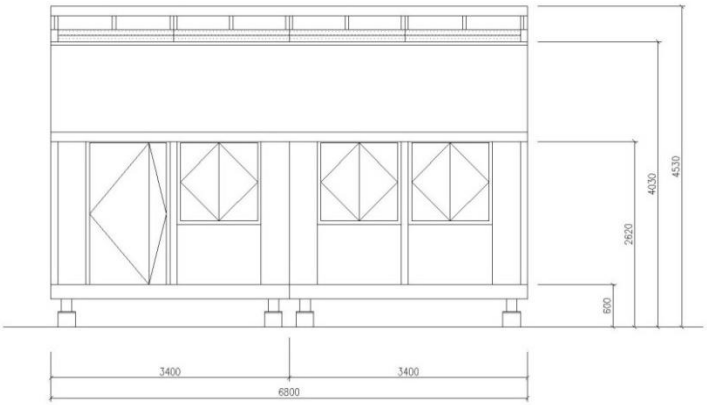
4.1.1 ห้องเรียนขนาดเล็ก

ห้องเรียนขนาดเล็กนี้มีขนาดกว้าง 6.8 เมตรและยาว 6.8 เมตร พื้นที่ใช้สอย 46.24 ตารางเมตร สามารถจุนักเรียนได้ 25 คน ถึง 30 คน หรือพื้นที่ใช้สอยประมาณ 1.85 ตารางเมตร ต่อนักเรียน 1 คน

ชิ้นส่วนโครงสร้างของอาคารนั้น แบ่งเป็นโครงสร้างพื้น 2 แบบ คือชิ้นส่วนพื้น E และ F โครงสร้างผนัง 4 แบบ คือชิ้นส่วนผนัง A, B, D และ E โครงหลังคา 2 แบบ คือโครงหลังคา A และ B

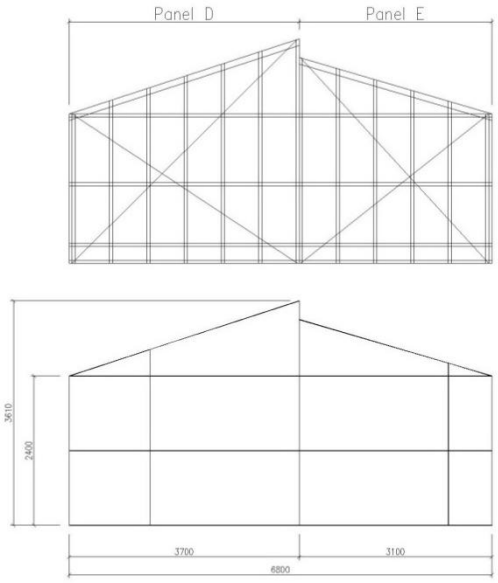


ภาพที่ 6.7 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดเล็ก



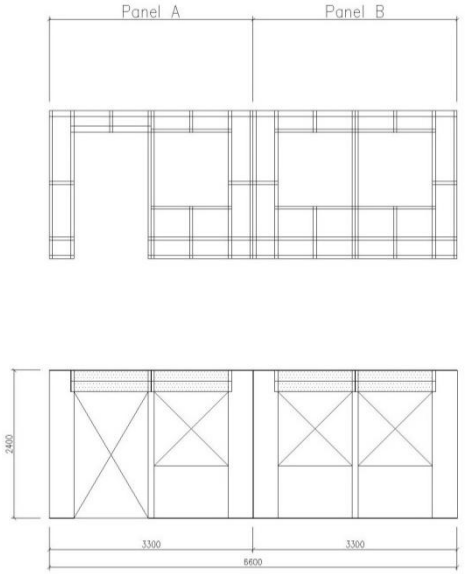
ELEVATION 2

TYPE 1 (25students)

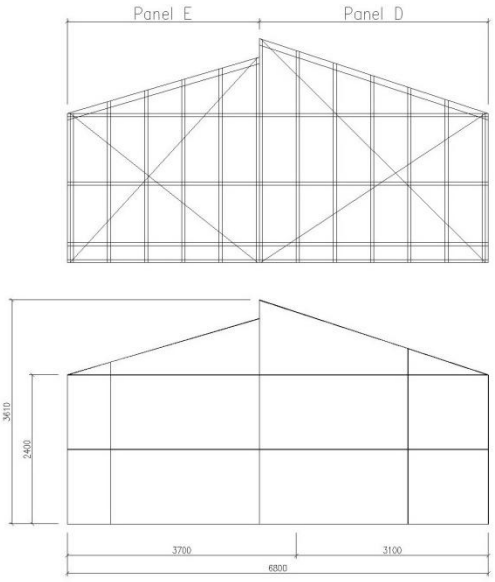


ELEVATION 1
Panel D+E

TYPE 1 (25students)

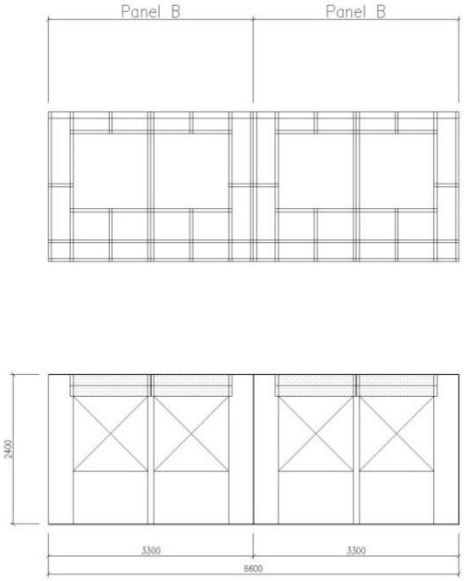


ELEVATION 2
Panel A+B



ELEVATION 3
Panel E+D

TYPE 1 (25students)



ELEVATION 4
Panel B+B

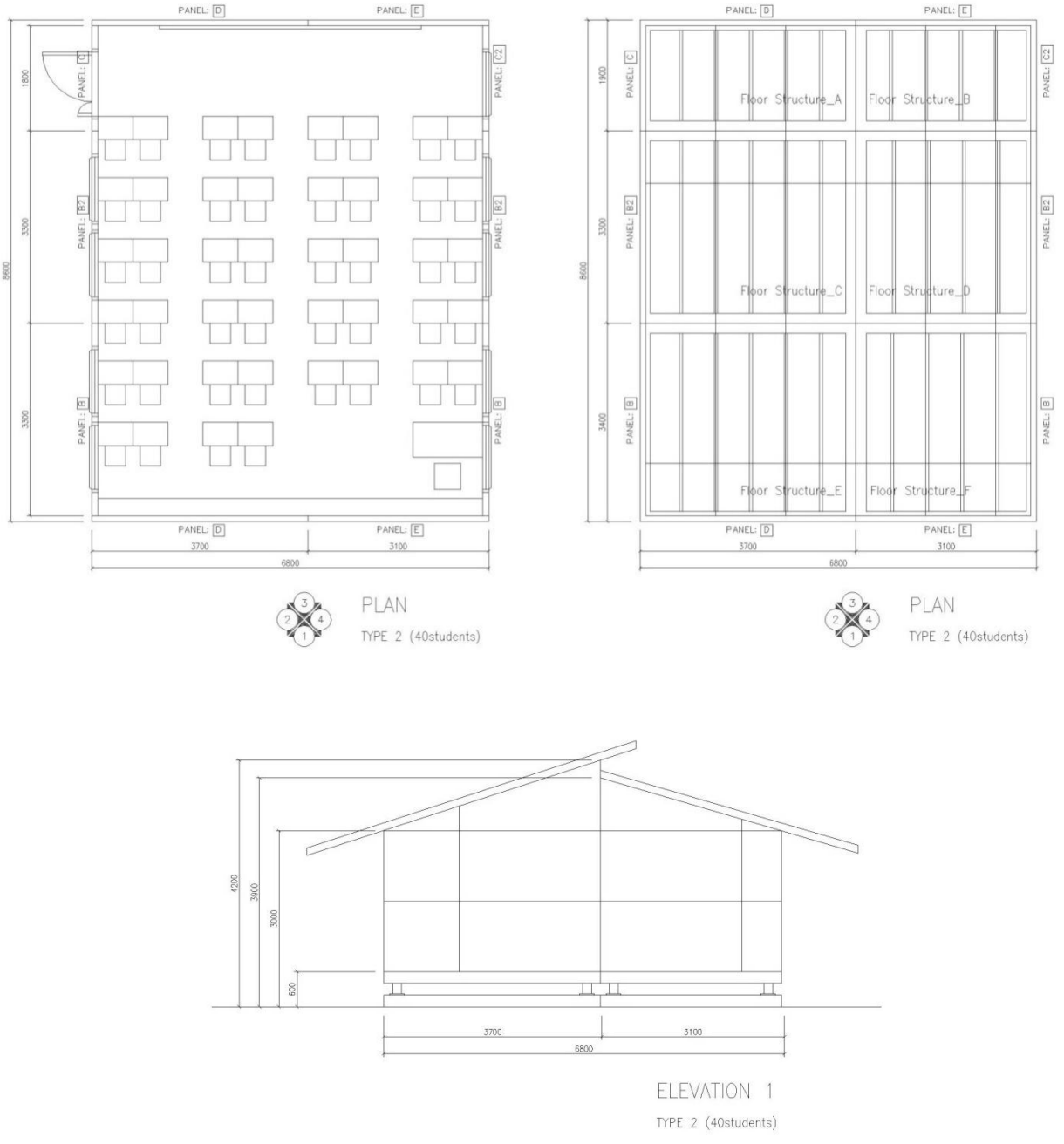
TYPE 1 (25students)

ภาพที่ 6.7 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดเล็ก (ต่อ)

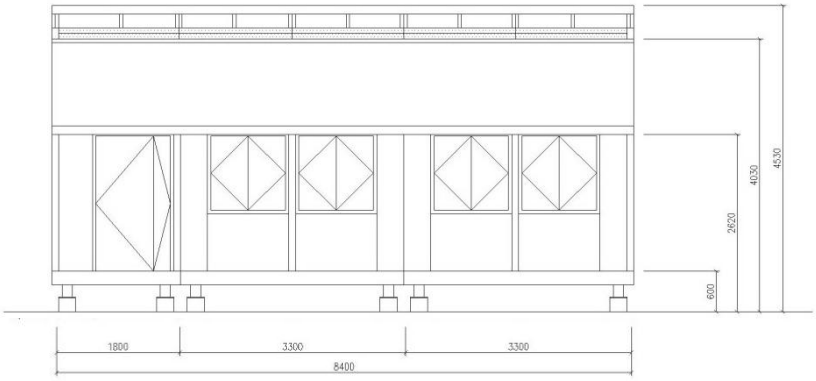
4.1.2 ห้องเรียนขนาดกลาง

ห้องเรียนขนาดกลางนี้มีขนาดกว้าง 6.8 เมตรและยาว 8.6 เมตร พื้นที่ใช้สอย 58.48 ตารางเมตร สามารถจุนักเรียนได้ 40 คน ถึง 46 คน หรือพื้นที่ใช้สอยประมาณ 1.47 ตารางเมตร ต่อนักเรียน 1 คน

ชิ้นส่วนโครงสร้างของอาคารนั้น แบ่งเป็นโครงสร้างพื้น 6 แบบ คือชิ้นส่วนพื้น A, B, C, D, E และ F โครงสร้างผนัง 6 แบบ คือชิ้นส่วนผนัง B, B2, C, C2, D และ E โครงหลังคา 2 แบบ คือโครงหลังคา A และ B

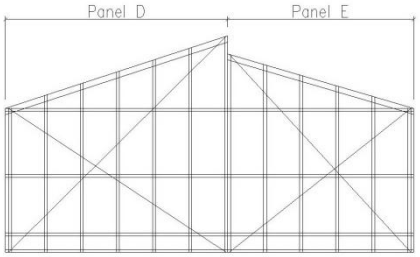


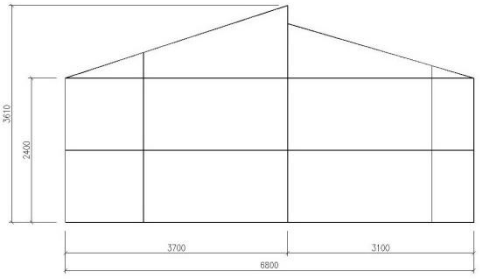
ภาพที่ 6.8 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดกลาง



ELEVATION 2

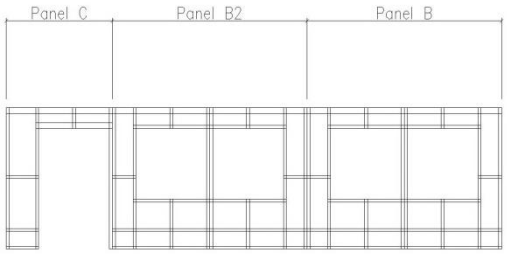
TYPE 2 (40students)

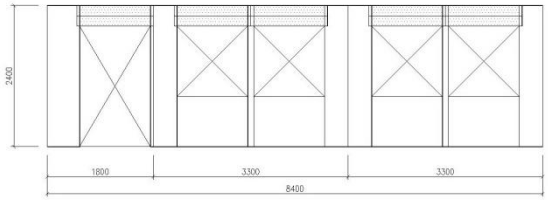




ELEVATION 1
Panel D+E

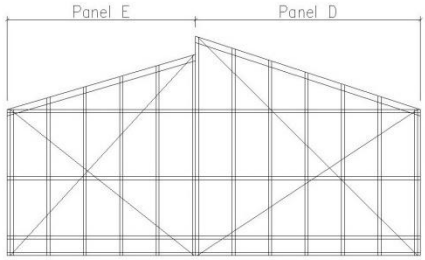
TYPE 2 (40students)

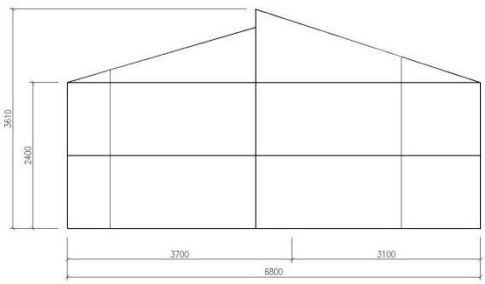




ELEVATION 2
Panel C+B2+B

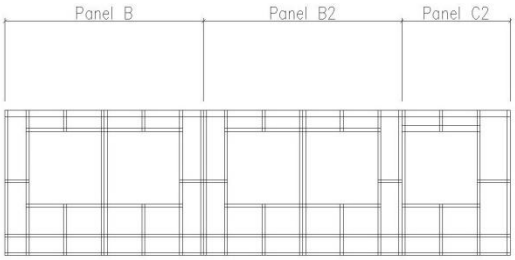
TYPE 2 (40students)

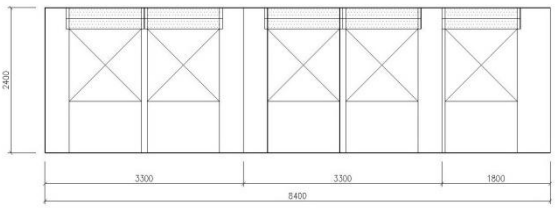




ELEVATION 3
Panel E+D

TYPE 2 (40students)





ELEVATION 4
Panel B+B2+C2

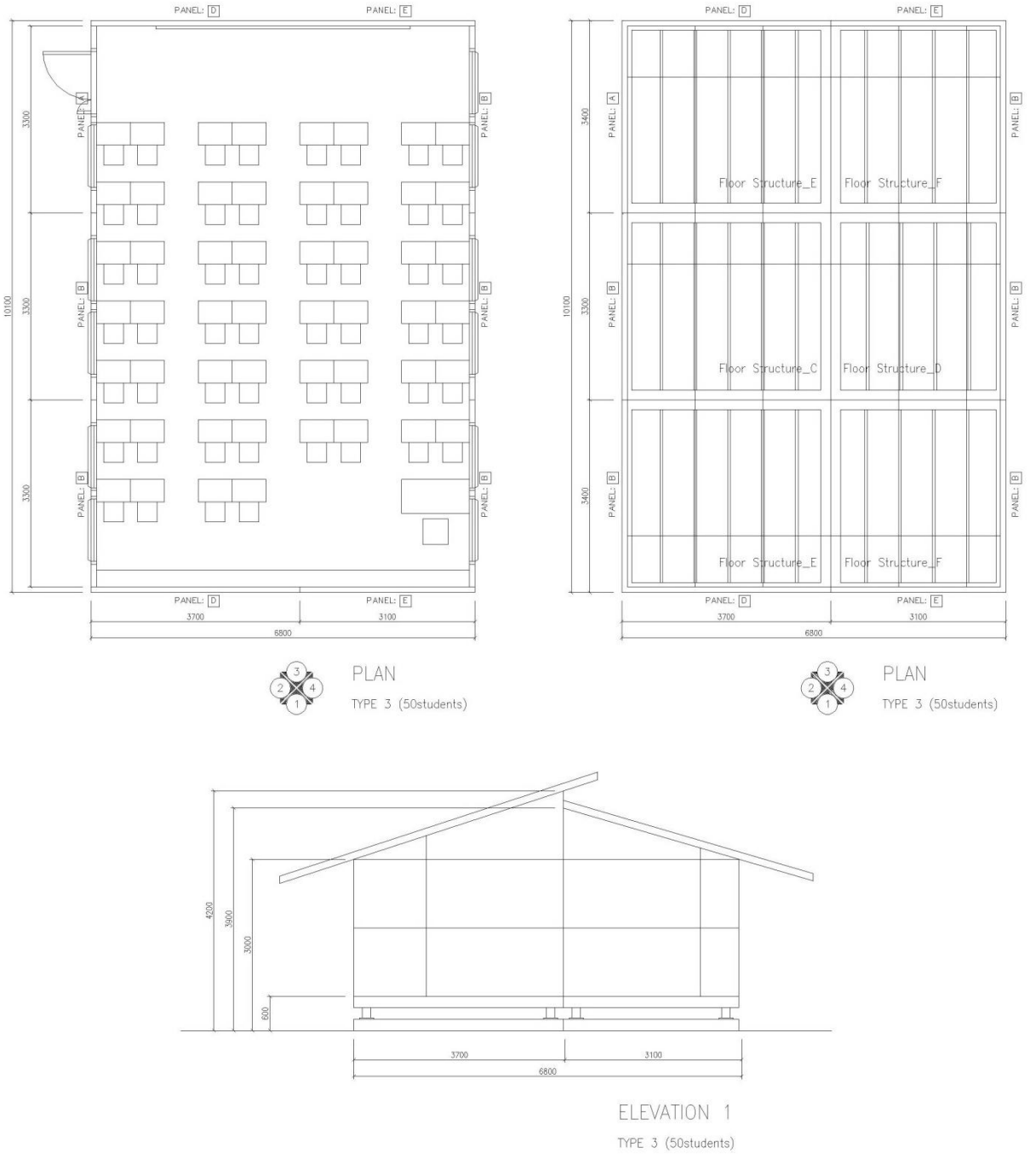
TYPE 2 (40students)

ภาพที่ 6.8 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดกลาง (ต่อ)

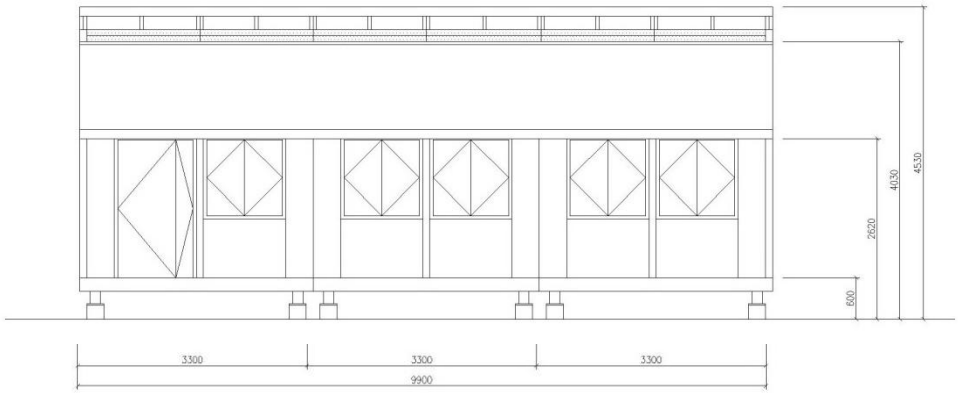
4.1.3 ห้องเรียนขนาดใหญ่

ห้องเรียนขนาดใหญ่นี้มีขนาดกว้าง 6.8 เมตรและยาว 10.1 เมตร พื้นที่ใช้สอย 68.68 ตารางเมตร สามารถจุนักเรียนได้ 48 คน ถึง 54 คน หรือพื้นที่ใช้สอยประมาณ 1.43 ตารางเมตร ต่อนักเรียน 1 คน

ชิ้นส่วนโครงสร้างของอาคารนั้น แบ่งเป็นโครงสร้างพื้น 4 แบบ คือชิ้นส่วนพื้น C, D, E และ F โครงสร้างผนัง 4 แบบ คือชิ้นส่วนผนัง A, B, D และ E โครงหลังคา 2 แบบ คือโครงหลังคา A และ B

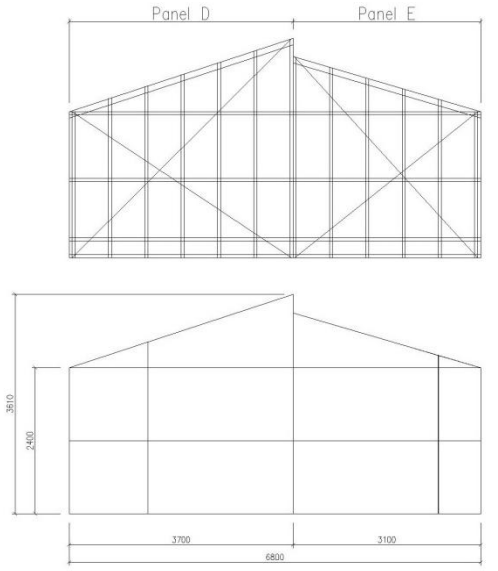


ภาพที่ 6.9 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดใหญ่



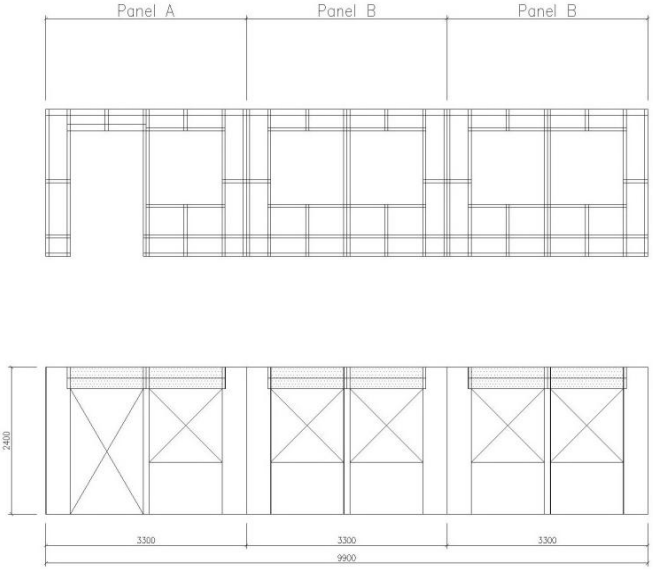
ELEVATION 2

TYPE 3 (50students)



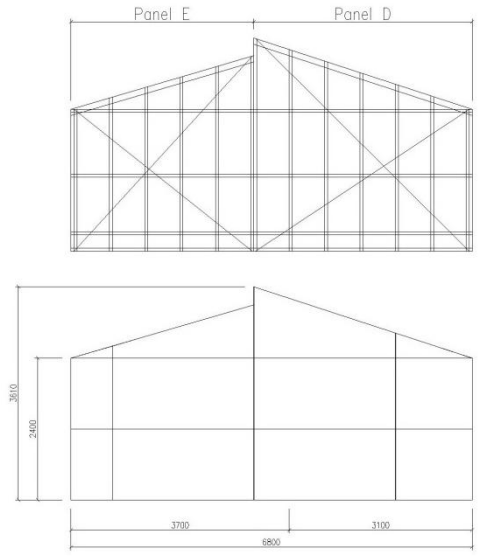
ELEVATION 1
Panel D+E

TYPE 3 (50students)



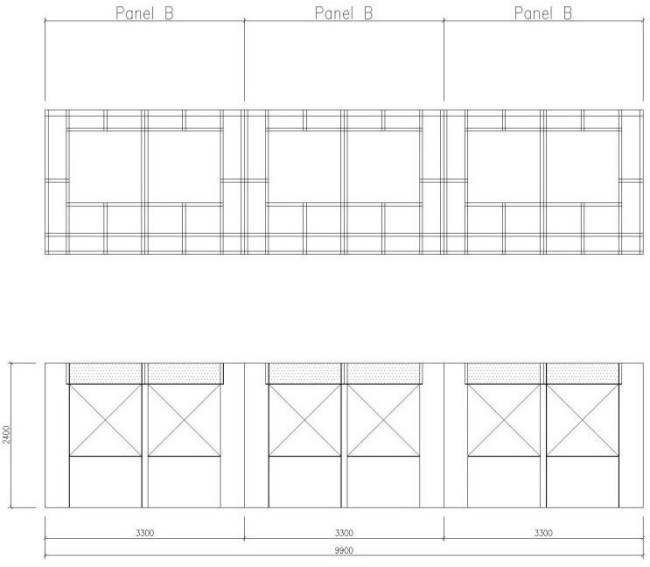
ELEVATION 2
Panel A+B+B

TYPE 3 (50students)



ELEVATION 3
Panel E+D

TYPE 3 (50students)



ELEVATION 4
Panel B+B+B

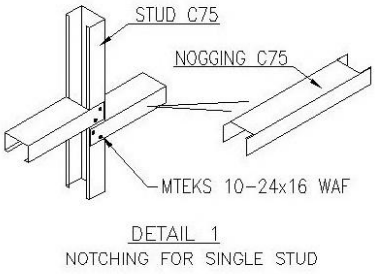
TYPE 3 (50students)

ภาพที่ 6.9 ผังพื้น รูปด้าน อาคารเรียนปรับปรุงขนาดใหญ่ (ต่อ)

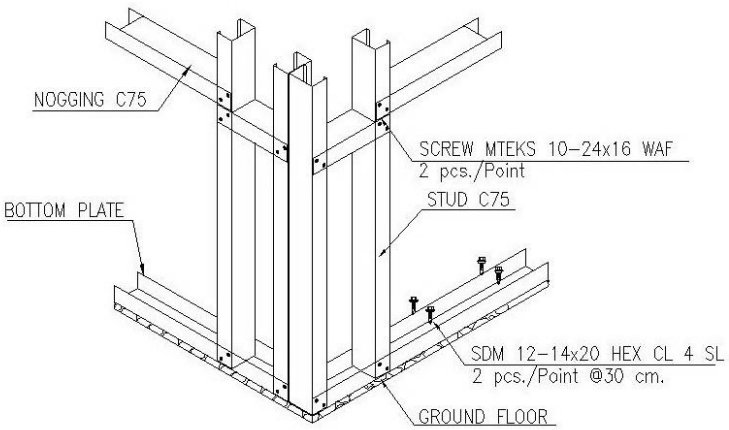
4.1.4 รายละเอียด และรอยต่อ ในการก่อสร้าง

ในส่วนของแบบรายละเอียด ได้ออกแบบให้ทุกอาคารใช้รายละเอียดในการก่อสร้างเป็นแบบเดียวกันทั้งหมด เพื่อให้ช่างที่ทำงานนั้นสามารถเข้าใจแบบก่อสร้างได้ง่าย และเพื่อลดระยะเวลาในการประกอบชิ้นส่วนต่างๆลงด้วย

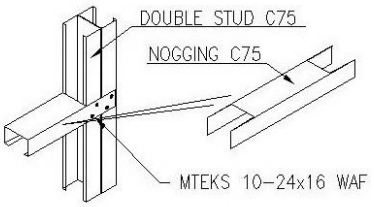
รายละเอียดของแบบนั้น จะแบ่งออกเป็น รายละเอียดรอยต่อของโครงสร้างผนัง รายละเอียดการติดตั้งผนังต่อกัน รายละเอียดการติดตั้งโครงสร้างผนังลงบนโครงสร้างพื้น การติดตั้งโครงหลังคา การติดตั้งวัสดุมุงหลังคา



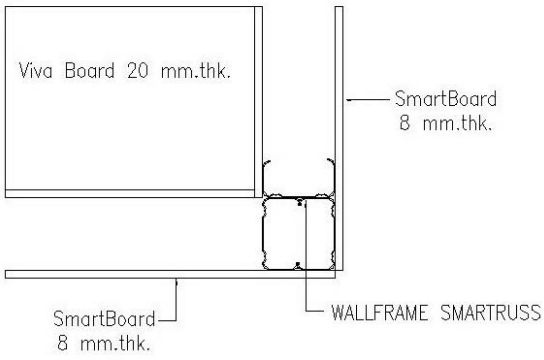
DETAIL 1
NOTCHING FOR SINGLE STUD



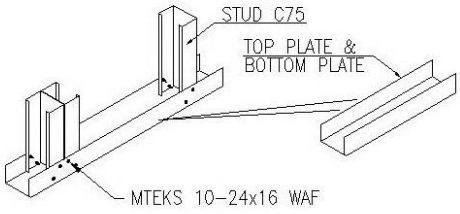
DETAIL 4
TYPICAL DETAIL CONECTION AT CORNER



DETAIL 2
NOTCHING FOR DOUBLE STUD

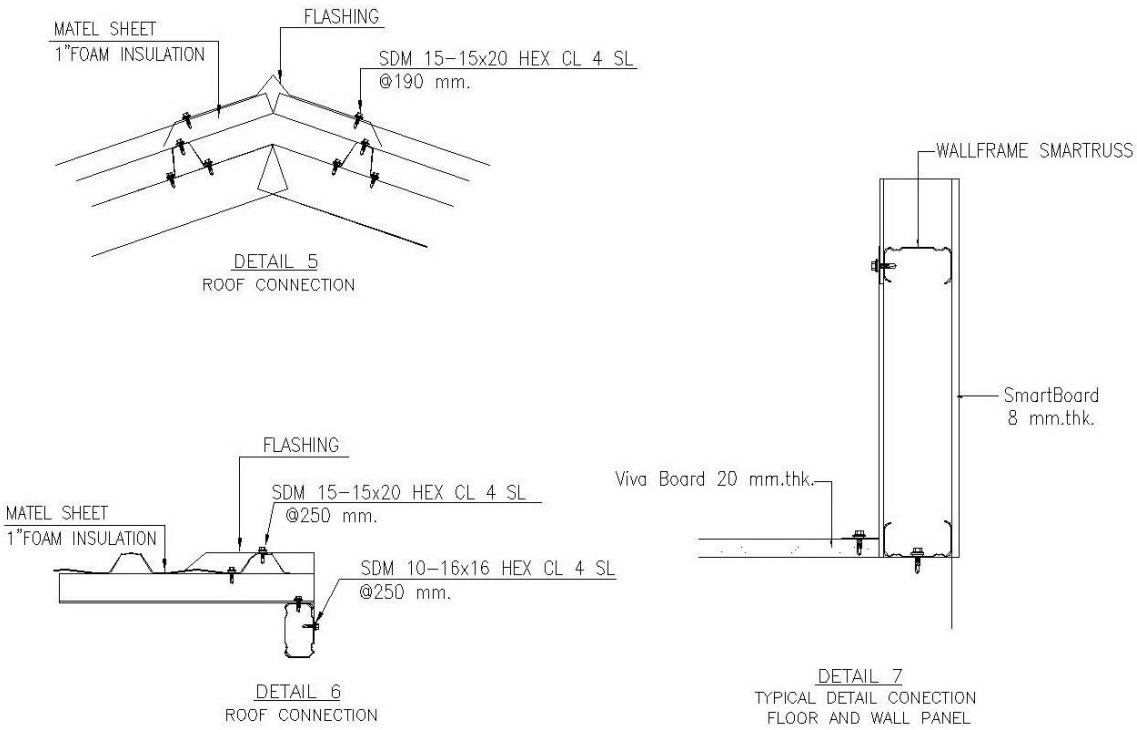


DETAIL 4_A
TYPICAL DETAIL CONECTION AT CORNER



DETAIL 3
NOTCHING FOR BOTH
TOP PLATE & BOTTOM PLATE

ภาพที่ 6.10 แบบรายละเอียดในการก่อสร้าง



ภาพที่ 6.10 แบบรายละเอียดในการก่อสร้าง (ต่อ)

4.2 รายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคารเรียน

4.2.1 ประเภทของวัสดุก่อสร้างอาคารที่นำมาใช้ในแต่ละส่วนอาคาร

ตารางแสดงรายละเอียดการใช้วัสดุ		
ลำดับ	ประเภท	วัสดุก่อสร้าง
1	ฐานอาคาร	แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป
2	โครงสร้างพื้น	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ และเหล็กเบารับน้ำหนัก
3	โครงสร้างผนัง	โครงเหล็กเบารับน้ำหนัก
4	วัสดุกรุพื้น และผนัง	แผ่นซีเมนต์บอร์ด, แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด, กระเบื้องโปร่งแสง
5	ประตู และหน้าต่าง	อลูมิเนียม
6	โครงสร้างหลังคา	โครงเหล็กเบารับน้ำหนัก
7	วัสดุมุงหลังคา	เหล็กรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อน

ตารางที่ 6.1 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุก่อสร้างในอาคารเรียนปรับปรุง

4.2.2 รายละเอียดการใช้วัสดุก่อสร้างในแต่ละส่วนอาคาร

ฐานอาคาร		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	ฐานอาคาร	แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป
2	อุปกรณ์ยึดโครงอาคาร	เหล็ก J Bolt
3	อุปกรณ์ปรับระดับ	อัดพื้นดินทราย ปรับระดับ
โครงสร้างพื้น		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	โครงสร้างพื้นหลัก	โครงเหล็กรูปพรรณ []150x100x3.2
2	โครงสร้างตงหลัก	เหล็กเบารับน้ำหนัก C15015

โครงสร้างผนัง		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	โครงเคร่าผนังแนวตั้งทั่วไป	เหล็กเบารับน้ำหนัก OPEN_75x0.75
2	โครงเคร่าผนังแนวนอนทั่วไป	เหล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75x35-0.75
3	โครงเคร่าผนังแนวนอนตัวบน	เหล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75x65-1.0
4	โครงเคร่าผนังแนวนอนเหนือช่องเปิด	เหล็กเบารับน้ำหนัก ANG-1.5-200x35
5	โครงเคร่าแนวเอียง	เหล็กแผ่น BRA-1.2x32-250
6	อุปกรณ์รับแรงดึงโครงเคร่าแนวเอียง	TENSIONER_SET
วัสดุปูพื้น และผนัง		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	วัสดุปูพื้น	แผ่น วีว่าบอร์ด หนา 20 มม.
2	วัสดุกรุผนังภายนอก	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.
3	วัสดุกรุผนังภายนอก	กระเบื้องโปร่งแสง รูปตัว Z
4	วัสดุกรุผนังภายใน	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.

ตารางที่ 6.2 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุงในแต่ละส่วนอาคาร

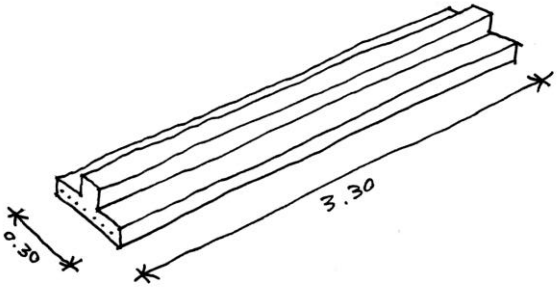
ประตู และหน้าต่าง		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	ประตู	ประตูบานเปิดเดี่ยว อลูมิเนียม
2	หน้าต่าง	หน้าต่างบานเกล็ด อลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใส
โครงสร้างหลังคา		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	โครงสร้างหลังคา ตัวบน	เหล็กเบารับน้ำหนัก C7510RA
2	โครงสร้างหลังคา ตัวล่าง	เหล็กเบารับน้ำหนัก C7510RA
3	โครงสร้างหลังคา ถัก	เหล็กเบารับน้ำหนัก C7575RA
วัสดุมุงหลังคา		
ลำดับ	รายการ	วัสดุก่อสร้าง
1	แปหลังคา	เหล็กเบารับน้ำหนัก TOPSPAN-4048
2	วัสดุมุงหลังคา	เหล็กรีดลอนเคลือบ บุฉนวนกันความร้อน
3	อุปกรณ์ครอบสัน และปิดมุมหลังคา	อุปกรณ์มาตราฐาน ของเหล็กรีดลอนเคลือบ

ตารางที่ 6.2 แสดงรายละเอียดการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุงในแต่ละส่วนอาคาร (ต่อ)

4.3 รายละเอียดการใช้วัสดุก่อสร้างในแต่ละส่วนอาคาร

(แยกตามรายละเอียดแต่ละส่วนโครงสร้าง เพิ่มรายละเอียด ปริมาณ ความยาว รหัสชิ้นส่วน จำนวนชิ้นส่วน จำนวนแผ่นวัสดุ โดยทั้งหมดแบ่งตามรหัสชิ้นส่วนโครงสร้างพื้น และผนัง แสดงเป็นตาราง คู่กับแปลนหรือรูปด้าน)

4.3.1 ฐานอาคาร

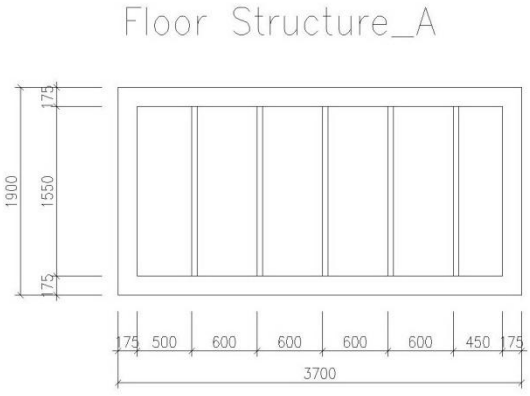


ภาพที่ 6.11 ฐานอาคาร อาคารเรียนปรับปรุง

ฐานอาคาร				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป		3300	2

ตารางที่ 6.3 แสดงปริมาณวัสดุฐานอาคารของอาคารเรียนปรับปรุง

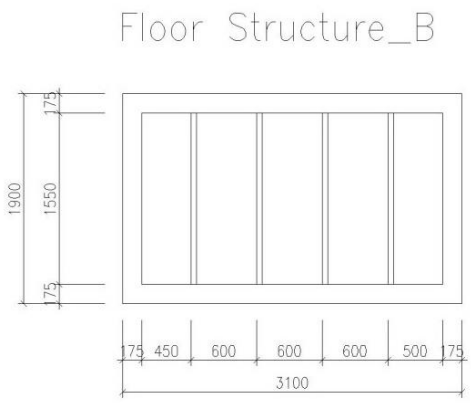
4.3.2 โครงสร้างพื้น



ภาพที่ 6.12 โครงสร้างพื้น A ของ อาคารเรียนปรับปรุง

โครงสร้างพื้น A				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2		10500	1
2	C 15015	M-01	1550	5

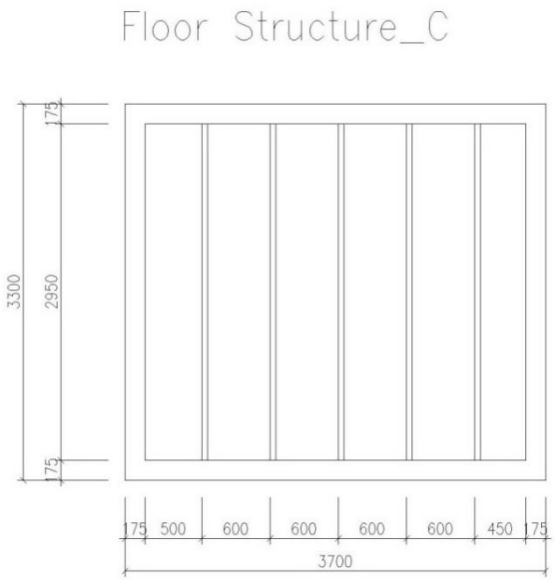
ตารางที่ 6.4 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น A ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.13 โครงสร้างพื้น B ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงสร้างพื้น B				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2		9300	1
2	C 15015	M-01	1550	4

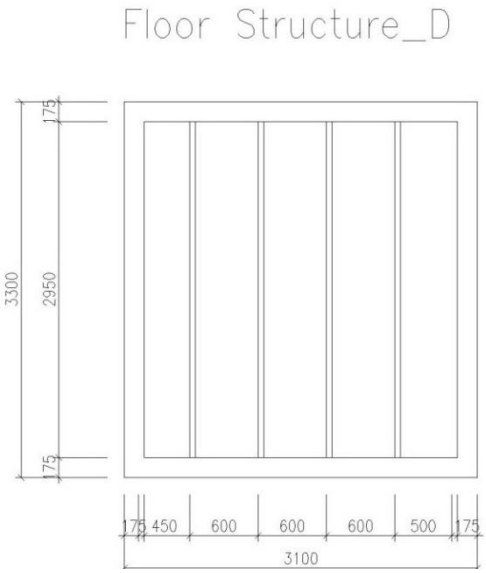
ตารางที่ 6.5 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น B ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.14 โครงสร้างพื้น C ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงสร้างพื้น C				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2		13300	1
2	C 15015	M-01	2950	5

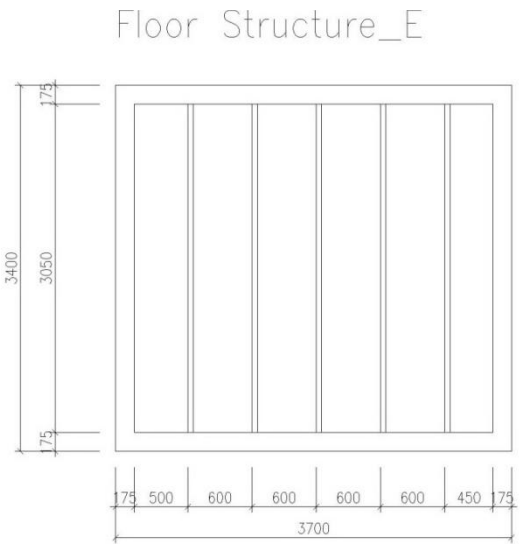
ตารางที่ 6.6 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น C ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.15 โครงสร้างพื้น D ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงสร้างพื้น D				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2		12100	1
2	C 15015	M-01	2950	4

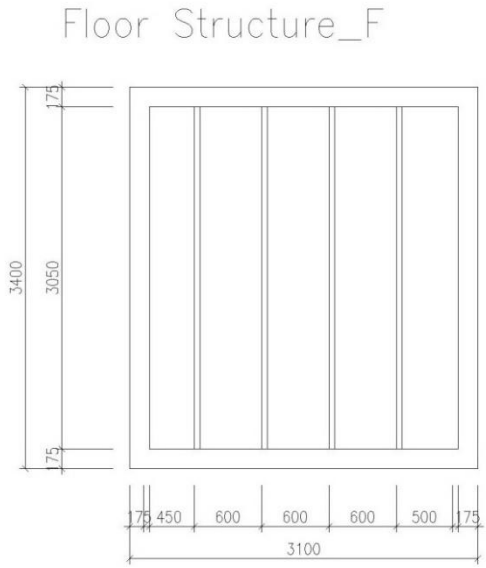
ตารางที่ 6.7 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น D ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.16 โครงสร้างพื้น E ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงสร้างพื้น E				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2		13500	1
2	C 15015	M-01	3050	5

ตารางที่ 6.8 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น E ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.17 โครงสร้างพื้น F ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงสร้างพื้น F				
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)
1	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2		12300	1
2	C 15015	M-01	3050	4

ตารางที่ 6.9 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างพื้น F ของอาคารเรียนปรับปรุง

สรุปปริมาณวัสดุ ฐานอาคาร และ โครงสร้างพื้น
อาคารขนาดเล็ก (โครงสร้างพื้น E,F)

ลำดับ	รายการ	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)
1	แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูป	3300	8	26400
2	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2	51600	1	51600
3	C 15015	3050	18	54900

สรุปปริมาณวัสดุ ฐานอาคาร และ โครงสร้างพื้น
อาคารขนาดกลาง (โครงสร้างพื้น A,B,C,D,E,F)

ลำดับ	รายการ	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)
1	แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูป	1800	4	7600
2	แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูป	3300	8	26400
3	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2	61000	1	61000
4	C 15015	1550	9	13950
5	C 15015	2950	9	26550
6	C 15015	3050	9	27450

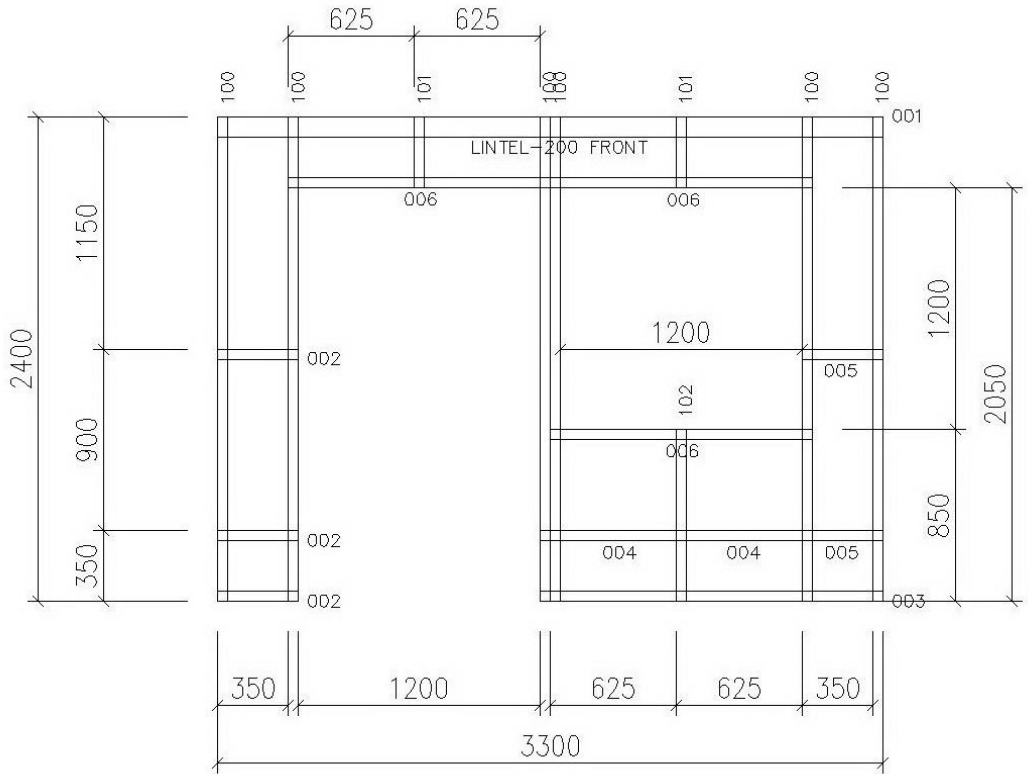
สรุปปริมาณวัสดุ ฐานอาคาร และ โครงสร้างพื้น
อาคารขนาดใหญ่ (โครงสร้างพื้น C,D,E,F)

ลำดับ	รายการ	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)
1	แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูป	3300	12	39600
2	เหล็กกล่องขนาด 150x100x3.2	61000	1	77000
3	C 15015	2950	9	26550
4	C 15015	3050	18	54900

ตารางที่ 6.10 แสดงการสรุปปริมาณวัสดุฐานอาคาร และโครงสร้างพื้น ของอาคารเรียนปรับปรุงขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

4.3.3 โครงสร้างผนัง

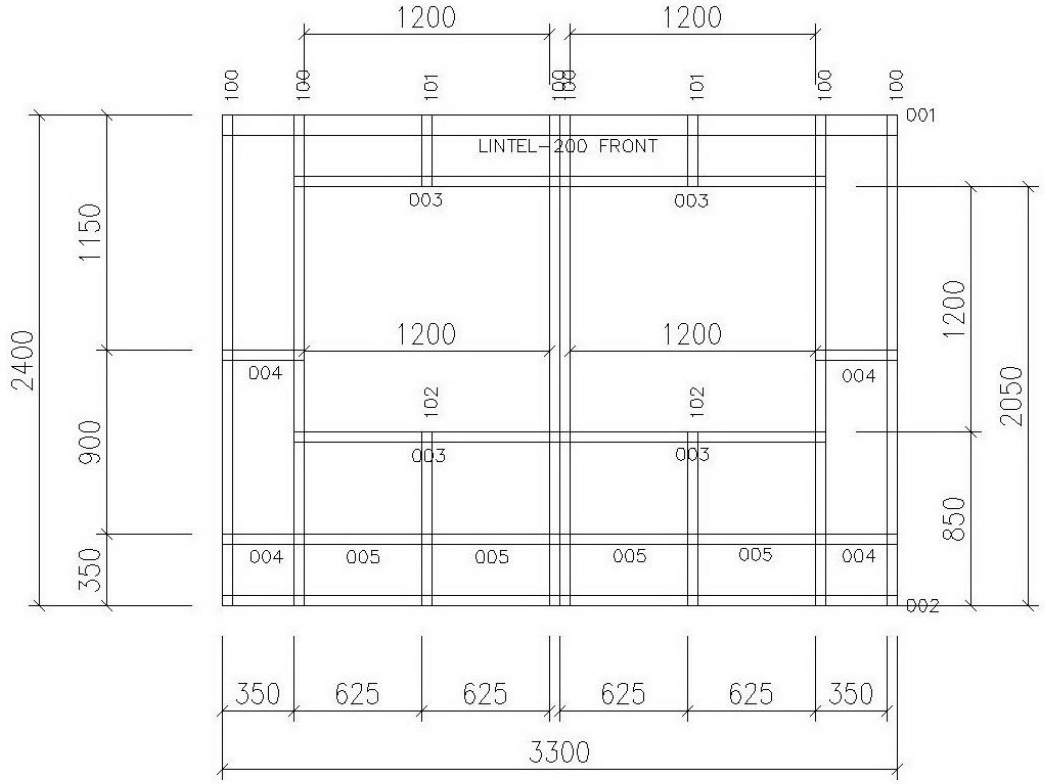
โครงสร้างผนังที่ออกแบบทั้งหมด มีทั้งหมด 7 รูปแบบ คือ ผนังA, ผนังB, ผนังB2, ผนังC, ผนังC2, ผนังD และ ผนังE สำหรับการจัดรูปแบบอาคารทั้ง 3 ขนาด



ภาพที่ 6.18 โครงสร้างผนัง A ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงผนัง A						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)	รวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3300	1	3300	12050
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	350	3	1050	
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	1650	1	1650	
4	PLATE_75X35-1.0-N/S	4	675	2	1350	
5	PLATE_75X35-1.0-N/S	5	400	2	800	
6	PLATE_75X35-1.0-N/S	6	1300	3	3900	
7	OPEN_75X0.75X2400	100	2400	6	14400	15950
8	OPEN_75X0.75-N/S	101	350	2	700	
9	OPEN_75X0.75-N/S	102	850	1	850	
10	ANG-1.5-200X35	200	2600	1	2600	2600

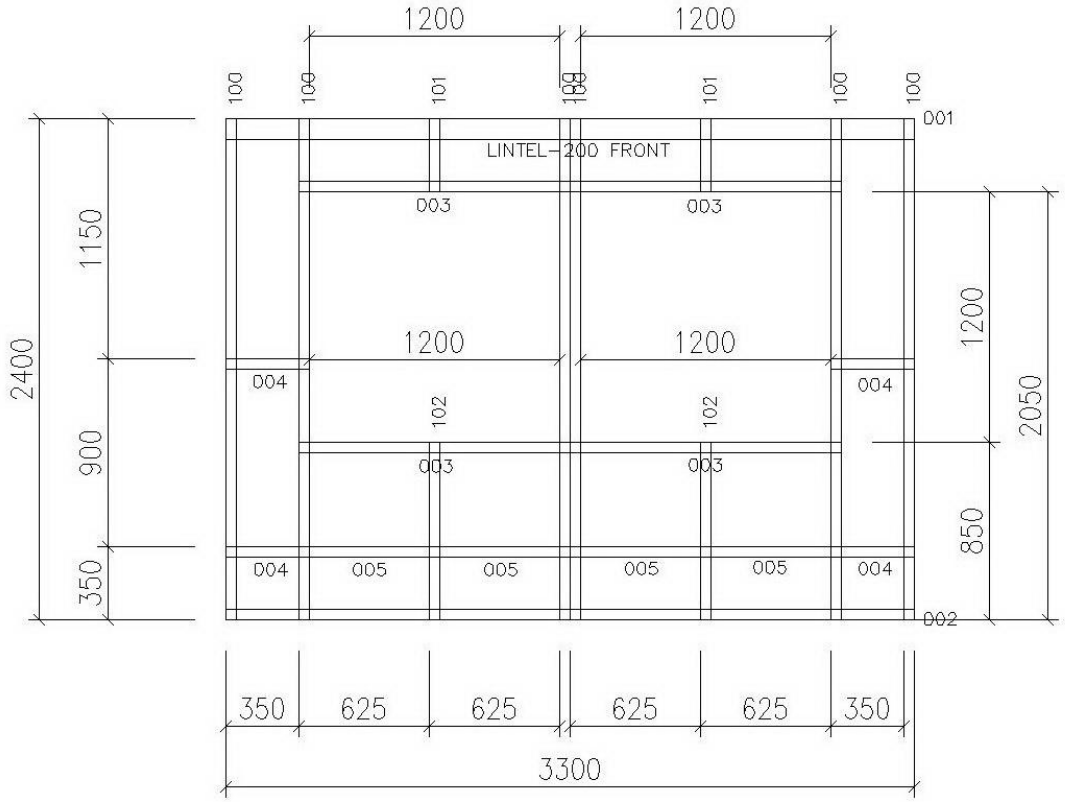
ตารางที่ 6.11 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง A ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.19 โครงสร้างผนัง B ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงผนัง B						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)	รวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3300	1	3300	3300
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	3300	1	3300	12800
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	1300	4	5200	
4	PLATE_75X35-1.0-N/S	4	400	4	1600	
5	PLATE_75X35-1.0-N/S	5	675	4	2700	
6	OPEN_75X0.75X2400	100	2400	6	14400	15950
7	OPEN_75X0.75-N/S	101	350	2	700	
8	OPEN_75X0.75-N/S	102	850	2	1700	
9	ANG-1.5-200X35	200	2600	1	2600	2600

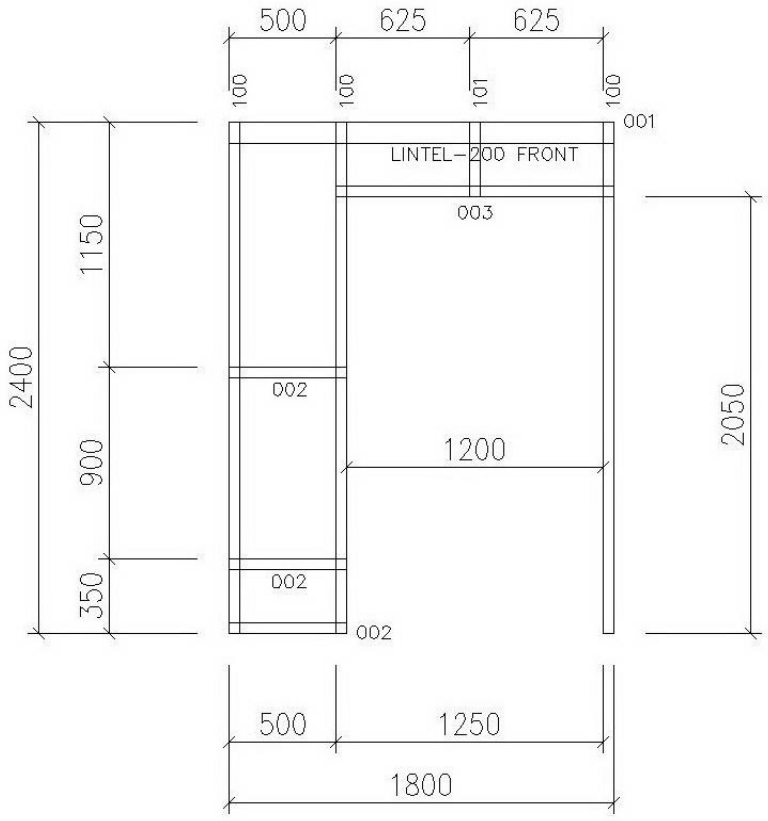
ตารางที่ 6.12 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง B ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.20 โครงสร้างผนัง B2 ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงผนัง B2						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)	รวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3300	1	3300	3300
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	3300	1	3300	6750
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	1300	1	1300	
4	PLATE_75X35-1.0-N/S	4	400	2	800	
5	PLATE_75X35-1.0-N/S	5	675	2	1350	
6	OPEN_75X0.75X2400	100	2400	6	14400	15950
7	OPEN_75X0.75-N/S	101	350	2	700	
8	OPEN_75X0.75-N/S	102	850	2	1700	
9	ANG-1.5-200X35	200	2600	1	2600	2600

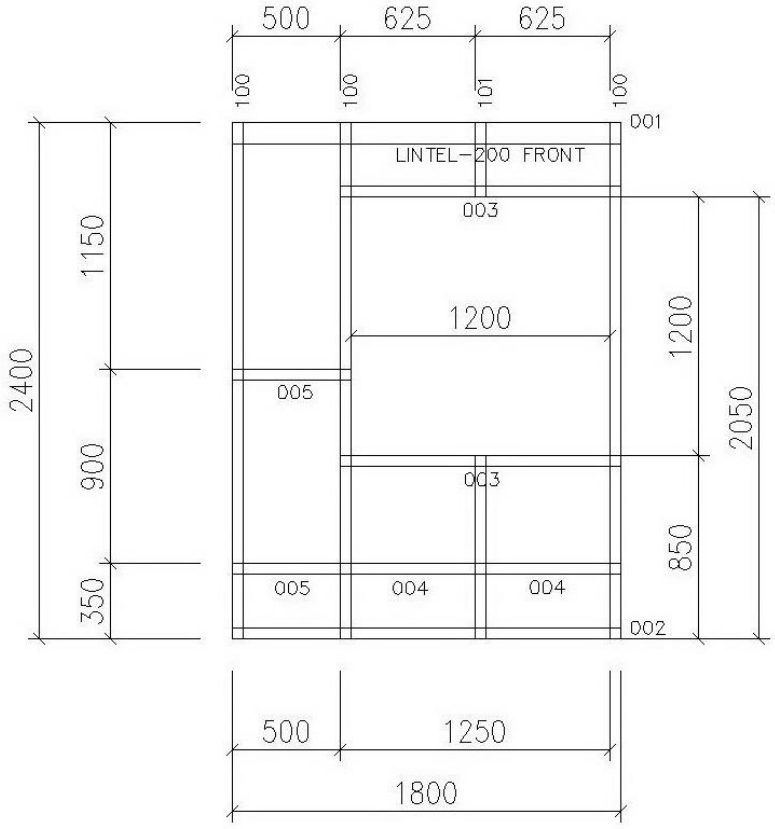
ตารางที่ 6.13 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง B2 ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.21 โครงสร้างผนัง C ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงผนัง C						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)	รวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	1800	1	1800	1800
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	550	3	1650	2950
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	1300	1	1300	
4	OPEN_75X0.75X2400	100	2400	3	7200	7550
5	OPEN_75X0.75-N/S	101	350	1	350	
6	ANG-1.5-200X35	200	1300	1	1300	1300

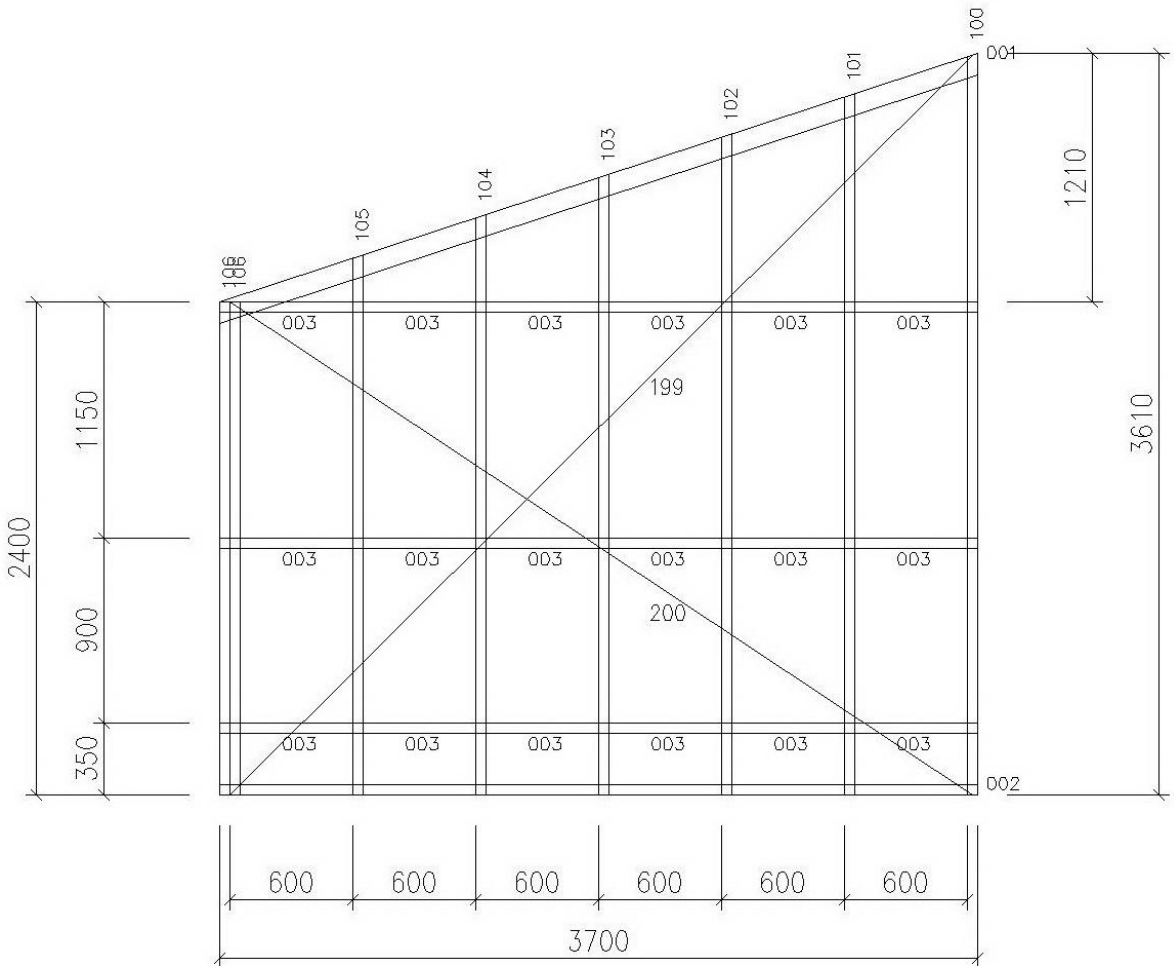
ตารางที่ 6.14 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง C ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.22 โครงสร้างผนัง C2 ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงผนัง C2						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)	รวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	1800	1	1800	1800
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	550	3	1650	2950
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	1300	1	1300	
4	OPEN_75X0.75X2400	100	2400	3	7200	7550
5	OPEN_75X0.75-N/S	101	350	1	350	
6	ANG-1.5-200X35	200	1300	1	1300	1300

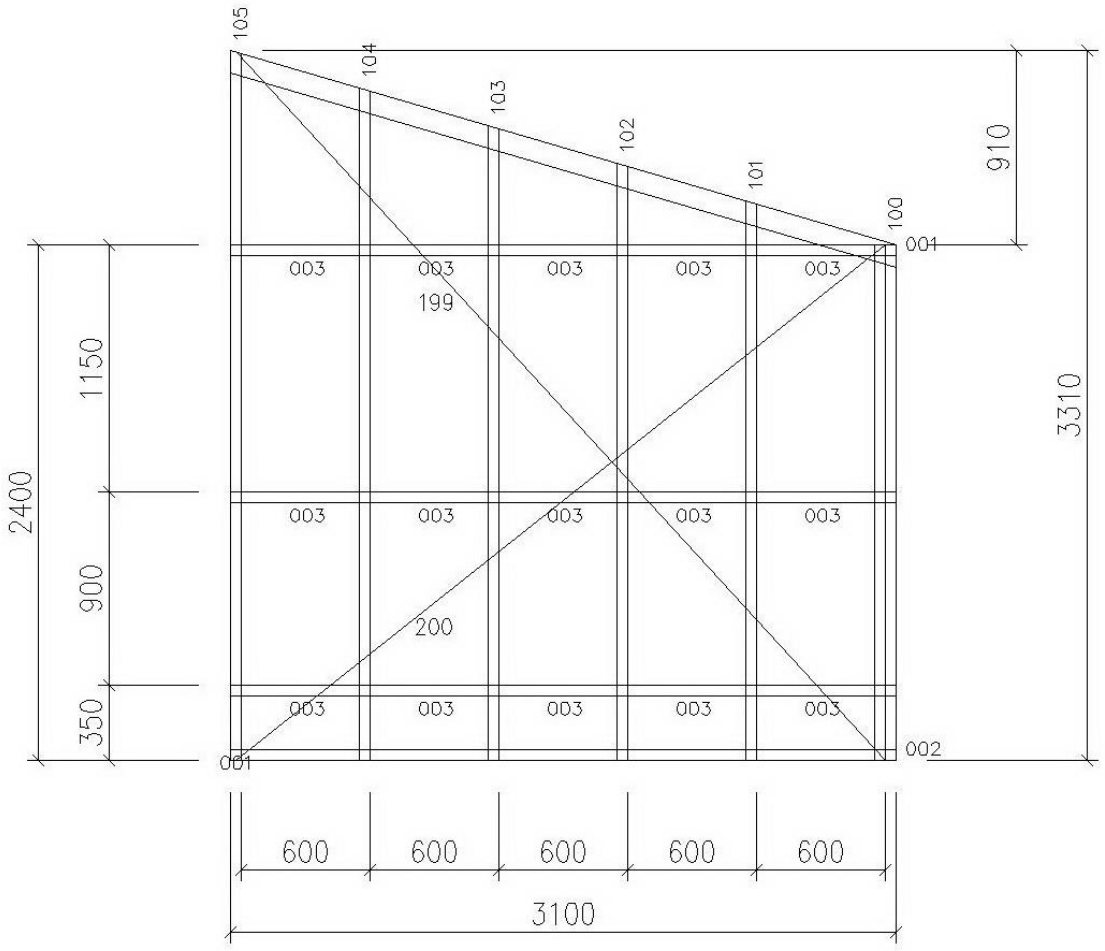
ตารางที่ 6.15 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง C2 ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.23 โครงสร้างผนัง D ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงผนัง D						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)	รวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3893	1	3893	3893
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	3700	1	3700	15400
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	650	18	11700	
7	TENSIONER_SET	11	1	2	2	2
8	OPEN_75X0.75-N/S	100	3610	1	3610	21110
9	OPEN_75X0.75-N/S	101	3412	1	3412	
10	OPEN_75X0.75-N/S	102	3216	1	3216	
11	OPEN_75X0.75-N/S	103	3020	1	3020	
12	OPEN_75X0.75-N/S	104	2824	1	2824	
13	OPEN_75X0.75-N/S	105	2628	1	2628	
13	OPEN_75X0.75-N/S	106	2400	1	2400	
14	BRA-1.2X32-250	199	5108	1	5108	9455
15	BRA-1.2X32-251	200	4347	1	4347	

ตารางที่ 6.16 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง D ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.24 โครงสร้างผนัง E ของอาคารเรียนปรับปรุง

โครงผนัง E						
ลำดับ	รายการ	รหัส	ยาว (ซม.)	จำนวน (ชิ้น)	รวม (ซม.)	รวม (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	1	3230	1	3230	3230
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	2	3100	1	3100	12850
3	PLATE_75X35-1.0-N/S	3	650	15	9750	
7	TENSIONER_SET	11	1	2	2	2
8	OPEN_75X0.75-N/S	100	2400	1	2400	17181
9	OPEN_75X0.75-N/S	101	2604	1	2604	
10	OPEN_75X0.75-N/S	102	2780	1	2780	
11	OPEN_75X0.75-N/S	103	2956	1	2956	
12	OPEN_75X0.75-N/S	104	3131	1	3131	
13	OPEN_75X0.75-N/S	105	3310	1	3310	
14	BRA-1.2X32-250	199	4476	1	4476	8337
15	BRA-1.2X32-251	200	3861	1	3861	

ตารางที่ 6.17 แสดงปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง E ของอาคารเรียนปรับปรุง

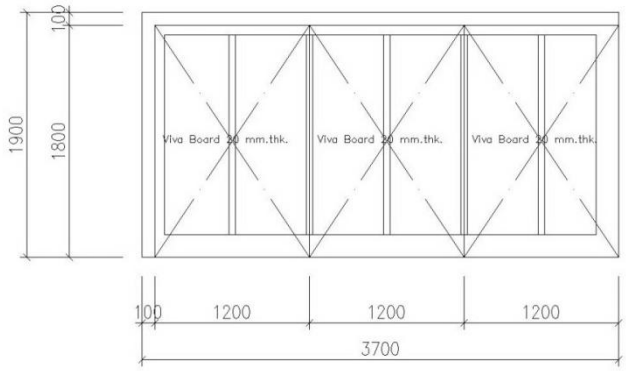
สรุปปริมาณวัสดุ ผนังอาคาร			
อาคารขนาดเล็ก (ผนัง A,B,B,B,D,D,E,E)			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	ยาว (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	8	27446
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	120	103650
3	OPEN_75X0.75-N/S	65	140382
4	ANG-1.5-200X35	4	10400
5	TENSIONER_SET	8	8
6	BRA-1.2X32-251	8	35584

สรุปปริมาณวัสดุ ผนังอาคาร			
อาคารขนาดกลาง (ผนัง B,B,B2,B2,C,C2,D,D,E,E)			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	ยาว (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	10	31046
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	116	101500
3	OPEN_75X0.75-N/S	74	155482
4	ANG-1.5-200X35	6	13000
5	TENSIONER_SET	8	8
6	BRA-1.2X32-251	8	35584

สรุปปริมาณวัสดุ ผนังอาคาร			
อาคารขนาดใหญ่ (ผนัง A,B,B,B,B,B,D,D,E,E)			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	ยาว (ซม.)
1	PLATE_75X65-1.0-N/S	10	34046
2	PLATE_75X35-1.0-N/S	146	129250
3	OPEN_75X0.75-N/S	85	172282
4	ANG-1.5-200X35	6	15600
5	TENSIONER_SET	8	8
6	BRA-1.2X32-251	8	35584

ตารางที่ 6.18 แสดงการสรุปปริมาณวัสดุโครงสร้างผนัง ของอาคารเรียนปรับปรุงขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

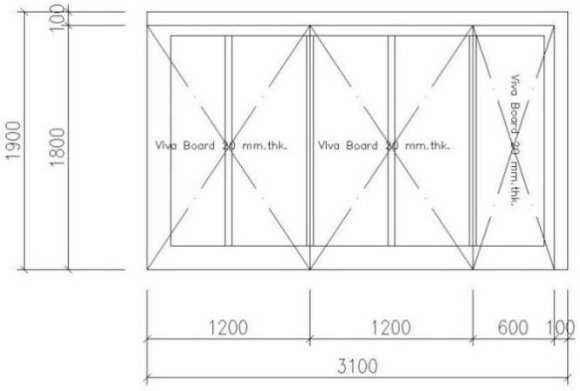
4.3.4 วัสดุกรุพื้นและผนัง



ภาพที่ 6.25 วัสดุกรุพื้น A ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุพื้น A				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	6.48	3	3

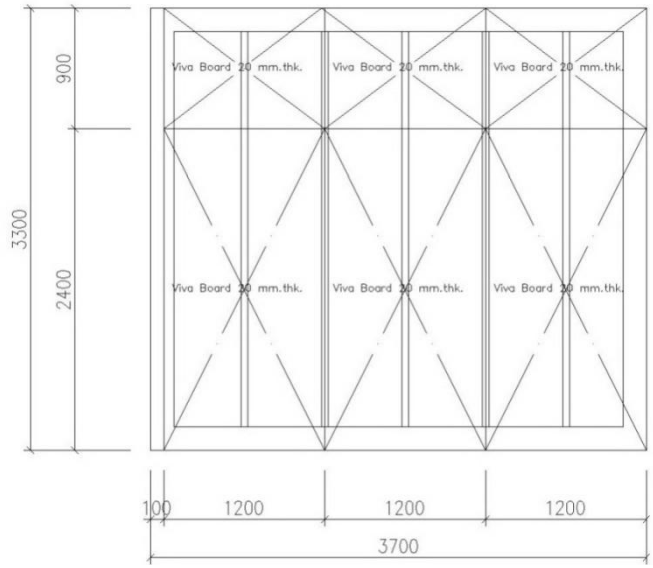
ตารางที่ 6.19 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น A ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.26 วัสดุกรุพื้น B ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุพื้น B				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	5.4	3	2.5

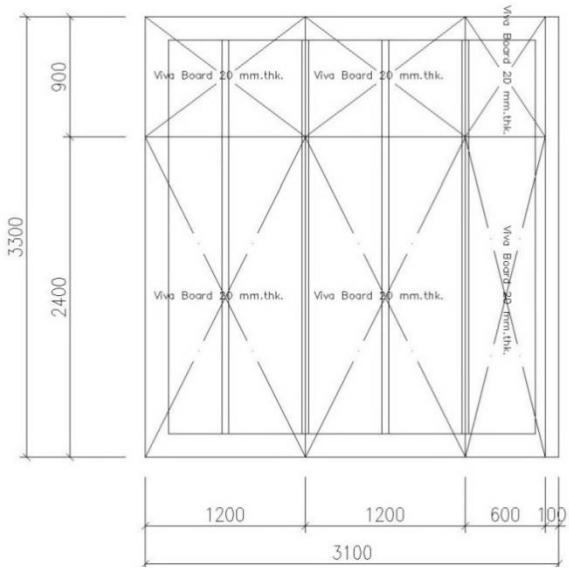
ตารางที่ 6.20 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น B ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.27 วัสดุกรุพื้น C ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุพื้น C				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	12.96	6	4.5

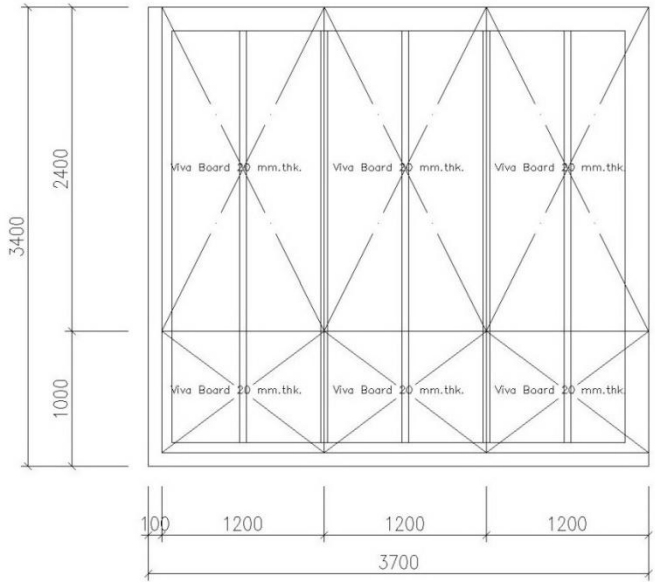
ตารางที่ 6.21 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น C ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.28 วัสดุกรุพื้น D ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุพื้น D				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	9.9	6	4

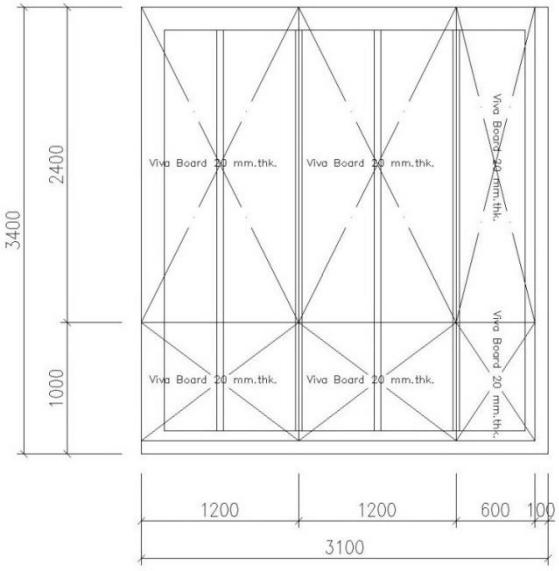
ตารางที่ 6.22 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น D ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.29 วัสดุกรุพื้น E ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุพื้น E				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	11.88	6	4.5

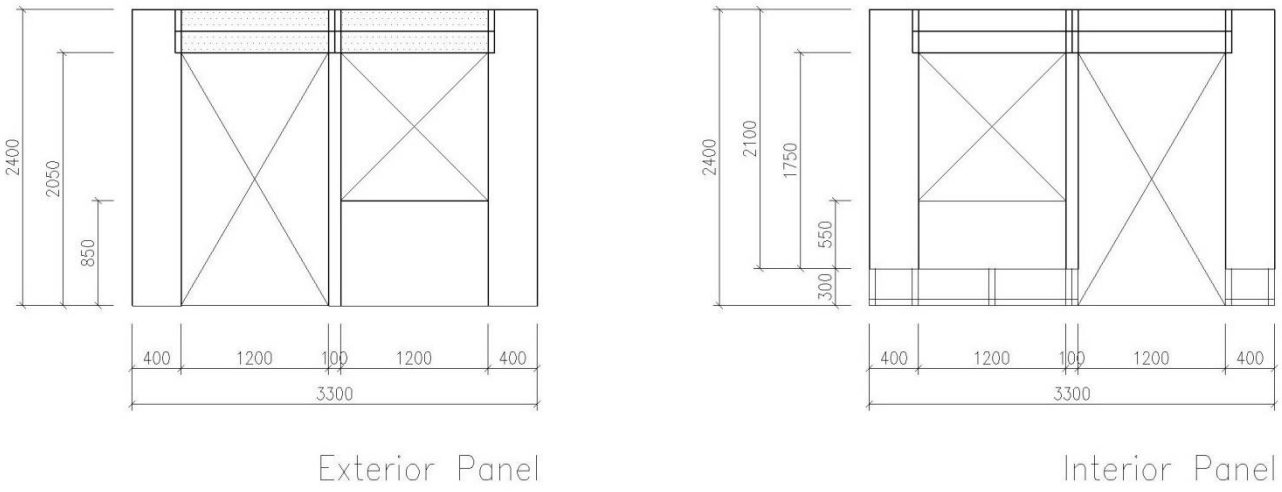
ตารางที่ 6.23 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น E ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.30 วัสดุกรุพื้น F ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุพื้น F				
ลำดับ	รายการ	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	9.9	6	4

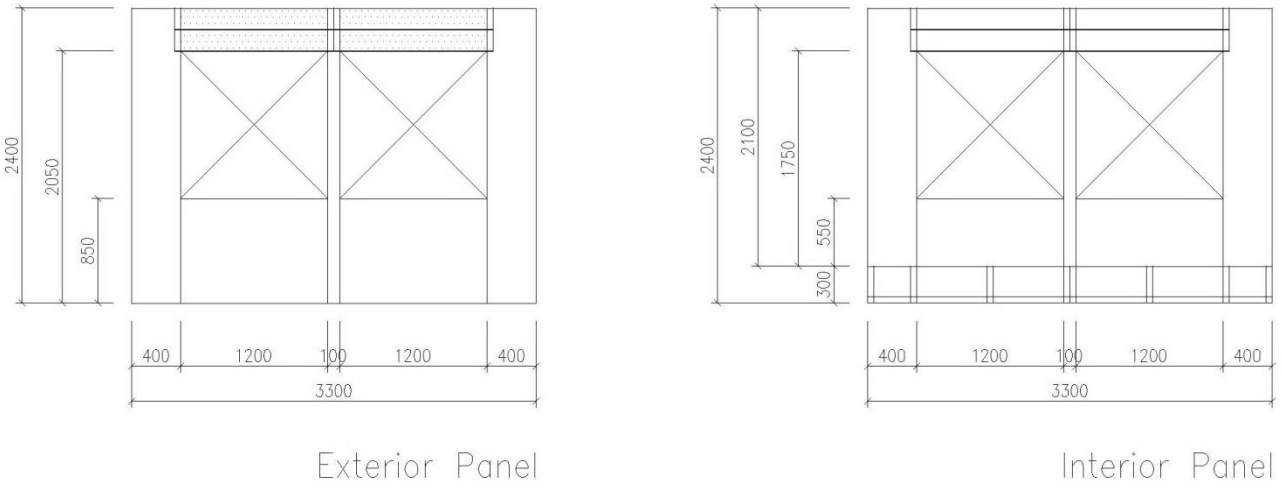
ตารางที่ 6.24 แสดงปริมาณวัสดุกรุพื้น F ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.31 วัสดุกรุผนัง A ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุผนัง A			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	10	2

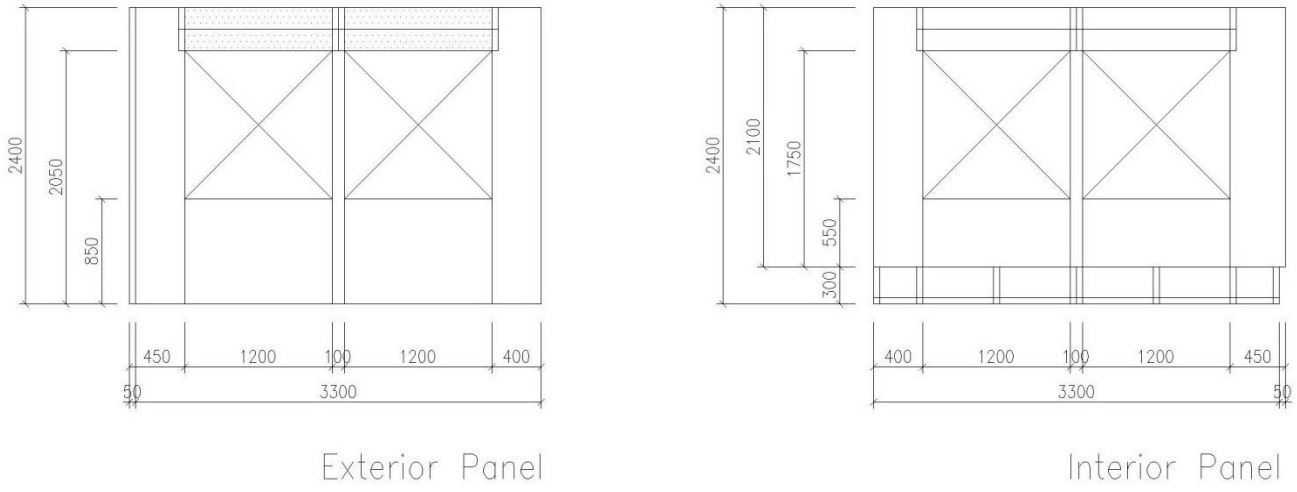
ตารางที่ 6.25 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง A ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.32 วัสดุกรุผนัง B ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุผนัง B			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	12	3.5

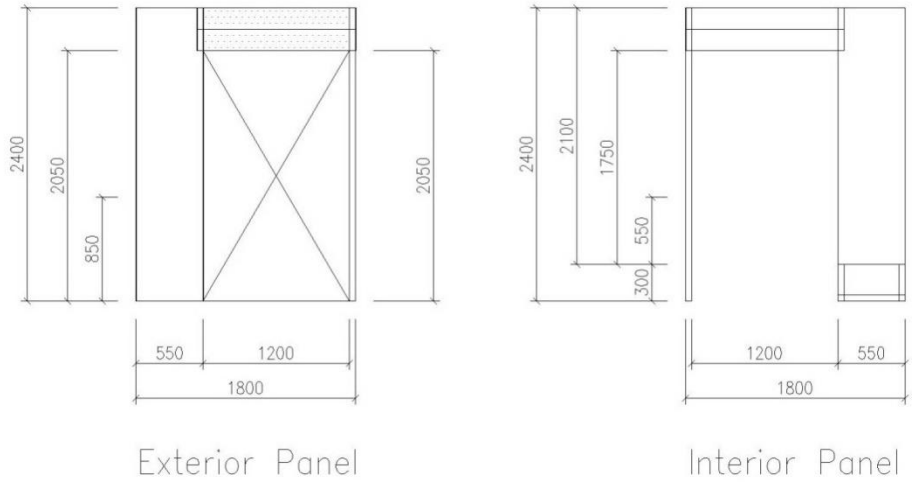
ตารางที่ 6.26 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง B ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.33 วัสดุกรุผนัง B2 ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุผนัง B2			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	12	3.5

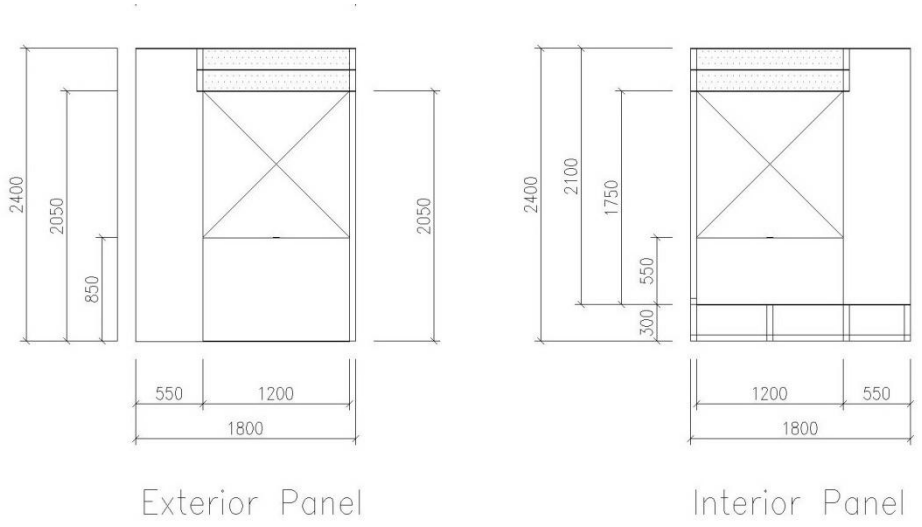
ตารางที่ 6.27 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง B2 ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.34 วัสดุกรุผนัง C ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุผนัง C			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	4	1

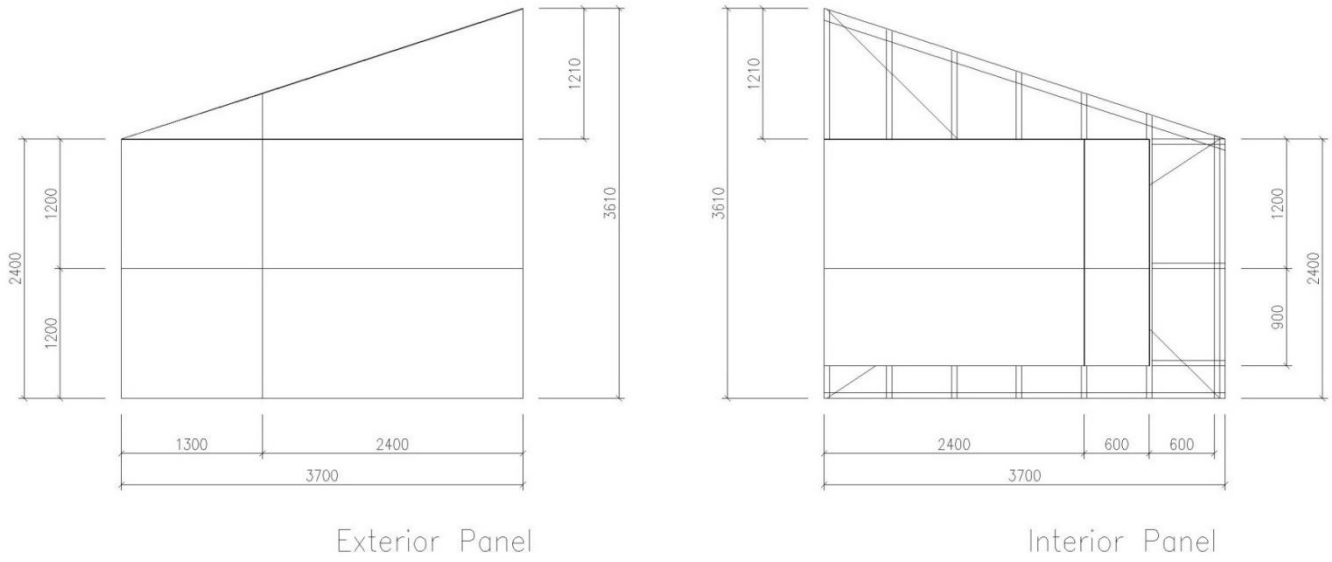
ตารางที่ 6.28 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง C ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.35 วัสดุกรุผนัง C2 ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุผนัง C2			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	5	2.5

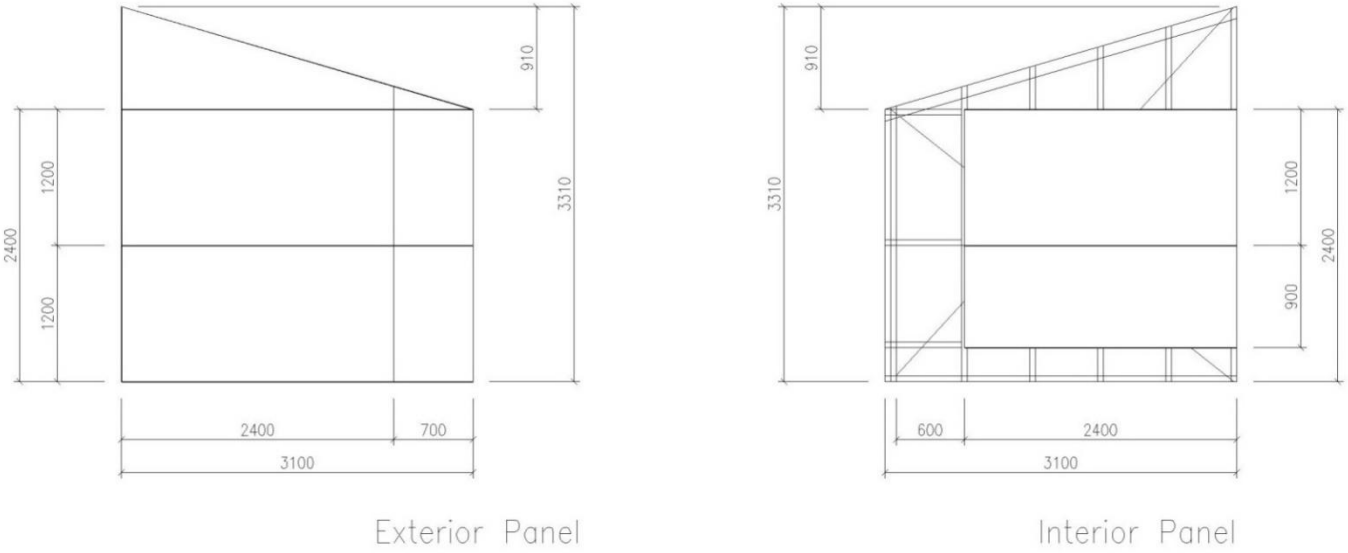
ตารางที่ 6.29 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง C2 ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.36 วัสดุกรุผนัง D ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุผนัง D			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	15	8

ตารางที่ 6.30 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง D ของอาคารเรียนปรับปรุง



ภาพที่ 6.37 วัสดุกรุผนัง E ของอาคารเรียนปรับปรุง

วัสดุกรุผนัง E			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	12	7

ตารางที่ 6.31 แสดงปริมาณวัสดุกรุผนัง E ของอาคารเรียนปรับปรุง

สรุปปริมาณวัสดุกรุพื้น และผนัง ห้องเรียนขนาดเล็ก			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	24	16
2	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	96	42

สรุปปริมาณวัสดุกรุพื้น และผนัง ห้องเรียนขนาดกลาง			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	36	26
2	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	106	44

สรุปปริมาณวัสดุกรุพื้น และผนัง ห้องเรียนขนาดใหญ่			
ลำดับ	รายการ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวน (แผ่น)
1	แผ่น วีว่า บอร์ด หนา 20 มม.	36	25
2	แผ่น สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม.	120	50

ตารางที่ 6.31 สรุปปริมาณวัสดุกรุพื้น และผนัง ของอาคารเรียนปรับปรุง

5. กรรมวิธีขั้นตอนการก่อสร้างอาคารเรียน

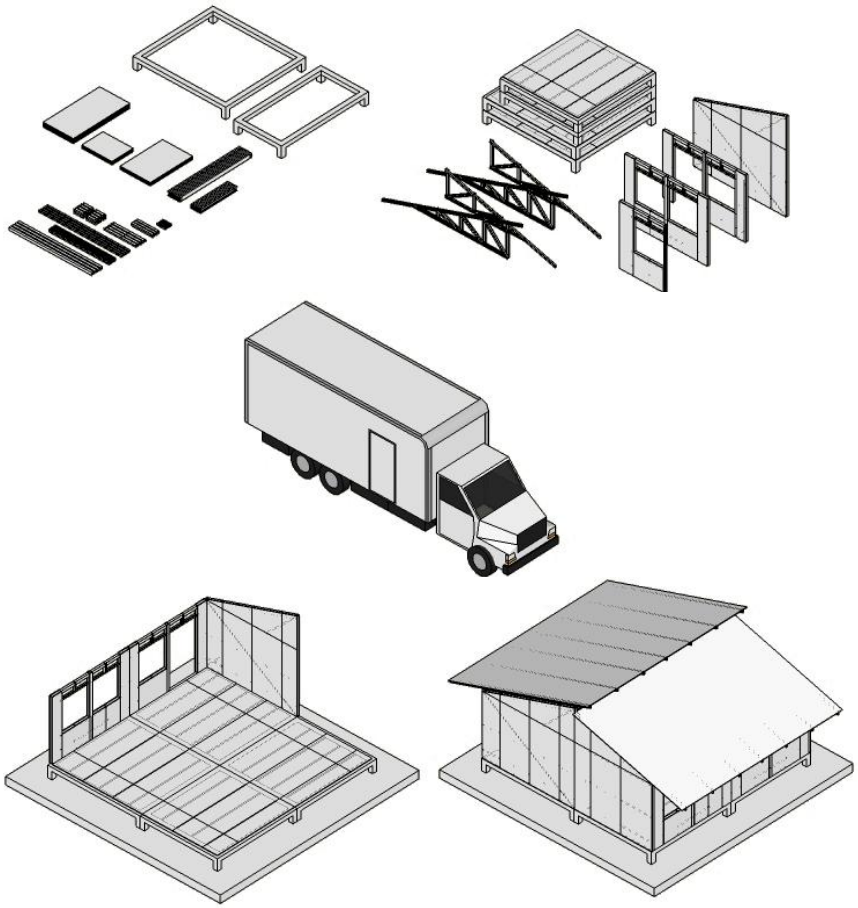
เนื่องจากอาคารเรียนชั่วคราวที่ออกแบบปรับปรุงนี้เป็นอาคารที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้างสูง ผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้ใช้การก่อสร้างในระบบกึ่งสำเร็จรูป คือการก่อสร้างที่มีการเตรียมชิ้นส่วนอาคารไว้แล้วจากในโรงงาน มีการประกอบชิ้นส่วนย่อยต่าง ๆ อย่างเรียบร้อย พร้อมที่จะขนย้ายนำไปประกอบที่สถานที่ก่อสร้าง โดยผู้วิจัยเชื่อว่าวิธีการก่อสร้างแบบนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างได้

ในการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียวในโครงการโรงเรียนภาคใต้ ผู้วิจัยจะทำการแบ่งขั้นตอนการก่อสร้างออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

5.1 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นส่วนอาคาร

5.2 ขั้นตอนในการประกอบชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกัน

เพื่อให้สามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารเรียนในสถานที่ก่อสร้างจริงให้เป็นไปตามเป้าหมายของเจ้าของโครงการ (3 วัน) โดยขั้นตอนการเตรียมชิ้นส่วนอาคารนั้นจะทำการเตรียมชิ้นส่วนต่างๆในโรงงานประกอบ เพื่อรอการขนย้าย และประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้ากันเป็นอาคารในสถานที่ก่อสร้างจริง



ภาพที่ 6.38 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุง

5.1 การเตรียมวัสดุก่อสร้าง และประกอบชิ้นส่วนอาคาร

ในขั้นตอนแรกนี้ จะเป็นการเตรียมชิ้นส่วน และประกอบชิ้นส่วนอาคารทั้งหมด เพื่อรอทำการขนย้ายและนำไปติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างจริง โดยจะแบ่งการเตรียมชิ้นส่วนออกเป็น 3 รูปแบบตามการนำชิ้นส่วนไปใช้ ได้แก่ ชิ้นส่วนพื้น ชิ้นส่วนผนัง และชิ้นส่วนหลังคา ซึ่งในขั้นตอนการเตรียมวัสดุก่อสร้าง และประกอบชิ้นส่วนอาคารนี้ จะดำเนินการอยู่ในโรงงานประกอบชิ้นส่วนอาคาร เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงาน นอกจากนั้น การประกอบชิ้นส่วนในโรงงานนั้นยังสามารถทำการควบคุมคุณภาพ ความปราณีต และความถูกต้องแม่นยำได้มากกว่าการประกอบชิ้นส่วนต่างๆในสถานที่ก่อสร้างจริง

5.1.1 การเตรียมชิ้นส่วนพื้น

ชิ้นส่วนพื้นของอาคารโรงเรียนภาคใต้ ผู้ออกแบบได้ออกแบบให้มีพื้นทั้งหมด 6 รูปแบบ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการพื้นที่ที่หลากหลายได้ โดยแต่ละแบบจะมีขนาดที่แตกต่างกันไม่มาก และมีชิ้นส่วนที่มีขนาดเท่ากันอยู่หลายชิ้นส่วน ทำให้สามารถนำชิ้นส่วนต่างๆมาใช้ร่วมกันได้

1. การเตรียมชิ้นส่วนโครงสร้างพื้นหลัก

ในการเตรียมส่วนโครงสร้างพื้น จะต้องทำการวัดและตัดเหล็กรูปพรรณเพื่อทำการประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างพื้นหลักของอาคาร จากนั้นทำการประกอบโครงสร้างพื้นหลักโดยการเชื่อมวัสดุติดกัน จากนั้นตัดและเจาะรูแผ่นเหล็กเพื่อใช้เป็นครีบสำหรับติดตั้งโครงสร้างพื้นรอง (ตง) และติดตั้งบนโครงสร้างพื้นหลักตามระยะที่กำหนดในแบบก่อสร้าง หลังจากนั้นทาสีเคลือบกันสนิม เพื่อลดการเกิดสนิมและเพื่อยืดอายุการใช้งาน

2. การเตรียมชิ้นส่วนโครงสร้างพื้นรอง (ตง)

ในการเตรียมชิ้นส่วนโครงสร้างพื้นรอง (ตง) จะใช้การสั่งงานทางคอมพิวเตอร์ โดยหลังจากการคำนวนทางโครงสร้าง จะสั่งเครื่องพับเหล็ก พับเหล็กแผ่นให้ได้ขนาดหน้าตัดของชิ้นส่วนตามที่ต้องการ จากนั้นเครื่องจะทำการตัดและเจาะรูชิ้นส่วนโครงสร้างพื้นรอง (ตง) และหลังจากทำการตัดแต่งชิ้นส่วนแล้วเสร็จ ก็จะนำชิ้นส่วนโครงสร้างพื้นรองนี้ไปประกอบเข้ากับชิ้นส่วนโครงสร้างหลัก

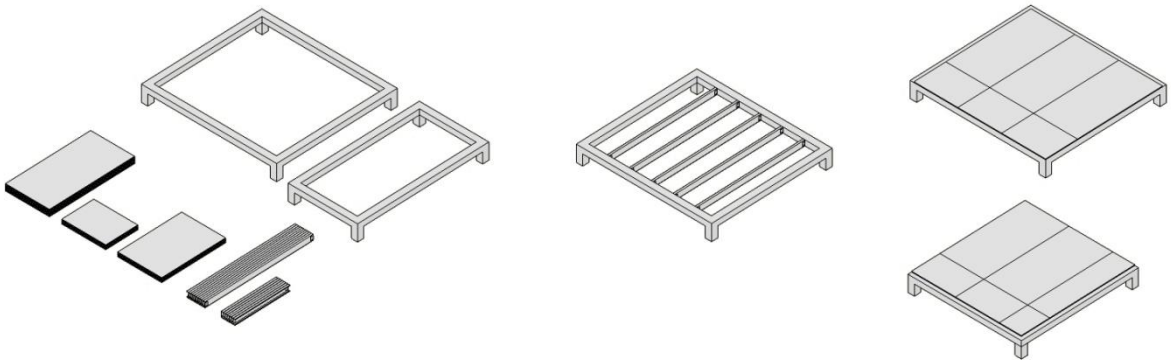
3. การประกอบโครงสร้างพื้น

การประกอบชิ้นส่วนโรงสร้างรองเข้ากับชิ้นส่วนโครงสร้างพื้นหลักนั้นสามารถทำได้ง่ายเนื่องจากมีการเตรียมครีบเหล็กเจาะรู และมีการเจาะรูบนชิ้นส่วนตงไว้แล้ว เพียงนำชิ้นส่วนตงมาวางทาบกับครีบเหล็ก ให้รูที่เตรียมไว้นั้น

ตรงกันพอดี แล้วขันสกรู ทำการปรับระดับเล็กน้อย และรอการติดตั้งวัสดุปูพื้นอาคาร

4. การติดตั้งวัสดุปูพื้นอาคาร

การติดตั้งวัสดุปูพื้นอาคาร ในการออกแบบ มีการใช้ชิ้นส่วนที่มีขนาดซ้ำกันอยู่หลายชิ้นส่วน (วัสดุปูพื้นมีขนาดแตกต่างกันทั้งหมด 4 ขนาด) ในการเตรียมงานจึงสามารถทำงานได้ง่าย และไม่จำเป็นต้องวัดขนาดและตัดชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้างจริง ในการตัดชิ้นส่วนวัสดุปูพื้น สามารถใช้เครื่องมือพื้นฐานตัดได้โดยสะดวก และในการติดตั้งนั้นก็ใช้การขันสกรูยึดแผ่นพื้นเข้ากับโครงสร้างพื้นด้านล่าง



ภาพที่ 6.39 การเตรียมชิ้นส่วนพื้นของอาคารเรียนปรับปรุง

5. การเก็บชิ้นส่วนพื้นอาคาร

หลังจากเสร็จการเตรียมชิ้นส่วนพื้นอาคาร สามารถใช้แรงงานคนในการยกและเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนไปเก็บไว้ในสถานที่ที่เตรียมไว้ได้ โดยจะทำการกองเก็บชิ้นส่วนในแนวนอน เพื่อให้ชิ้นส่วนอาคารวางอยู่ในระนาบเดียวกับการรับแรงที่ออกแบบมา และเพื่อไม่ให้ชิ้นส่วนวัสดุปูพื้นของอาคารเกิดความเสียหาย

5.1.2 การเตรียมชิ้นส่วนผนัง

ชิ้นส่วนผนังของอาคารโรงเรียนภาคใต้ มีทั้งหมด 7 แบบ โดยแต่ละแบบนั้นมีลักษณะคลายคลึงกัน เพื่อลดความสับสนและลดระยะเวลาในการวัด ตัด และประกอบชิ้นส่วนของผนัง ผู้ออกแบบได้ออกแบบให้วัสดุที่ใช้มีขนาดความยาวเท่า ๆ กัน ในการประกอบชิ้นส่วนผนังแต่ละชิ้นช่างไม่จำเป็นต้องวัดความยาวของชิ้นส่วนทุกครั้งที่ทำการตัด นอกจากนั้นยังสามารถใช้วัสดุบางอย่างร่วมกันได้ด้วย

ในการเตรียมโครงสร้างของชิ้นส่วนผนัง แบ่งเป็นการใช้เครื่องจักร และการใช้แรงงานคน โดยโครงเคร่าแนวตั้งทั้งหมดจะทำการวัดและตัดด้วยเครื่องจักร โครงสร้าง

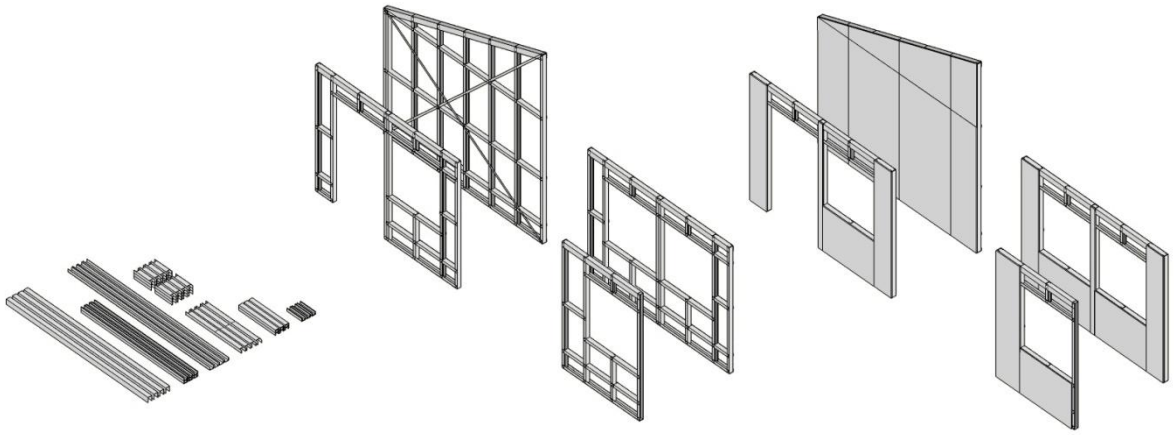
กระจายน้ำหนักเหนือประตูและหน้าต่าง จะทำการพับขึ้นรูป และตัดโดยเครื่องจักร ส่วนโครงเคร่าแนวนอนนั้นจะทำการวัดและตัดโดยแรงงานคน

1. การประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างผนัง

ในการประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆนั้น จะมีวิธีการในการติดตั้งเหมือนกับที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ แต่ในการก่อสร้างอาคารปรับปรุงนี้ เนื่องจากชิ้นส่วนโครงสร้างมีขนาดที่เท่ากันเป็นส่วนมาก ในการทำงานจึงสามารถดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากช่างไม่ต้องทำการวัดขนาดของชิ้นส่วนทุกชิ้นส่วน สามารถทำการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วตัดชิ้นส่วนอื่นๆตามความยาวนั้นได้เลย นอกจากนั้น ในการเตรียมชิ้นส่วนโครงเคร่าแนวนอนนั้น ช่างสามารถทำการตัดเตรียมชิ้นส่วนไว้ได้ เนื่องจากผนังทุกแบบใช้โครงเคร่าที่มีขนาดเท่ากันหมด

2. การติดตั้งวัสดุกรุผิวภายนอก ภายใน

หลังจากประกอบโครงสร้างผนังแล้วเสร็จ จากนั้นทำการตัดวัสดุกรุผิว ทั้งภายในและภายนอก โดยวัสดุกรุผิวภายนอกนั้นจะทำการกรุปิดผนังทั้งหมด แต่ภายในจะมีการเว้นช่องว่างไว้เพื่อการประกอบติดตั้งผนังแต่ละชิ้นส่วนเข้าด้วยกันในสถานที่ก่อสร้างจริง ในการออกแบบ ได้คำนึงถึงความสะดวกและรวดเร็วในการตัดแต่งชิ้นส่วนวัสดุกรุผนัง โดยให้รอยตัดนั้นตรง ไม่มีการหักมุม และมีขนาดที่ใกล้เคียงกับขนาดเดิมของวัสดุที่เลือกใช้ โดยแผ่นสมาร์ทบอร์ดความหนา 8มม. ที่เลือกใช้นั้นสามารถทำการตัดแต่งได้สะดวก โดยในการติดตั้งวัสดุกรุผนังนั้น จะใช้การขันสกรูยึดแผ่นวัสดุเข้ากับโครงเคร่าแนวตั้ง



ภาพที่ 6.40 การเตรียมชิ้นส่วนผนังของอาคารเรียนปรับปรุง

3. การเก็บชิ้นส่วนผนังอาคาร

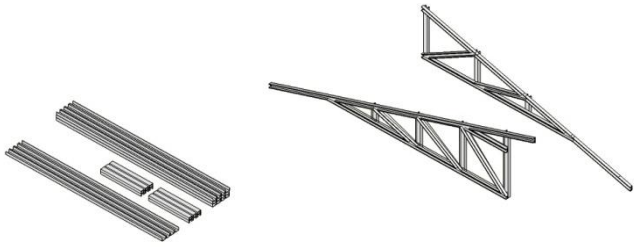
ในการเก็บชิ้นส่วนผนังนั้น ชิ้นส่วนผนังจะมีน้ำหนักเบากว่าชิ้นส่วนพื้น เนื่องจากวัสดุโครงสร้างที่ใช้นั้นมีน้ำหนักเบา และวัสดุกรุผิวมีน้ำหนักเบาและบางกว่า ในการขนย้ายจึงสามารถทำได้โดยสะดวกด้วยแรงงาน โดยในการกองเก็บชิ้นส่วนนั้นสามารถกองเก็บได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของโรงงานประกอบชิ้นส่วน โดยหากทำการกองเก็บชิ้นส่วนในแนวนอน ไม่ควรวางชิ้นส่วนซ้อนกันเกิน 6 ชิ้นส่วน เนื่องจากน้ำหนักที่กดทับลงบนชิ้นส่วนด้านล่างจะเพิ่มขึ้น และสามารถทำความเสียหายให้กับชิ้นส่วนผนังได้

5.1.3 การเตรียมชิ้นส่วนหลังคา

ชิ้นส่วนของหลังคาหลักในอาคารเรียนนี้มีทั้งหมด 2 แบบ โดยในการประกอบเป็นอาคารเรียนนั้น จะนำชิ้นส่วนหลังคาหลัก (จันทัน) ทั้ง 2 ชิ้นมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นหลังคา และยึดโครงสร้างเข้าด้วยกันด้วยโครงสร้างรอง (แป)

1. การเตรียมชิ้นส่วนและการประกอบชิ้นส่วนโครงหลังคา

ในการวัด ตัด และเจาะรูต่างๆของชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคา จะใช้เครื่องจักรในการทำทั้งหมด ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นนั้นจะมีขนาดความยาว และการเจาะรูที่ไม่เท่ากัน แต่ในการประกอบชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกันนั้นสามารถทำได้ง่าย เนื่องจากมีโครงสร้างเพียงแค่ 2 แบบเท่านั้น และเตรียมชิ้นส่วนหลังคาสำหรับเพิ่มการระบายอากาศและแสงสว่าง โดยวัดและตัดแผ่นกระเบื้องโปร่งแสงตามขนาดที่กำหนด



ภาพที่ 6.41 การเตรียมชิ้นส่วนหลังคาของอาคารเรียนปรับปรุง

2. การเก็บชิ้นส่วนหลังคา

หลังจากประกอบโครงสร้างหลังคาหลักแล้วเสร็จ จะนำไปกองเก็บรวมกันโดยสามารถขนย้ายชิ้นส่วนหลังคาได้ด้วยแรงงานคนเนื่องจากมีน้ำหนักเบา ในการกองเก็บต้องทำการกองเก็บในแนวนอน เนื่องจากชิ้นส่วนหลังคานี้มี

ส่วนยื่นที่ไม่สามารถจะวางในแนวตั้งได้ และในการวางชิ้นส่วนซ้อนทับกันนั้น ไม่ควรวางชิ้นส่วนซ้อนทับกันเกิน 6 ชั้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนหลังคา จากนั้นทำการวัดและตัดชิ้นส่วนโครงสร้างรอง (แป) ให้ได้ตามความยาว และกองเก็บไว้ รอการขนย้ายเพื่อนำไปติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างจริง สำหรับวัสดุมุงหลังคา เลือกใช้เหล็กแผ่นบางเคลือบรีดลอนพร้อมโฟมกันความร้อนหนา 1 นิ้ว จึงไม่สามารถม้วนได้ ต้องทำการวัดและตัดให้ได้ขนาดความยาวที่ต้องการ และวางกองเก็บไว้รอการขนย้าย

5.2 การประกอบชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกัน

ในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกัน จะดำเนินการในสถานที่ก่อสร้างจริง หลังจากทำการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนประกอบอาคารมายังสถานที่ก่อสร้างทั้งหมดแล้ว และเนื่องจากชิ้นส่วนประกอบอาคารทั้งหมดได้ทำการประกอบขึ้นมาจากโรงงาน ในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ขึ้นเป็นอาคารจึงไม่ต้องทำการวัดและตัดในสถานที่ก่อสร้าง จึงทำให้สามารถช่วยลดระยะเวลาในการประกอบชิ้นส่วนขึ้นเป็นอาคารได้

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างจริงให้คล้ายคลึงกับขั้นตอนในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบการก่อสร้างในแต่ละขั้นตอนได้ง่ายขึ้น โดยแบ่งขั้นตอนการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างจริงออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การเตรียมงานก่อนการก่อสร้าง การติดตั้งชิ้นส่วนพื้นอาคาร การติดตั้งชิ้นส่วนผนังอาคาร การติดตั้งชิ้นส่วนหลังคา

5.2.1 การเตรียมงานก่อนการก่อสร้าง

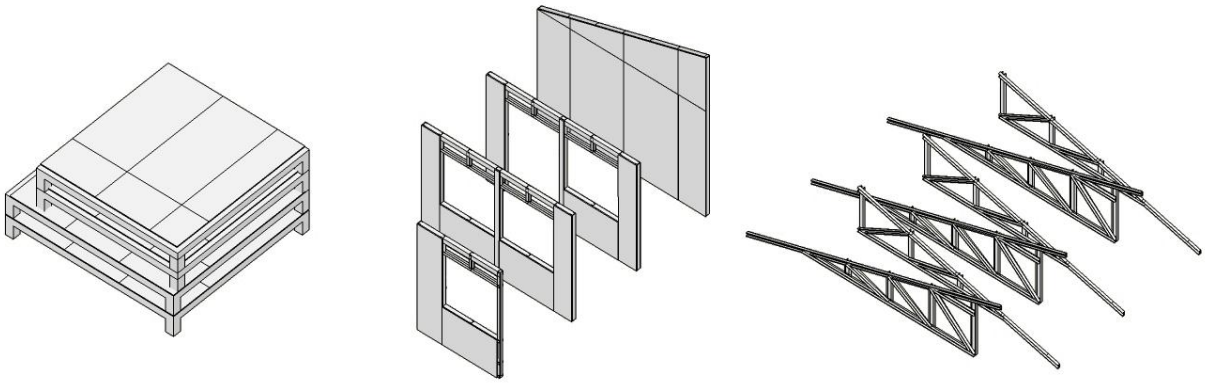
1. การเตรียมพื้นที่สำหรับก่อสร้างอาคาร

ก่อนการนำชิ้นส่วนอาคารมาประกอบขึ้นเป็นอาคารเรียน ช่างต้องทำการจัดเตรียมพื้นที่ ทั้งสำหรับสถานที่ก่อสร้างและสถานที่กองเก็บวัสดุก่อสร้าง ในการเตรียมพื้นที่สำหรับการก่อสร้าง ต้องทำการปรับระดับและเพิ่มความแข็งแรงของพื้นที่บริเวณดังกล่าว โดยการขุดและถมปรับระดับของหน้าดินให้มีระดับใกล้เคียงกัน จากนั้นทำการบดอัดดิน ถมทรายและบดอัดดินให้แน่นอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นทำการวางผังอาคารและกำหนดตำแหน่งการวางชิ้นส่วนฐานอาคาร

ในการจัดสถานที่กองเก็บวัสดุก่อสร้าง ไม่จำเป็นต้องเป็นอาคารถาวร เนื่องจากในการประกอบชิ้นส่วนอาคารนั้นจะใช้เวลาไม่นาน เพียงแค่ทำร่มและเตรียมพื้นที่บริเวณดังกล่าวให้แห้งและมีระดับสูงกว่าระดับดินเล็กน้อย เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆเกิดความเสียหาย

2. การกองเก็บชิ้นส่วนอาคารและวัสดุก่อสร้าง

ในการจัดวางวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ ต้องวางแยกหมวดหมู่อย่างชัดเจน โดยแบ่งจัดเก็บตามลักษณะของชิ้นส่วนอาคาร เนื่องจากชิ้นส่วนอาคารเกือบทั้งหมดมีการประกอบเข้าด้วยกันไว้แล้วจากโรงงาน ทำให้การจัดเก็บสามารถทำได้ง่าย โดยอาจแยกเป็นชิ้นส่วนพื้น ชิ้นส่วนผนัง ชิ้นส่วนหลังคา และอุปกรณ์ในการประกอบติดตั้งอื่น ๆ



ภาพที่ 6.42 การแบ่งชิ้นส่วนประกอบอาคารของอาคารเรียนปรับปรุง

5.2.2 การติดตั้งชิ้นส่วนพื้นอาคาร

ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนพื้นอาคาร แยกออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ การติดตั้งฐานอาคารพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูป และการติดตั้งชิ้นส่วนพื้นอาคาร สำหรับฐานอาคารผู้ออกแบบได้เลือกใช้พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูปเป็นวัสดุก่อสร้าง โดยจะมีการหล่อชิ้นส่วนดังกล่าวมาจากโรงงานผู้ผลิต และขนส่งมายังสถานที่ก่อสร้าง

1. การติดตั้งฐานอาคาร พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูป

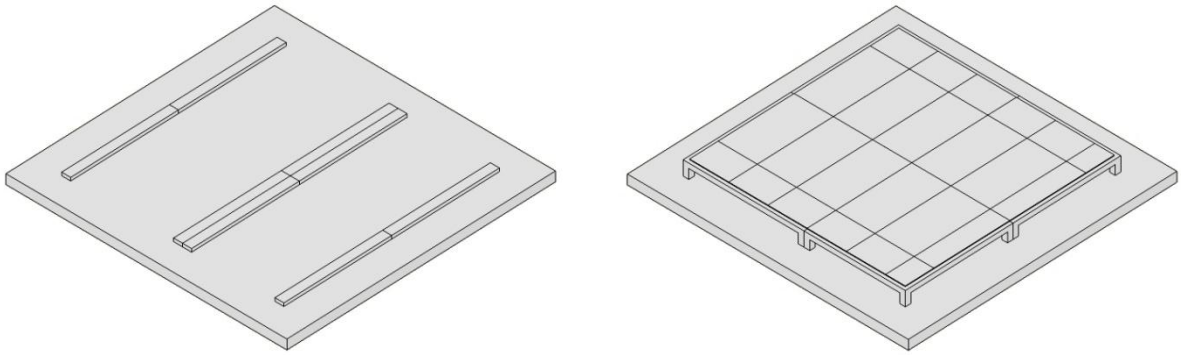
ในการติดตั้งแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูปนั้น สามารถขนย้ายแผ่นพื้นจากสถานที่จัดเก็บมายังสถานที่ก่อสร้างจริงได้ด้วยแรงงานคน โดยจะเคลื่อนย้ายแผ่นพื้นดังกล่าวมาวางบนพื้นที่ได้รับการบดอัดและปรับระดับดินให้เรียบแล้ว

2. การปรับตำแหน่งฐานอาคาร

หลังจากวางชิ้นส่วนลงตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการปรับตำแหน่งและระดับโดยละเอียดอีกครั้งหนึ่ง โดยการปรับตำแหน่งนี้สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนได้ค่อนข้างสะดวก เนื่องจากแผ่นพื้นนั้นมีน้ำหนักไม่มาก

3. การติดตั้งชิ้นส่วนพื้นอาคาร

หลังจากติดตั้งแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูปแล้วเสร็จ ช่างจะยกชิ้นส่วนพื้นของอาคารมาวางลงบนฐานแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จรูปด้วยแรงงานคน และทำการยึดชิ้นส่วนพื้นกับฐานด้วยการฝังพุกตะกั่วลงบนฐานอาคาร และขันสกรูยึดติดชิ้นส่วนพื้นกับฐานอาคารให้แน่น



ภาพที่ 6.43 การติดตั้งฐาน และชิ้นส่วนพื้นของอาคารเรียนปรับปรุง

5.2.3 การติดตั้งชิ้นส่วนผนังอาคาร

การติดตั้งชิ้นส่วนผนังอาคารจะแยกขั้นตอนออกเป็น 3 ส่วน คือการติดตั้งชิ้นส่วนผนังอาคาร การประกอบชิ้นส่วนผนังแต่ละชิ้นเข้าด้วยกัน และการกรุวัสดุผนังบางส่วนเพื่อความเรียบร้อยของงาน

1. การติดตั้งชิ้นส่วนผนังอาคาร

ในการติดตั้งชิ้นส่วนผนังเข้ากับชิ้นส่วนพื้นอาคาร ช่างก่อสร้างสามารถยกชิ้นส่วนผนังมาติดตั้งบนชิ้นส่วนพื้นได้ง่าย เนื่องจากชิ้นส่วนผนังมีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรง และมีความยืดหยุ่นตัวสูง โดยในการติดตั้งนั้นช่างจะทำการยกชิ้นส่วนผนังมาวางบนชิ้นส่วนพื้น โดยจะวางอยู่บนชิ้นส่วนพื้นอาคารที่ จากนั้นทำการยึดโครงผนังไว้กับพื้นอาคาร และทำการค้ำยันผนังไว้ให้ตั้งฉากกับแนวพื้น จากนั้นยกชิ้นส่วนผนังอื่นๆมาวางและยึดกับพื้นอาคารจนครบ และทำการปรับผนังให้ตั้งฉากกับแนวพื้นอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นขันสกรูยึดโครงสร้างผนังเข้ากับชิ้นส่วนพื้นอาคารให้แน่น

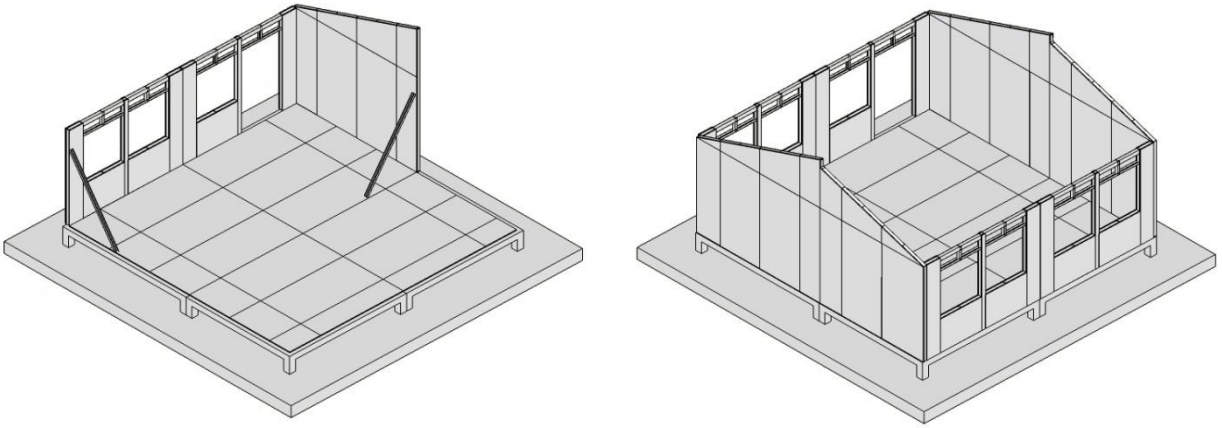
2. การประกอบชิ้นส่วนผนังแต่ละชิ้นเข้าด้วยกัน

หลังจากประกอบผนังอาคารเข้ากับชิ้นส่วนพื้นอาคารแล้ว จะต้องทำการยึดผนังแต่ละชิ้นเข้าด้วยกันด้วย โดยขันสกรูยึดติดแต่ละชิ้นส่วนผนังเข้าด้วยกัน

ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ หลังจากนั้นเคลื่อนย้ายค้ำยันออก เตรียมการติดตั้งแผ่นผนังที่เหลือ เพื่อเก็บความเรียบร้อยของงาน

3. การติดตั้งแผ่นผนังอาคารที่เหลือ

การติดตั้งแผ่นผนังที่เหลือนั้น เป็นชิ้นส่วนที่ไม่สามารถติดตั้งมาจากโรงงานได้ เนื่องจากต้องมีการเว้นช่องว่าง (ภายในอาคาร ด้านล่างที่เชื่อมต่อกับโครงสร้างพื้นอาคาร และด้านข้างสำหรับเชื่อมต่อกับผนังแผ่นอื่นๆ) สำหรับการยึดติดชิ้นส่วนผนังแต่ละผนังเข้ากับพื้นและเข้าด้วยกัน โดยชิ้นส่วนแผ่นผนังที่เหลือนั้น ได้ทำการวัดและตัดขนาดมาจากโรงงานแล้ว การติดตั้งจึงเพียงนำแผ่นผนังมาวางบนตำแหน่งที่ถูกต้อง และขันสกรูยึดแผ่นผนังเข้ากับส่วนโครงสร้างด้านใน



ภาพที่ 6.44 การติดตั้งชิ้นส่วนผนังของอาคารเรียนปรับปรุง

5.2.4 การติดตั้งชิ้นส่วนหลังคา

ในการติดตั้งชิ้นส่วนหลังคา เนื่องจากไม่สามารถทำการเตรียมประกอบชิ้นส่วนหลังคามาจากโรงงานได้ทั้งหมด เพราะเป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ จึงต้องทำการแยกชิ้นส่วนหลังคาออกเป็น 3 ส่วน คือชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาหลัก (จันทัน) ชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคารอง (แป) และชิ้นส่วนวัสดุมุงหลังคา โดยผู้ออกแบบได้คำนึงถึงปริมาณงานและเวลาที่ต้องใช้ในการติดตั้ง จึงเลือกใช้วัสดุมุงหลังคาที่มีขนาดใหญ่ มีรอยต่อน้อย และมีระยะห่างระหว่างแปค่อนข้างน้อย เพื่อพยายามลดปริมาณงานและเวลาที่จะใช้ในการติดตั้ง

1. การติดตั้งโครงสร้างหลังคาหลัก

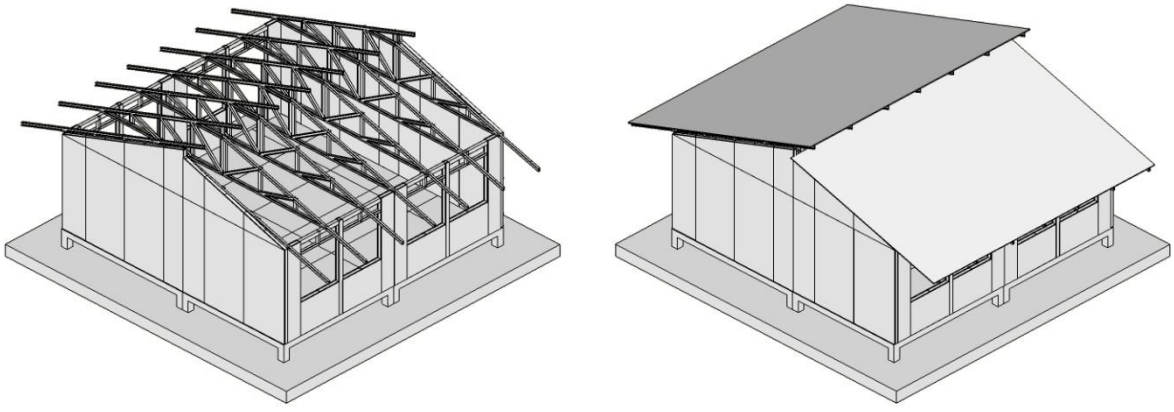
ในการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาหลัก ช่างจะทำการยึดชิ้นส่วนหลังคาทั้ง 2 แบบเข้าด้วยกันก่อน จากนั้นยกชิ้นส่วนหลังคาหลักดังกล่าวที่ประกอบติดกันแล้วขึ้นวางบนชิ้นส่วนผนัง และทำการยึดชิ้นส่วนหลังคาเข้ากับผนังด้วยการขันสกรู จากนั้นยกชิ้นส่วนหลังคาชิ้นอื่นๆขึ้นวางและยึดจนเสร็จ

2. การติดตั้งโครงสร้างหลังคารอง (แป)

จากนั้นนำชิ้นส่วนหลังคารอง (แป) ที่ได้รับการตัดแต่งมาจากโรงงานแล้วขึ้นวางและยึดให้แน่น โดยเริ่มยึดจากด้านบนสุดติดกับยอดหลังคาก่อนเพื่อยึดให้โครงสร้างหลังคามีความแข็งแรงมากขึ้น จากนั้นติดตั้งแปชิ้นอื่นๆไล่ลงมาทางชายคาด้านล่างโดยการขันสกรูให้แน่น

3. การติดตั้งวัสดุมุงหลังคา

วัสดุมุงหลังคา เนื่องจากเลือกใช้หลังคาเหล็กเคลือบรีดลอนพร้อมโฟมกันความร้อนหนา 1 นิ้ว วัสดุที่นำมานั้นจะมีการวัดและตัดขนาดให้พอดีกับขนาดที่ต้องใช้อยู่แล้ว ในการติดตั้งช่างเพียงยกแผ่นหลังคาขึ้นวางบนแป และยึดเข้ากันให้แน่นด้วยการขันสกรู โดยชิ้นส่วนวัสดุมุงหลังคาแต่ละแผ่นนั้นจะมีความยาวพอดีกับขนาดของหลังคา หลังคาจึงไม่มีรอยต่อทางด้านแนวนอน จากนั้นทำการติดตั้งกระเบื้องโปร่งแสงบริเวณช่องว่างระหว่างโครงสร้างหลังคา และนำแผ่นเหล็กบางเคลือบที่พับขึ้นรูปสำหรับการปิดมุม และการกันน้ำต่างๆมาติดตั้ง โดยการขันสกรูและใช้ซิลิโคนยาแนวอีกครั้งหนึ่ง

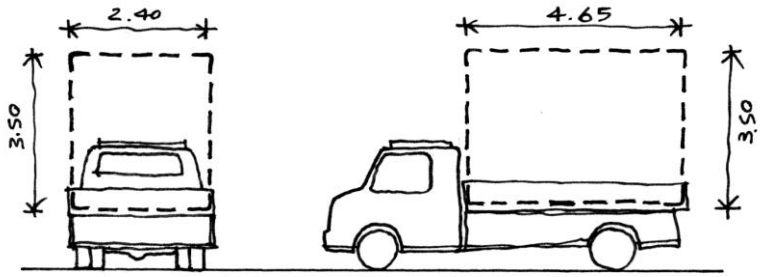


ภาพที่ 6.44 การติดตั้งชิ้นส่วนหลังคาของอาคารเรียนปรับปรุง

5.3 การขนส่งชิ้นส่วนก่อสร้างไปยังสถานที่ก่อสร้าง

การขนส่งชิ้นส่วนก่อสร้างที่ประกอบเสร็จแล้วจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนไปยังสถานที่ก่อสร้างนั้น ผู้วิจัยต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการขนส่งวัสดุต่าง ๆ ไปยังพื้นที่ธุรกันดาล ที่รถบรรทุกขนาดใหญ่เข้าไปไม่ถึงสถานที่ก่อสร้าง ผู้วิจัยเลือกใช้รถบรรทุก 6 ล้อขนาดมาตราฐานในการออกแบบขนาดชิ้นส่วนก่อสร้าง เนื่องจากเป็นรถบรรทุกขนาดเล็กที่มีใช้กันทั่วไป และสามารถเข้าถึงพื้นที่ธุรกันดาลได้พอสมควร

ในการออกแบบขนาดชิ้นส่วนก่อสร้างสำเร็จรูปนั้น ผู้วิจัยได้คำนึงถึงขนาดความยาว ความกว้าง และความสูง ที่รถบรรทุก 6 ล้อจะสามารถบรรทุกได้อย่างถูกกฎหมาย และพบว่ารถบรรทุกสามารถบรรทุกของได้ กว้าง 2.40ม. ยาว 4.65ม. และสูง 3.50ม. ซึ่งขนาดดังกล่าวนั้นเพียงพอในการบรรจุชิ้นส่วนก่อสร้าง (ขนาดชิ้นส่วนไม่กว้าง ยาวเกินขนาดของพื้นที่บรรทุกของ)



6. ผลการศึกษาด้านระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุง
(รายละเอียดในบทที่ 7 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร)

ในการศึกษาระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุงนี้ เนื่องจากไม่มีการนำแบบอาคารปรับปรุงนี้ไปก่อสร้างขึ้นเป็นอาคารต้นแบบ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบจากเวลาในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ ปริมาณงานการก่อสร้างของอาคารต้นแบบ และอาคารปรับปรุง

ระยะเวลาในการก่อสร้างทั้งหมด โดยรวมทั้งขั้นตอนการเตรียมชิ้นส่วนในโรงงานผลิตและการติดตั้งชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้าง อาคารปรับปรุงขนาดเล็กจะใช้เวลา 33.1 ชม. อาคารขนาดกลางใช้เวลา 36.6 และอาคารขนาดใหญ่ใช้เวลา 36.08 ชม. แต่ในการคิดเวลาการก่อสร้างอาคารปรับปรุงนั้นจะคิดแต่ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างที่สถานที่ก่อสร้างเท่านั้น เนื่องจากชิ้นส่วนอาคารทั้งหมดจะได้รับการผลิตเตรียมไว้แล้วในโรงงาน

ในการประกอบชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกัน จะใช้แวลาในการประกอบอาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 11.48 ชม. อาคารขนาดกลาง 15.72 ชม. และอาคารขนาดใหญ่ 16.28 ชม. หรือหากเทียบเป็น % คือ อาคารขนาดเล็กใช้เวลาประกอบอาคารเป็นระยะเวลาเพียงแค่ 26.72 % ของอาคารต้นแบบ อาคารขนาดกลางและใหญ่ใช้เวลา 36.55 % และ 37.86 % ตามลำดับ

บทที่ 7

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการออกแบบอาคารต้นแบบและอาคารปรับปรุง

จากการศึกษาการออกแบบ และก่อสร้างอาคารต้นแบบ ทำให้ทราบถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดต่างๆของการออกแบบอาคารต้นแบบ ในการออกแบบปรับปรุงอาคารนั้นได้มีการศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมในการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวใหม่ โดยในการเปรียบเทียบการออกแบบของทั้งอาคารต้นแบบและอาคารปรับปรุง จะแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 4 ส่วน คือ การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม การวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีและขั้นตอนในการก่อสร้าง การวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร และการวิเคราะห์เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม

1.1 การออกแบบอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม

1.1.1 การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคาร

ในการออกแบบอาคารต้นแบบนั้น ไม่ได้มีการคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ และไม่ได้คำนึงถึงทิศทางในการวางอาคารที่เหมาะสม จากการออกแบบอาคารต้นแบบ จะเห็นได้ว่า การออกแบบอาคารนั้นยังไม่สามารถตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้อาคารได้มากนัก

ในการออกแบบอาคารเรียนปรับปรุง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสมในการออกแบบ โดยศึกษาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ รูปร่างของอาคารที่ตอบสนองได้ดีต่อสภาพแวดล้อม และการวางอาคารในทิศทางที่เหมาะสมในบริเวณ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยวางอาคารตามแกนทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยวางอาคารเบี่ยงแกน 5° ไปทางทิศตะวันตกไปถึง 15° ไปทางทิศตะวันออก โดยการวางอาคารในทิศทางดังกล่างจะสามารถลดการรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ และเพื่อการรับลมอย่างเหมาะสม

1.1.2 การออกแบบผนังอาคาร

ในการออกแบบผนังอาคาร ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยคำนึงถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศ และการนำแสงสว่างเข้ามาภายในอาคาร โดยออกแบบควบคู่ไปกับการออกแบบหลังคา

- การออกแบบเพื่อการระบายอากาศ

การออกแบบช่องเปิดของอาคารต้นแบบ จำนวนช่องเปิดนั้นมีจำนวนน้อย และกินพื้นที่ผนังน้อยมาก ทำให้การระบายอากาศที่ไม่ดี และเนื่องจากในพื้นที่บริเวณ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้นั้นมีอากาศร้อนตลอดปี จึงน่าจะมีการเปิดช่องเปิดเพื่อการระบายความร้อนมากกว่านี้

ในการออกแบบช่องเปิดของอาคารเรียนปรับปรุงนี้ ผู้วิจัยได้ทำการคำนึงถึงทั้งการระบายลม และการนำแสงสว่างเข้ามาภายในอาคารควบคู่กันไป โดยคำนึงถึงการลดปริมาณแสงแดดโดยตรง และลดความร้อนที่จะเข้ามาสู่ตัวอาคารด้วย นอกจากนั้นในส่วนของผนังอาคาร ได้มีการเพิ่มจำนวนช่องเปิดของอาคาร และได้มีการเปลี่ยนแปลงวัสดุก่อสร้างของผนังบางส่วนเพื่อให้สามารถตอบสนองในด้านการระบายอากาศ แสงสว่าง และการป้องกันความร้อนได้ดีขึ้น โดยในอาคารต้นแบบได้มีการเปิดช่องเป็นเป็นพื้นที่ 10 % ของพื้นที่ผนังทั้งหมด ส่วนในอาคารเรียนปรับปรุงนั้นมีสัดส่วนของช่องเปิดเพิ่มขึ้น คือ ในอาคารขนาดเล็กมีพื้นที่ช่องเปิด 23 % อาคารขนาดกลางมีพื้นที่ช่องเปิด 25% และอาคารขนาดใหญ่มีพื้นที่ช่องเปิด 28% โดยนอกจากจะมีการเพิ่มช่องเปิดบริเวณผนังแล้ว ผู้วิจัยยังเพิ่มช่องเปิดบริเวณส่วนเหลื่อมกันของหลังคาด้วย ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศได้มากขึ้น

- การออกแบบที่คำนึงถึงแสงสว่าง

ในการออกแบบอาคารเรียนต้นแบบ การเปิดช่องเปิดนั้นมีจำนวนน้อย จึงส่งผลกระทบต่อปริมาณแสงสว่างที่เข้ามาภายในห้องเรียนด้วย โดยจากการเข้าศึกษาดูการก่อสร้างจนแล้วเสร็จ พบว่าภายในอาคารนั้นมีแสงสว่างน้อย ต้องเปิดใช้ไฟฟลูออเรสเซนต์ภายในอาคารแม้ว่าจะเป็นเวลากลางวันที่มีแสงสว่างภายนอกมากก็ตาม

ในการออกแบบอาคารเรียนปรับปรุง เนื่องจากมีคำนึงถึงปริมาณแสงสว่างที่ต้องการภายในอาคารผู้วิจัยจึงเพิ่มสัดส่วนของช่องเปิดอาคาร เพื่อให้มีความสามารถในการระบายอากาศได้มากขึ้น และได้รับแสงสว่างควบคู่กันไป นอกจากจะเพิ่มจำนวนของช่องเปิดแล้ว ผู้วิจัยยังเปลี่ยนแปลงวัสดุบางส่วนของอาคารให้มีคุณสมบุติโปร่งแสง เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณแสงภายในอาคารด้วย

1.1.3 การออกแบบหลังคา

การออกแบบหลังคาของอาคารเรียนต้นแบบนั้นไม่ได้คำนึงถึงปริมาณของน้ำฝนและลมมรสุมที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำในพื้นที่โครงการ ในอาคารต้นแบบนั้น ส่วนชายคาของอาคารมีส่วนยื่นออกจากผนังอาคารเพียงแค่ 1.20 เมตรเท่านั้น ซึ่งไม่น่าจะเพียงพอที่จะกันฝนสาดเข้ามาภายในอาคารได้ นอกจากนั้นยังไม่ได้คำนึงถึงการระบายหมุนเวียนอากาศภายในห้องเรียนด้วย

ในการออกแบบปรับปรุงผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มระยะยื่นของหลังคาเพิ่มอีก 30 ซม. เป็น 1.50 เมตร เพื่อเพิ่มการป้องกันแดดฝนให้กับอาคาร และในการออกแบบหลังคาของอาคาร นอกจากจะยื่นชายคาของอาคารมากขึ้นแล้ว ยังมีการเพิ่มช่องเปิดระหว่างรอยต่อของหลังคาด้วย โดยช่องเปิดนี้จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศให้ดีขึ้นและเป็นการเพิ่มแสงสว่างภายในห้องได้ด้วย

1.2 การออกแบบพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

1.2.1 การจัดวางผังอาคาร

ในการออกแบบอาคารต้นแบบนั้น ไม่ได้คำนึงถึงจำนวนของผู้ใช้อาคาร จึงทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ โดยหลังจากได้ลองจัดวางโต๊ะ เก้าอี้ และอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องเรียนลงไปในห้องเรียนต้นแบบแล้ว พบว่า ไม่สามารถจัดวางโต๊ะเรียนได้ตามจำนวนเด็กนักเรียนต่อ 1 ห้อง

สำหรับอาคารเรียนปรับปรุง ผู้วิจัยได้หาข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับชั้น และได้ทำการแบ่งขนาดของห้องเรียน เพื่อให้สามารถตอบสนองกับความต้องการได้ในทุกโรงเรียน และทุกระดับชั้นในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยผู้วิจัยได้แบ่งห้องเรียนออกเป็น 3 ขนาด คือขนาด 46.24 ตร.ม. ขนาด 58.48 ตร.ม. และขนาด 68.68 ตร.ม.

1.2.2 ความยืดหยุ่นในการออกแบบพื้นที่ใช้สอย

อาคารเรียนต้นแบบมีการออกแบบห้องเรียนให้มีขนาดพื้นที่ใช้สอย 36 ตารางเมตรเพียงแบบเดียว ซึ่งไม่สามารถรองรับความต้องการและจำนวนเด็กนักเรียนต่อ 1 ห้องเรียนได้

ในการออกแบบอาคารเรียนปรับปรุง ผู้วิจัยได้แบ่งห้องเรียนออกเป็น 3 ขนาด เพื่อให้สามารถรองรับกับความต้องการได้หลากหลายมากขึ้น ทั้งห้องเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ การแบ่งขนาดดังกล่าวทำให้สามารถรองรับความต้องการได้ดี

ขึ้น โดยอาคารขนาดเล็กมีขนาดพอเพียงกับจำนวนเด็กนักเรียน ไม่คับแคบจนเกินไป และอาคารขนาดใหญ่ก็ไม่ได้มีขนาดใหญ่จนเกินความต้องการ

1.2.3 การออกแบบเพื่อการปรับเปลี่ยนในอนาคต

ในการออกแบบอาคารต้นแบบนั้นออกแบบให้สามารถนำห้อง 2 ห้องเรียนมาต่อกันได้ ซึ่งก็จะได้ห้องเรียนขนาด 72 ตารางเมตร ซึ่งก็จะมีขนาดใหญ่เกินไปสำหรับความต้องการ (ความสามารถในการรวมห้องเรียน 2 ห้องเข้าด้วยกันนั้นเป็นแนวคิดในช่วงการออกแบบเท่านั้น ในการออกแบบจริงไม่ได้มีการออกแบบเตรียมพร้อมสำหรับการรวมห้องเรียนเข้าด้วยกัน เนื่องจากไม่ได้ออกแบบโครงสร้างพื้นที่จะมารองรับส่วนอาคารต่อเติมดังกล่าว)

ในการใช้งานของอาคารเรียนปรับปรุง สามารถทำการประกอบอาคารต่อกันได้โดยสะดวก เนื่องจากมีการออกแบบโครงสร้างพื้นและผนังในกรณีที่ต้องการรวมห้องเรียนหลายห้องเรียนเข้าเป็นอาคารเดียวกัน (โครงสร้างพื้น C และ D และโครงสร้างผนัง B2) และหากรวมห้องเรียนเข้าด้วยกันแล้ว การก่อสร้างส่วนผนังก็จะลดลงตามไปด้วย เนื่องจากมีการใช้ผนังห้องร่วมกันของ 2 ห้องเรียน

1.3 การเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง

ในการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทางเลือกของวัสดุก่อสร้างต่างๆ โดยได้ทำการศึกษาแบ่งเป็นหมวดหมู่ และได้ทำการเลือกวัสดุที่มีความเหมาะสมกับการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวนี้ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างทั่วไป และการนำวัสดุดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป เพื่อให้ได้อาคารที่มีคุณสมบัติที่ดี และสามารถบรรลุความต้องการในด้านของระยะเวลาในการก่อสร้างให้ได้ ซึ่งในอาคารเรียนต้นแบบและในอาคารเรียนปรับปรุงนั้นได้มีการเลือกใช้วัสดุที่เหมือนกันบ้างในบางส่วน เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมอยู่แล้ว เพียงแต่นำมาปรับปรุงวิธีการออกแบบและก่อสร้างก็สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเจ้าของโครงการได้แล้ว

ในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละวัสดุทางเลือก จากนั้นนำวัสดุที่เลือกใช้ในอาคารปรับปรุงมาเปรียบเทียบกับอาคารเรียนต้นแบบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพดีขึ้น และสามารถตอบสนองความต้องการได้มากขึ้น ทั้งในส่วนของการใช้สอย และการก่อสร้างอาคาร

วัสดุก่อสร้าง		อาคารต้นแบบ	อาคารใหม่
การปรับพื้นที่			ปรับระดับดินโดยการขุดและถมดินให้มีระดับเรียบเสมอกัน จากนั้นบดอัดดิน ถมทราย และบดอัดดินอีกครั้งเพื่อให้มีระดับเรียบเสมอกัน และมีความแข็งแรง
ฐานอาคาร		แท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป	แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป (เปลี่ยนแปลง)
	ข้อดี	มีความทนทานสูง สามารถสั่งผลิตตามขนาด และรายละเอียดที่ต้องการได้	มีความทนทานสูง สามารถสั่งผลิตตามขนาด และรายละเอียดที่ต้องการได้ มีน้ำหนักเบา
		สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้	สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้
			มีน้ำหนักเบา ใช้แรงงานคนเคลื่อนย้ายได้สะดวก
			ออกแบบหน้าตัดของแผ่นพื้นให้เหมาะสมกับการรับแรงของโครงสร้างได้
			มีน้ำหนักเบา ลดปัญหาการทรุดตัวของพื้นดิน
	ข้อด้อย	มีน้ำหนักมาก ไม่สามารถใช้แรงงานคนในการเคลื่อนย้าย และติดตั้งได้	
		ต้องใช้เครื่องมือหนักในการติดตั้ง ทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย และแก้ไขได้ยาก	
		มีน้ำหนักมาก ทำให้มีโอกาสเกิดการทรุดตัวได้ง่าย	
โครงสร้างพื้น			
หลัก		เหล็กรูปพรรณ	เหล็กรูปพรรณ (ใช้วัสดุเดิม)
	ข้อดี	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก
		มีขนาดของชิ้นส่วนในตลาดที่หลากหลาย	มีขนาดของชิ้นส่วนในตลาดที่หลากหลาย
		สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้	สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้
		มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน	มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน
		ติดตั้งได้สะดวกด้วยเครื่องมือพื้นฐาน	ติดตั้งได้สะดวกด้วยเครื่องมือพื้นฐาน
	ข้อด้อย	เมื่อผ่านการใช้งาน ต้องทาสีกันสนิมใหม่	เมื่อผ่านการใช้งาน ต้องทาสีกันสนิมใหม่
รอง		โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก	โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก (ใช้วัสดุเดิม)
	ข้อดี	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก
		สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้	สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้
		มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน	มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน
		ติดตั้งได้สะดวกเพราะตัดแต่ง และเจาะรูมาจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนแล้ว	ติดตั้งได้สะดวกเพราะตัดแต่ง และเจาะรูมาจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนแล้ว
		ไม่เป็นสนิม	ไม่เป็นสนิม
	ข้อด้อย	การตัดแต่ง และรูต่างๆมาจากโรงงาน หากมีความคลาดเคลื่อนในการประกอบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องอาจจะทำให้เกิดปัญหาในการประกอบชิ้นส่วนได้	การตัดแต่ง และรูต่างๆมาจากโรงงาน หากมีความคลาดเคลื่อนในการประกอบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องอาจจะทำให้เกิดปัญหาในการประกอบชิ้นส่วนได้

ตารางที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุก่อสร้างของอาคารเรียนเดิม และอาคารปรับปรุง

โครงสร้างผนัง		โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก	โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก (ใช้วัสดุเดิม)
	ข้อดี	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก
		สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้	สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้
		มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน	มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน
		ติดตั้งได้สะดวกเพราะตัดแต่ง และเจาะรูมาจาก โรงงานผลิตชิ้นส่วนแล้ว	ติดตั้งได้สะดวกเพราะตัดแต่ง และเจาะรูมาจาก โรงงานผลิตชิ้นส่วนแล้ว
		มีความยืดหยุ่นสูง ในการเคลื่อนย้ายสามารถทำได้ สะดวก โดยไม่เกิดความเสียหายกับโครงสร้าง	มีความยืดหยุ่นสูง ในการเคลื่อนย้ายสามารถทำได้ สะดวก โดยไม่เกิดความเสียหายกับโครงสร้าง
		สามารถประกอบวัสดุแผ่นผนังเข้ากับโครงสร้างได้ง่าย	สามารถประกอบวัสดุแผ่นผนังเข้ากับโครงสร้างได้ง่าย
		ไม่เป็นสนิม	ไม่เป็นสนิม
	ข้อด้อย	การตัดแต่ง และรูต่างๆมาจากโรงงาน หากมีความ คลาดเคลื่อนในการประกอบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาจจะทำให้เกิดปัญหาในการประกอบชิ้นส่วนได้	การตัดแต่ง และรูต่างๆมาจากโรงงาน หากมีความ คลาดเคลื่อนในการประกอบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาจจะทำให้เกิดปัญหาในการประกอบชิ้นส่วนได้
โครงสร้างหลังคา		โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก	โครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนัก (ใช้วัสดุเดิม)
	ข้อดี	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก
		สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้	สามารถผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานก่อนการติดตั้งได้
		มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน	มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน
		ติดตั้งได้สะดวกเพราะตัดแต่ง และเจาะรูมาจาก โรงงานผลิตชิ้นส่วนแล้ว	ติดตั้งได้สะดวกเพราะตัดแต่ง และเจาะรูมาจาก โรงงานผลิตชิ้นส่วนแล้ว
		มีความยืดหยุ่นสูง ในการเคลื่อนย้ายสามารถทำได้ สะดวก โดยไม่เกิดความเสียหายกับโครงสร้าง	มีความยืดหยุ่นสูง ในการเคลื่อนย้ายสามารถทำได้ สะดวก โดยไม่เกิดความเสียหายกับโครงสร้าง
		ไม่เป็นสนิม	ไม่เป็นสนิม
	ข้อด้อย	การตัดแต่ง และรูต่างๆมาจากโรงงาน หากมีความ คลาดเคลื่อนในการประกอบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาจจะทำให้เกิดปัญหาในการประกอบชิ้นส่วนได้	การตัดแต่ง และรูต่างๆมาจากโรงงาน หากมีความ คลาดเคลื่อนในการประกอบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาจจะทำให้เกิดปัญหาในการประกอบชิ้นส่วนได้
วัสดุกรุผิวพื้น		แผ่นพื้น วีว่า บอร์ด หน้า 20มม.	แผ่นพื้น วีว่า บอร์ด หน้า 20มม. (ใช้วัสดุเดิม)
	ข้อดี	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก	มีความแข็งแรง ทนทานสูง รับน้ำหนักได้มาก
		มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน	มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน
		สามารถตัดแต่งขนาดได้ง่าย	สามารถตัดแต่งขนาดได้ง่าย
		พื้นผิวมีความแข็ง และเรียบ ทนทานต่อการใช้งาน	พื้นผิวมีความแข็ง และเรียบ ทนทานต่อการใช้งาน
		มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมสูง	มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมสูง
	ข้อด้อย	วัสดุมีสีเข้ม ทำให้การกระจายแสงในห้องไม่ค่อยดี	วัสดุมีสีเข้ม ทำให้การกระจายแสงในห้องไม่ค่อยดี
วัสดุกรุผนัง		แผ่นผนัง สมาร์ท บอร์ด หนา 8มม.	แผ่นผนัง สมาร์ท บอร์ด หนา 8มม. (ใช้วัสดุเดิม)
ภายนอก	ข้อดี	มีความแข็งแรง และยืดหยุ่นสูง	มีความแข็งแรง และยืดหยุ่นสูง
		มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน	มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน
		สามารถตัดแต่งขนาดได้ง่าย	สามารถตัดแต่งขนาดได้ง่าย
		สามารถช่วยป้องกันความร้อน และเสียงรบกวนได้	สามารถช่วยป้องกันความร้อน และเสียงรบกวนได้
		มีคุณสมบัติในการช่วยกระจายแสงภายในห้อง	มีคุณสมบัติในการช่วยกระจายแสงภายในห้อง
	ข้อด้อย	หากไม่ได้ทาสี จะมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นต่ำ	หากไม่ได้ทาสี จะมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นต่ำ
		สามารถเกิดความเสียหายได้ง่ายในการถอดชิ้นส่วน เพื่อนำไปประกอบในสถานที่ใหม่	สามารถเกิดความเสียหายได้ง่ายในการถอดชิ้นส่วน เพื่อนำไปประกอบในสถานที่ใหม่

ตารางที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุก่อสร้างของอาคารเรียนเดิม และอาคารปรับปรุง (ต่อ)

วัสดุกรุผนัง			กระเบื้องโปร่งแสง (เพิ่มเติม)
ภายนอก	ข้อดี		แสงสว่างสามารถส่องทะลุผ่านได้
			สามารถเพิ่มการระบายอากาศในห้องได้
	ข้อด้อย		หากติดตั้งในบริเวณที่โดนแสงแดดโดยตรง วัสดุจะเสียหายได้ง่าย
วัสดุกรุผนัง		แผ่นเหล็กรีดลอน	แผ่นผนัง สมาร์ท บอร์ด หนา 8มม. (เปลี่ยนแปลง)
ภายใน	ข้อดี	มีความแข็งแรง ทนทานสูง และยืดหยุ่นสูง	มีความแข็งแรง และยืดหยุ่นสูง
		มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน	มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยแรงงานคน
		วัสดุมีขนาดใหญ่ ทำให้มีรอยต่อวัสดุน้อย	สามารถตัดแต่งขนาดได้ง่าย
			สามารถช่วยป้องกันความร้อน และเสียงรบกวนได้
			มีคุณสมบัติในการช่วยกระจายแสงภายในห้อง
	ข้อด้อย	วัสดุมีความแข็งมาก สามารถตัดแต่งขนาดได้ยาก และใช้เวลานาน	หากไม่ได้ทาสี จะมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นต่ำ
		ไม่สามารถช่วยป้องกันความร้อน และเสียงรบกวนจากภายนอกได้ นอกจากนั้นยังสะสมความร้อนไว้ตัววัสดุเองด้วย ทำให้ภายในห้องมีความร้อนเพิ่มขึ้น	สามารถเกิดความเสียหายได้ง่ายในการถอดชิ้นส่วนเพื่อนำไปประกอบในสถานที่ใหม่
วัสดุมุงหลังคา		กระเบื้องลอนคู่	เหล็กรีดลอนเคลือบ บุโฟมกันความร้อนหนา 1" (เปลี่ยนแปลง)
	ข้อดี	มีความแข็งแรง ทนทานสูง	มีความแข็งแรง ทนทาน และยืดหยุ่นสูง
			วัสดุมีขนาดใหญ่ ทำให้มีรอยต่อวัสดุน้อย
			ใช้เวลาในการติดตั้งน้อย
			ประหยัดโครงสร้าง เนื่องจากระยะห่างระหว่างแปมาก
			สามารถช่วยป้องกันความร้อน และเสียงรบกวนได้
	ข้อด้อย	วัสดุขนาดเล็ก มีรอยต่อวัสดุมาก	ตัดแต่งวัสดุได้ยาก
		ใช้เวลาในการติดตั้งนาน	
		ระยะห่างระหว่างแปน้อย ทำให้เปลืองโครงสร้าง	
		ไม่มีฉนวนกันความร้อน	
ประตูหน้าต่าง		ประตู และหน้าต่าง เหล็ก สำเร็จรูป	ประตู และหน้าต่าง อลูมิเนียม (เปลี่ยนแปลง)
	ข้อดี	สามารถสั่งซื้อจากโรงงานผลิตได้ มีขนาดมาตราฐาน	สามารถสั่งผลิตได้ตามขนาดที่ต้องการ
		ติดตั้งได้รวดเร็ว	ติดตั้งได้รวดเร็ว
		มีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพแวดล้อม	มีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพแวดล้อม
			สามารถใช้ช่องบานเกล็ด หรือกระจกในบานประตูได้
			แสงสว่าง และลม สามาถผ่านเข้ามาภายในห้องได้
	ข้อด้อย	หน้าบานทึบ แสงและลมไม่สามารถผ่านได้	วัสดุมีความเปราะบาง สามารถบิดงอได้
		มีน้ำหนักมากกว่าอลูมิเนียม	

ตารางที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุก่อสร้างของอาคารเรียนเดิม และอาคารปรับปรุง (ต่อ)

1.4 การเปรียบเทียบปริมาณและจำนวนวัสดุก่อสร้างที่ใช้

ในการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนชั่วคราวในโครงการโรงเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้นี้ นอกจากจะต้องคำนึงถึงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมแล้ว ยังต้องคำนึงถึงขั้นตอน และระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารเรียนนี้ด้วย เนื่องจากเป็นความต้องการหลักของเจ้าของโครงการ ในการออกแบบผู้วิจัยจึงพยายามลดปริมาณของวัสดุ ลดจำนวนชิ้นส่วน และลดรูปแบบของวัสดุก่อสร้างลง เพื่อที่จะเป็นการลดระยะเวลา และงบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุงลง

ในขั้นตอนแรก ผู้วิจัยทำการนับปริมาณวัสดุ นับจำนวนชิ้นส่วน และจำนวนแบบของชิ้นส่วนก่อสร้าง โดยแยกการนับวัสดุตามชิ้นส่วนประกอบอาคาร คือ ส่วนฐานอาคาร โครงสร้างพื้น โครงสร้างผนัง วัสดุกรุพื้นและผนัง และโครงสร้างหลังคาและวัสดุมุง จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกัน แต่เนื่องจากพื้นที่ใช้สอยของอาคารแต่ละแบบนั้นมีพื้นที่ไม่เท่ากัน คือ อาคารต้นแบบมีขนาด 36 ตร.ม. อาคารปรับปรุงขนาดเล็กมีพื้นที่ 46.24 ตร.ม. ขนาดกลางมีพื้นที่ 58.48 ตร.ม. และอาคารปรับปรุงขนาดใหญ่มีพื้นที่ 68.68 ตร.ม. จึงไม่สามารถนำตัวเลขดังกล่าวมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนต่อตารางเมตร เพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบบนมาตราฐานเดียวกัน

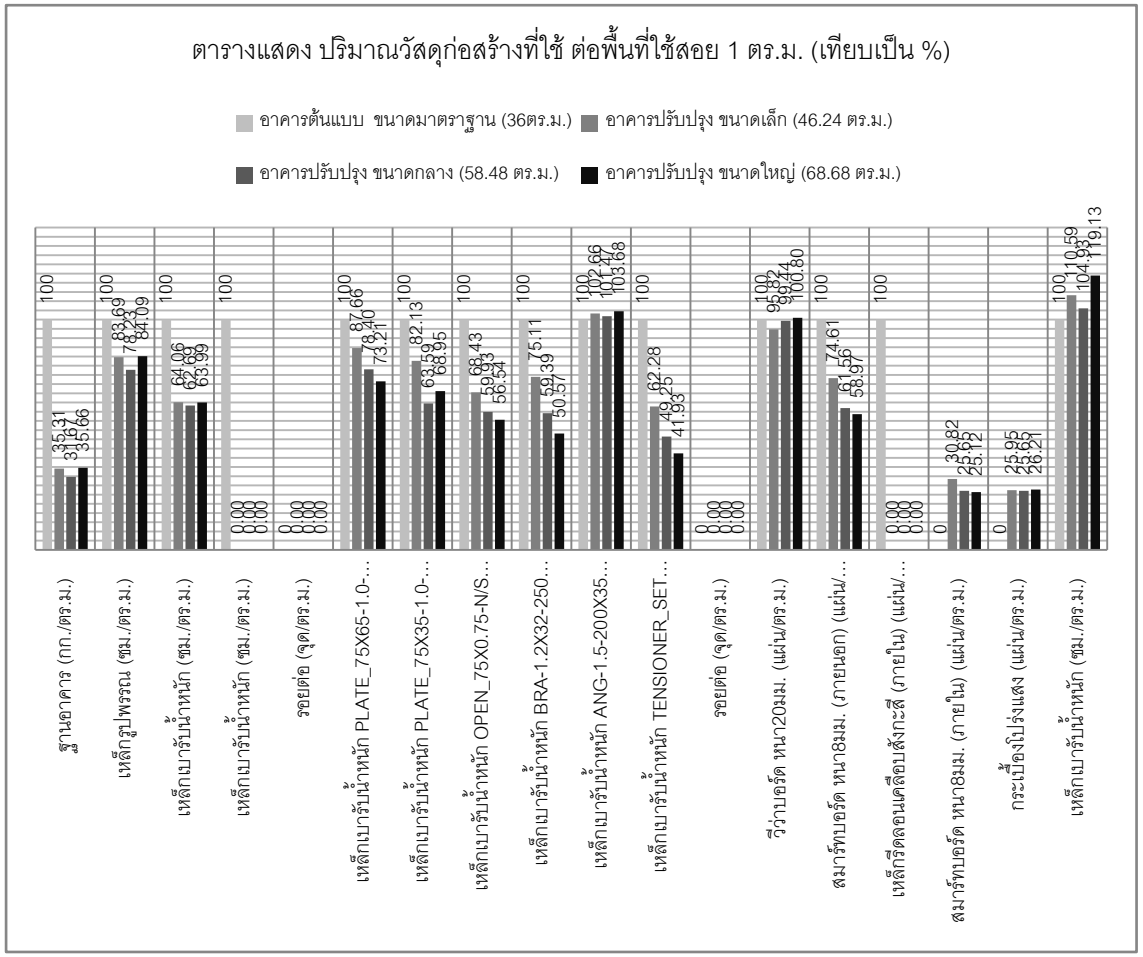
วัสดุ		อาคารต้นแบบ				อาคารปรับปรุง											
		ขนาดมาตราฐาน (36 ตร.ม.)				ขนาดเล็ก (46.24 ตร.ม.)				ขนาดกลาง (58.48 ตร.ม.)				ขนาดใหญ่ (68.68 ตร.ม.)			
ฐานอาคาร	วัสดุ	แท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป				แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป											
	น้ำหนัก	6880	กก.	191.11	กก./ตร.ม.	3120	กก.	67.47	กก./ตร.ม.	3540	กก.	60.53	กก./ตร.ม.	4680	กก.	68.14	กก./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	8	ชิ้น	0.22	ชิ้น/ตร.ม.	8	ชิ้น	0.17	ชิ้น/ตร.ม.	12	ชิ้น	0.21	ชิ้น/ตร.ม.	12	ชิ้น	0.17	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	1	แบบ	0.03	แบบ/ตร.ม.	1	แบบ	0.02	แบบ/ตร.ม.	2	แบบ	0.03	แบบ/ตร.ม.	1	แบบ	0.01	แบบ/ตร.ม.
โครงสร้างพื้น	วัสดุ	เหล็กรูปพรรณ				เหล็กรูปพรรณ											
	ความยาว	48000	ซม.	1333.33	ซม./ตร.ม.	51600	ซม.	1115.92	ซม./ตร.ม.	61000	ซม.	1043.09	ซม./ตร.ม.	77000	ซม.	1121.14	ซม./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	4	ชิ้น	0.11	ชิ้น/ตร.ม.	4	ชิ้น	0.09	ชิ้น/ตร.ม.	6	ชิ้น	0.10	ชิ้น/ตร.ม.	6	ชิ้น	0.09	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	1	แบบ	0.03	แบบ/ตร.ม.	2	แบบ	0.04	แบบ/ตร.ม.	6	แบบ	0.10	แบบ/ตร.ม.	4	แบบ	0.06	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	เหล็กเบารับน้ำหนัก				เหล็กเบารับน้ำหนัก											
	ความยาว	66720	ซม.	1853.33	ซม./ตร.ม.	54900	ซม.	1187.28	ซม./ตร.ม.	67950	ซม.	1161.94	ซม./ตร.ม.	81450	ซม.	1185.93	ซม./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	24	ชิ้น	0.67	ชิ้น/ตร.ม.	18	ชิ้น	0.39	ชิ้น/ตร.ม.	27	ชิ้น	0.46	ชิ้น/ตร.ม.	27	ชิ้น	0.39	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	1	แบบ	0.03	แบบ/ตร.ม.	2	แบบ	0.04	แบบ/ตร.ม.	3	แบบ	0.05	แบบ/ตร.ม.	2	แบบ	0.03	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	เหล็กเบารับน้ำหนัก															
	ความยาว	18816	ซม.	522.67	ซม./ตร.ม.												
	จำนวนชิ้น	56	ชิ้น	1.56	ชิ้น/ตร.ม.												
	จำนวนแบบ	1	แบบ	0.03	แบบ/ตร.ม.												
	รอยต่อ	รอยต่อ				รอยต่อ											
	จำนวนรอยต่อ	208	จุด	5.78	จุด/ตร.ม.	72	จุด	1.23	จุด/ตร.ม.	108	จุด	1.85	จุด/ตร.ม.	108	จุด	1.57	จุด/ตร.ม.

ตารางที่ 7.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณและจำนวนวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้าง

วัสดุ		อาคารต้นแบบ				อาคารปรับปรุง											
		ขนาดมาตราฐาน (36 ตร.ม.)				ขนาดเล็ก (46.24 ตร.ม.)				ขนาดกลาง (58.48 ตร.ม.)				ขนาดใหญ่ (68.68 ตร.ม.)			
โครงสร้างผนัง	วัสดุ	หล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75X65-1.0-N/S				เหล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75X65-1.0-N/S											
	ความยาว	24376	ซม.	677.11	ซม./ตร.ม.	27446	ซม.	593.56	ซม./ตร.ม.	31046	ซม.	530.88	ซม./ตร.ม.	34046	ซม.	495.72	ซม./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	8	ชิ้น	0.22	ชิ้น/ตร.ม.	8	ชิ้น	0.17	ชิ้น/ตร.ม.	10	ชิ้น	0.17	ชิ้น/ตร.ม.	10	ชิ้น	0.15	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	2	แบบ	0.06	แบบ/ตร.ม.	3	แบบ	0.06	แบบ/ตร.ม.	4	แบบ	0.07	แบบ/ตร.ม.	4	แบบ	0.06	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	หล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75X35-1.0-N/S				เหล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75X35-1.0-N/S											
	ความยาว	98257	ซม.	2729.36	ซม./ตร.ม.	103650	ซม.	2241.57	ซม./ตร.ม.	101500	ซม.	1735.64	ซม./ตร.ม.	129250	ซม.	1881.92	ซม./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	134	ชิ้น	3.72	ชิ้น/ตร.ม.	120	ชิ้น	2.60	ชิ้น/ตร.ม.	116	ชิ้น	1.98	ชิ้น/ตร.ม.	146	ชิ้น	2.13	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	18	แบบ	0.50	แบบ/ตร.ม.	9	แบบ	0.19	แบบ/ตร.ม.	8	แบบ	0.14	แบบ/ตร.ม.	9	แบบ	0.13	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	เหล็กเบารับน้ำหนัก OPEN_75X0.75-N/S				เหล็กเบารับน้ำหนัก OPEN_75X0.75-N/S											
	ความยาว	159714	ซม.	4436.50	ซม./ตร.ม.	140382	ซม.	3035.94	ซม./ตร.ม.	155482	ซม.	2658.72	ซม./ตร.ม.	172282	ซม.	2508.47	ซม./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	66	ชิ้น	1.83	ชิ้น/ตร.ม.	65	ชิ้น	1.41	ชิ้น/ตร.ม.	74	ชิ้น	1.27	ชิ้น/ตร.ม.	85	ชิ้น	1.24	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	9	แบบ	0.25	แบบ/ตร.ม.	16	แบบ	0.35	แบบ/ตร.ม.	16	แบบ	0.27	แบบ/ตร.ม.	16	แบบ	0.23	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	เหล็กเบารับน้ำหนัก BRA-1.2X32-250				เหล็กเบารับน้ำหนัก BRA-1.2X32-250											
	ความยาว	36884	ซม.	1024.56	ซม./ตร.ม.	35584	ซม.	769.55	ซม./ตร.ม.	35584	ซม.	608.48	ซม./ตร.ม.	35584	ซม.	518.11	ซม./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	10	ชิ้น	0.28	ชิ้น/ตร.ม.	8	ชิ้น	0.17	ชิ้น/ตร.ม.	8	ชิ้น	0.14	ชิ้น/ตร.ม.	8	ชิ้น	0.12	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	3	แบบ	0.08	แบบ/ตร.ม.	4	แบบ	0.09	แบบ/ตร.ม.	4	แบบ	0.07	แบบ/ตร.ม.	4	แบบ	0.06	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	เหล็กเบารับน้ำหนัก ANG-1.5-200X35				เหล็กเบารับน้ำหนัก ANG-1.5-200X35											
	ความยาว	7887	ซม.	219.08	ซม./ตร.ม.	10400	ซม.	224.91	ซม./ตร.ม.	13000	ซม.	222.30	ซม./ตร.ม.	15600	ซม.	227.14	ซม./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	4	ชิ้น	0.11	ชิ้น/ตร.ม.	4	ชิ้น	0.09	ชิ้น/ตร.ม.	6	ชิ้น	0.10	ชิ้น/ตร.ม.	6	ชิ้น	0.09	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	2	แบบ	0.06	แบบ/ตร.ม.	1	แบบ	0.02	แบบ/ตร.ม.	2	แบบ	0.03	แบบ/ตร.ม.	1	แบบ	0.01	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	เหล็กเบารับน้ำหนัก TENSIONER_SET				เหล็กเบารับน้ำหนัก TENSIONER_SET											
	จำนวนชิ้น	10	ชิ้น	0.28	ชิ้น/ตร.ม.	8	ชิ้น	0.17	ชิ้น/ตร.ม.	8	ชิ้น	0.14	ชิ้น/ตร.ม.	8	ชิ้น	0.12	ชิ้น/ตร.ม.
	รอยต่อ	รอยต่อ				รอยต่อ											
	จำนวนรอยต่อ	405	จุด	11.25	จุด/ตร.ม.	371	จุด	8.02	จุด/ตร.ม.	413	จุด	7.06	จุด/ตร.ม.	459	จุด	6.68	จุด/ตร.ม.
วัสดุกรุพื้น และผนัง	วัสดุ	วีว่าบอร์ด หนา20มม.				วีว่าบอร์ด หนา20มม.											
	จำนวนวัสดุ (ดิบ	13	แผ่น	0.36	แผ่น/ตร.ม.	16	แผ่น	0.35	แผ่น/ตร.ม.	21	แผ่น	0.36	แผ่น/ตร.ม.	25	แผ่น	0.36	แผ่น/ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	20	ชิ้น	0.56	ชิ้น/ตร.ม.	24	ชิ้น	0.52	ชิ้น/ตร.ม.	36	ชิ้น	0.62	ชิ้น/ตร.ม.	36	ชิ้น	0.52	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	3	แบบ	0.08	แบบ/ตร.ม.	4	แบบ	0.09	แบบ/ตร.ม.	8	แบบ	0.14	แบบ/ตร.ม.	4	แบบ	0.06	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	สมาร์ทบอร์ด หนา8มม. (ภายนอก)				สมาร์ทบอร์ด หนา8มม. (ภายนอก)											
	จำนวนวัสดุ (ดิบ	24	แผ่น	0.67	แผ่น/ตร.ม.	23	แผ่น	0.50	แผ่น/ตร.ม.	24	แผ่น	0.41	แผ่น/ตร.ม.	27	แผ่น	0.39	แผ่น/ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	39	ชิ้น	1.08	ชิ้น/ตร.ม.	43	ชิ้น	0.93	ชิ้น/ตร.ม.	47	ชิ้น	0.80	ชิ้น/ตร.ม.	53	ชิ้น	0.77	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	11	แบบ	0.31	แบบ/ตร.ม.	10	แบบ	0.22	แบบ/ตร.ม.	12	แบบ	0.21	แบบ/ตร.ม.	10	แบบ	0.15	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	เหล็กรีดลอนเคลือบสังกะสี (ภายใน)				สมาร์ทบอร์ด หนา8มม. (ภายใน)											
	จำนวนวัสดุ (ดิบ	48	แผ่น	1.33	แผ่น/ตร.ม.	19	แผ่น	0.41	แผ่น/ตร.ม.	20	แผ่น	0.34	แผ่น/ตร.ม.	23	แผ่น	0.33	แผ่น/ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	48	ชิ้น	1.33	ชิ้น/ตร.ม.	53	ชิ้น	1.15	ชิ้น/ตร.ม.	59	ชิ้น	1.01	ชิ้น/ตร.ม.	67	ชิ้น	0.98	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	21	แบบ	0.58	แบบ/ตร.ม.	14	แบบ	0.30	แบบ/ตร.ม.	24	แบบ	0.41	แบบ/ตร.ม.	14	แบบ	0.20	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ					กระเบื้องโปร่งแสง											
	จำนวนชิ้น					16	ชิ้น	0.35	ชิ้น/ตร.ม.	20	ชิ้น	0.34	ชิ้น/ตร.ม.	24	ชิ้น	0.35	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ					1	แบบ	0.02	แบบ/ตร.ม.	1	แบบ	0.02	แบบ/ตร.ม.	1	แบบ	0.01	แบบ/ตร.ม.
โครงสร้างหลังคา และวัสดุมุง	วัสดุ	เหล็กเบารับน้ำหนัก				เหล็กเบารับน้ำหนัก											
	ความยาว	103008	ซม.	2861.33	ซม./ตร.ม.	146315	ซม.	3164.25	ซม./ตร.ม.	175578	ซม.	3002.36	ซม./ตร.ม.	234104	ซม.	3408.62	ซม./ตร.ม.
	จำนวนชิ้น	56	ชิ้น	1.56	ชิ้น/ตร.ม.	85	ชิ้น	1.84	ชิ้น/ตร.ม.	102	ชิ้น	1.74	ชิ้น/ตร.ม.	136	ชิ้น	1.98	ชิ้น/ตร.ม.
	จำนวนแบบ	7	แบบ	0.19	แบบ/ตร.ม.	17	แบบ	0.37	แบบ/ตร.ม.	17	แบบ	0.29	แบบ/ตร.ม.	17	แบบ	0.25	แบบ/ตร.ม.
	วัสดุ	กระเบื้องลอนคู่				เหล็กรีดลอนเคลือบ บุโฟมหนา1"											
	จำนวนชิ้น		ชิ้น		ชิ้น/ตร.ม.		ชิ้น		ชิ้น/ตร.ม.		ชิ้น		ชิ้น/ตร.ม.		ชิ้น		ชิ้น/ตร.ม.

ตารางที่ 7.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณและจำนวนวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้าง

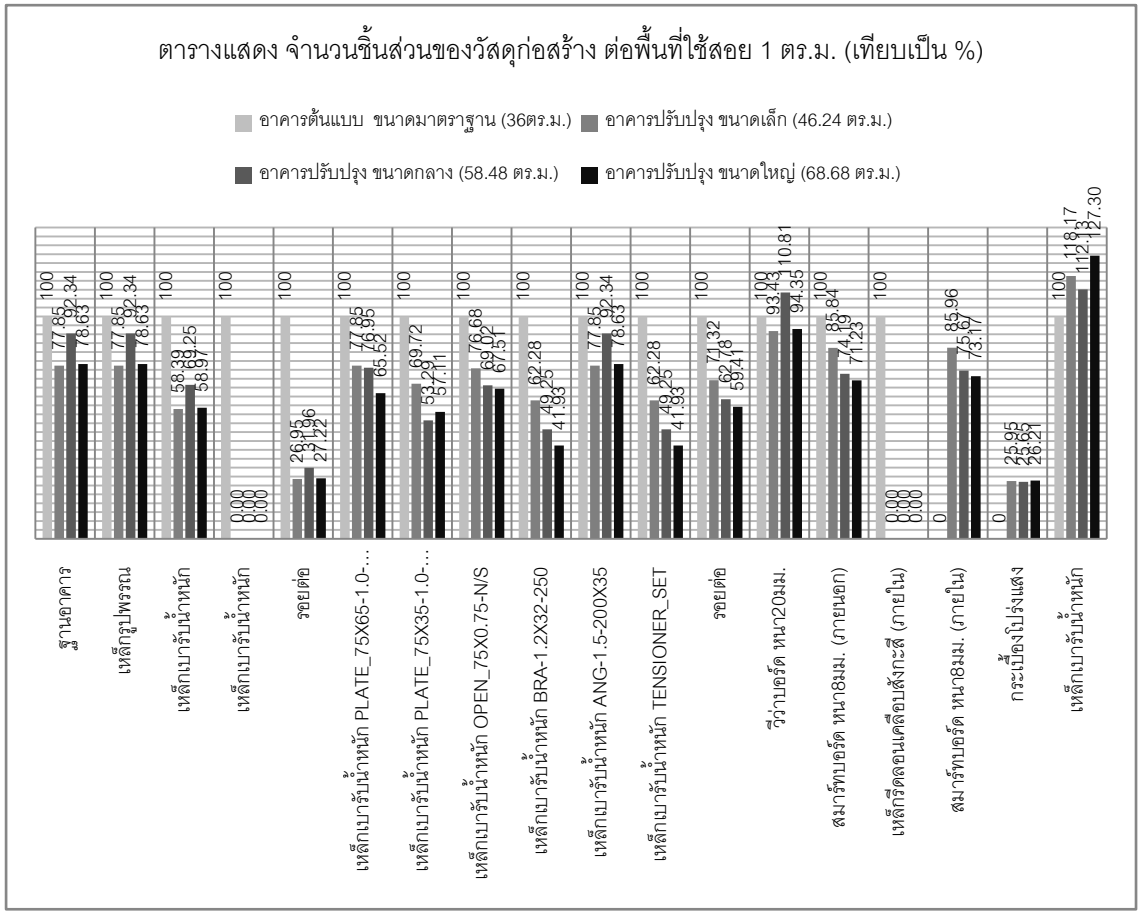
จากตารางข้อมูลปริมาณ จำนวน และจำนวนแบบของวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากหน่วยของปริมาณต่างๆนั้นไม่เป็นหน่วยเดียวกัน และค่าตัวเลขดังกล่าวนั้นนำมาเปรียบเทียบได้ยาก ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลในตารางดังกล่าวไปเปรียบเทียบเป็น % อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ตัวเลขที่ชัดเจนมากขึ้น โดยเทียบให้อาคารต้นแบบเป็น 100 % และในอาคารปรับปรุงเป็นสัดส่วนเพิ่มลดตามจริง



ตารางที่ 7.3 แสดงปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ใช้ ต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม. (เทียบเป็น %)

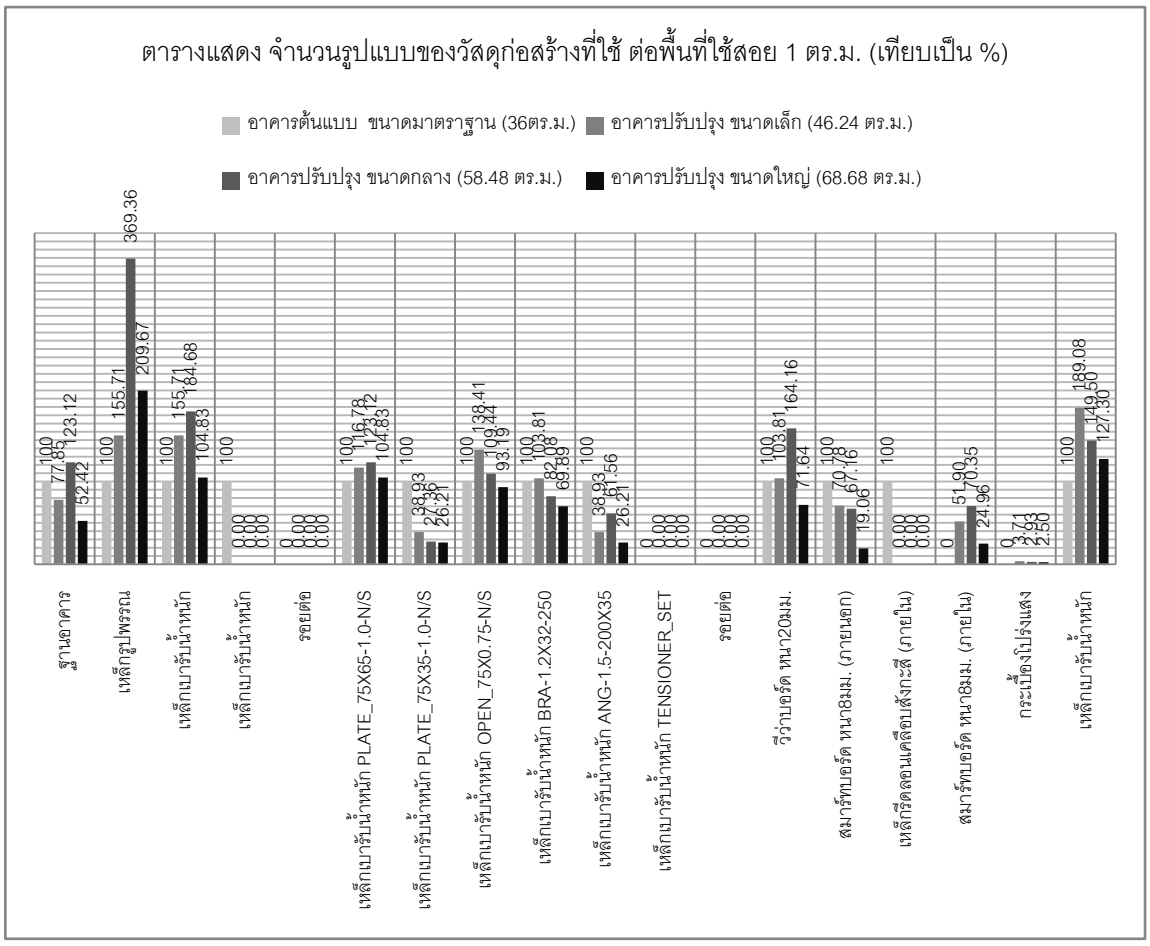
จากตางรางเปรียบเทียบปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ใช้ต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม. (เทียบเป็น %) พบว่าในอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุงนั้นใช้วัสดุปริมาณลดลงจากอาคารต้นแบบในทุกประเภทชิ้นส่วนอาคาร ยกเว้นเหล็กเบารับน้ำหนัก ANG-1.5-200X35 ที่ใช้สำหรับการถ่ายน้ำหนักเหนือช่องเปิด และ เหล็กเบารับน้ำหนักสำหรับโครงสร้างอาคาร ซึ่งในอาคารปรับปรุงนั้นมีอัตราส่วนของช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารเพิ่มมากขึ้นกว่าอาคารต้นแบบ ปริมาณวัสดุดังกล่าวจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเนื่องจากอาคารปรับปรุงมีขนาดกว้างกว่าอาคารต้นแบบ การออกแบบโครงสร้างหลังคาจึงต้องใช้โครงสร้างเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และพบว่าอาคารเรียนชั่วคราวที่ได้รับ

การออกแบบใหม่นั้นใช้วัสดุก่อสร้างโดยรวมลดลงจากอาคารต้นแบบพอสมควร คือ อาคารต้นแบบใช้วัสดุก่อสร้าง 100 % อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 75 % อาคารปรับปรุงขนาดกลาง 69 % และอาคารปรับปรุงขนาดใหญ่



ตารางที่ 7.4 แสดงจำนวนชิ้นส่วนของวัสดุก่อสร้าง ต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม. (เทียบเป็น %)

จากตางรางเปรียบเทียบจำนวนชิ้นส่วนของวัสดุก่อสร้างต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม. (เทียบเป็น %) พบว่าจำนวนชิ้นส่วนของวัสดุก่อสร้างในอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุงนั้นมีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งขนาดเล็ก กลาง และขนาดใหญ่ โดยเฉพาะชิ้นส่วนสำหรับโครงสร้างผนังและรอยต่อของชิ้นส่วนทั้งระบบพื้น และผนัง ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้ระยะเวลานานในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ แต่สำหรับชิ้นส่วนสำหรับโครงหลังคานั้นมีการใช้วัสดุจำนวนชิ้นมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการเพิ่มช่วงกว้างของอาคาร และการเพิ่มระยะยื่นของชายคา



ตารางที่ 7.5 แสดงจำนวนรูปแบบของวัสดุก่อสร้าง ต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม. (เทียบเป็น %)

จากตารางเปรียบเทียบจำนวนรูปแบบของวัสดุก่อสร้างที่ใช้ต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตร.ม. (เทียบเป็น %) จะเห็นว่าจำนวนรูปแบบของวัสดุก่อสร้างในอาคารที่ออกแบบปรับปรุง มีทั้งที่เพิ่มขึ้น และลดลง โดยชิ้นส่วนที่จะได้รับการตัดเตรียมวัสดุจากโรงงาน ได้แก่ ฐานอาคาร เหล็กรูปพรรณและเหล็กเบารับน้ำหนักสำหรับโครงสร้างพื้น เหล็กเบารับน้ำหนักแนวตั้งและโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักส่วนบนและล่างของโครงสร้างผนัง และเหล็กเบารับน้ำหนักของโครงสร้างหลังคา มีจำนวนรูปแบบของวัสดุเพิ่มมากขึ้น แต่เนื่องจากวัสดุดังกล่าวจะได้รับการวัด และตัดแต่งสำเร็จรูปมาจากโรงงาน จึงไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการก่อสร้าง แต่สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องทำการวัดและตัดแต่งในการประกอบด้วยแรงงานคน ได้แก่ โครงเหล็กเบารับน้ำหนักแนวนอน โครงขึงรับแรงดึงและโครงสร้างถ่ายน้ำหนักเหนือช่องเปิดสำหรับโครงผนัง และวัสดุกรุผิว พบว่าหลังจากทำการออกแบบปรับปรุง จำนวนรูปแบบของชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างมีจำนวนลดลง โดยเฉพาะโครงสร้างแนวนอนของโครงผนังซึ่งเป็นส่วนที่ใช้เวลามากในการก่อสร้าง (จากการศึกษาการก่อสร้างอาคารต้นแบบ)

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการและขั้นตอนในการก่อสร้าง

2.1 วิธีการขั้นตอนในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ

ในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ จากที่ผู้วิจัยได้เข้าศึกษาดูงานในขั้นตอนการก่อสร้างอาคารต้นแบบ พบว่าผู้ออกแบบเดิมเลือกใช้การก่อสร้างแบบประกอบในที่ มีชิ้นส่วนบางส่วนเท่านั้นที่ทำการตัดแต่งมาจากโรงงาน แต่อย่างไรก็ตาม วัสดุที่ได้รับการตัดแต่งมานั้นต้องนำมาประกอบเป็นชิ้นส่วนอาคารอีกครั้งหนึ่ง

การก่อสร้างอาคารต้นแบบนั้น เป็นการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างทั้งหมด ไม่มีการเตรียมชิ้นส่วนสำเร็จรูปพร้อมประกอบขึ้นเป็นอาคารมาจากโรงงานผลิตชิ้นส่วน จึงทำให้ใช้เวลาในการประกอบอาคารเรียนชั่วคราวที่สถานที่ก่อสร้างมากกว่าที่เจ้าของโครงการกำหนดมาก

ลำดับขั้นตอนในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ การเตรียมงานก่อนการก่อสร้าง การติดตั้งฐานและโครงพื้นอาคาร การประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างผนัง การติดตั้งโครงสร้างผนัง การประกอบและติดตั้งโครงสร้างหลังคา การกรุวัสดุมุงหลังคาและผนัง และ การติดตั้งงานระบบและเก็บรายละเอียด

2.2 วิธีการขั้นตอนในการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุง

ในการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวที่ได้รับการออกแบบปรับปรุง ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการก่อสร้างออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ *ขั้นตอนการเตรียมชิ้นส่วนอาคาร และขั้นตอนในการประกอบชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกัน โดยขั้นตอนการเตรียมชิ้นส่วนอาคารนั้นจะทำการเตรียมชิ้นส่วนต่างๆในโรงงานประกอบ เพื่อรอการขนย้าย และประกอบชิ้นส่วนอาคารในสถานที่ก่อสร้างจริง*

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการก่อสร้างออกเป็น 7 ขั้นตอนย่อย โดย 3 ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนการเตรียมชิ้นส่วนอาคาร ได้แก่ การเตรียมชิ้นส่วนพื้น ผนัง หลังคา ซึ่งจะทำการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ทั้งที่ตัดแต่งมาจากโรงงานผลิต และตัดแต่งเองขึ้นเป็นชิ้นส่วนโครงสร้าง เพื่อรอการนำไปติดตั้ง และอีก 4 ขั้นตอน เป็น *ขั้นตอนในการประกอบชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกัน ได้แก่ การเตรียมงานก่อนการก่อสร้าง การติดตั้งชิ้นส่วนพื้น ผนัง หลังคาของอาคาร ซึ่งในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนอาคารนั้น จะทำการขนย้ายชิ้นส่วนอาคารที่ได้รับการประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนดังกล่าวขึ้นเป็นอาคาร*

ในการก่อสร้างด้วยวิธีนี้ จะสามารถลดเวลาในการก่อสร้างในสถานที่ก่อส้างจริงลงได้มาก เนื่องจากแบ่งการก่อสร้างออกเป็น 2 ส่วน ทำให้สามารถเตรียมชิ้นส่วนต่างๆไว้ก่อนได้ (เตรียมไว้ก่อนเกิดเหตุ) และหลังจากนั้นก็สามารถขนย้ายชิ้นส่วนอาคารไปประกอบขึ้นในสถานที่ก่อสร้างจริงได้อย่างรวดเร็ว

2.3 การเปรียบเทียบวิธีการและขั้นตอนในการก่อสร้างอาคารเรียน

วิธีการในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ และอาคารปรับปรุงนั้นมีข้อแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด คือ ในอาคารต้นแบบ เลือกใช้การประกอบชิ้นส่วนและก่อสร้างอาคารในสถานที่ก่อสร้างจริงทั้งหมด มีการเตรียมตัดชิ้นส่วนบางชิ้นมาจากโรงงานเท่านั้น ส่วนในการก่อสร้างอาคารปรับปรุงได้เลือกใช้การประกอบชิ้นส่วนอาคารจากโรงงานผลิตชิ้นส่วน และทำการขนย้ายชิ้นส่วนดังกล่าวไปติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างจริงภายหลัง

สำหรับการก่อสร้างอาคารปรับปรุงนั้น ด้วยวิธีการก่อสร้างดังกล่าว ทำให้สามารถลดระยะเวลาที่ต้องใช้ในการก่อสร้างในสถานที่จริงนั้นลดลง เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาประกอบชิ้นส่วนอาคารในสถานที่ก่อสร้าง เพียงแค่ทำการติดตั้งชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกันเท่านั้น วิธีการก่อสร้างวิธีนี้จึงทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของเจ้าของโครงการได้

นอกจากวิธีการก่อสร้างแบบอาคารปรับปรุงจะช่วยร่นระยะเวลาก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างจริงลงไปได้แล้ว ยังช่วยให้การประกอบชิ้นส่วนต่างๆมีความถูกต้อง ปราณีตกว่าการประกอบชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้าง เนื่องจากทำการประกอบชิ้นส่วนในโรงงานผลิต จึง สามารถควบคุมมาตราฐาน และคุณภาพในการผลิตชิ้นส่วนได้ดีกว่า ซึ่งจะสามารถลดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนเข้าด้วยกันได้

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง

3.1 เวลาในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ

ในการเข้าศึกษาการก่อสร้างอาคารต้นแบบ ผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยบันทึกตามขั้นตอนการก่อสร้างที่เกิดขึ้น (บันทึกแต่ระยะเวลาที่ทำงานเท่านั้น ไม่รวมเวลาการรอวัสดุก่อสร้าง และเวลาพักกลางวันของคนงานก่อสร้าง) และรวบรวมเป็นตาราง

จากตารางเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง จะพบว่าต้องใช้เวลาทั้งหมด 43 ชั่วโมง หรือ 4 วัน 7 ชั่วโมง (ทำงาน 9 ชั่วโมงต่อวัน) ในก่อสร้างอาคารต้นแบบ ซึ่งเกินระยะเวลาที่เจ้าของโครงการกำหนดไว้ตั้งแต่แรก คือ 3 วัน โดยหากเปรียบเทียบเป็นความเร็วในการก่อสร้างต่อตารางเมตร จะพบว่าการก่อสร้างอาคารต้นแบบมีความเร็ว 0.837 ตารางเมตรต่อชั่วโมง

ระยะเวลาการก่อสร้าง อาคารต้นแบบ			
ลำดับ	การก่อสร้าง	เวลา (ชม.)	เวลา (นาที)
1	วางโครงพื้นเหล็กรูปพรรณ	0.5	30
2	ติดตั้งตงพื้น	1.0	60
3	ปรับระดับโครงพื้น และ ตง	2.0	120
4	ติดตั้งแผ่นพื้น	4.5	270
5	ประกอบโครงผนัง	5.0	300
6	ติดตั้งฐานคสล.	1.0	60
7	ยก ติดตั้งโครงพื้น	2.5	150
8	ปรับระดับพื้น	2.5	150
9	ติดตั้งแผ่นพื้น	1.0	60
10	ติดตั้งโครงผนัง	2.5	150
11	ประกอบโครงหลังคา	1.5	90
12	ติดตั้งโครงหลังคา	2.0	120
13	ติดตั้งแป และ วัสดุมุง	5.5	330
14	กรุวัสดุภายนอก	7.5	450
15	กรุวัสดุภายใน	2.5	150
16	ติดตั้งงานระบบ	1.0	60
17	เก็บงาน และ ทำความสะอาด	0.5	30
รวมระยะเวลาก่อสร้าง		43.0	2580
ทำงานวันละ 9 ชม.		4 วัน 7 ชม.	

ตารางที่ 7.6 แสดงระยะเวลาการก่อสร้างอาคารเรียนต้นแบบ

3.2 เวลาในการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุง

เนื่องจากอาคารที่ออกแบบปรับปรุงนี้ไม่ได้นำไปทดลองก่อสร้างจริง เวลาในการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุงนี้จึงเกิดจากการเปรียบเทียบจากเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารต้นแบบ โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบเวลาการก่อสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

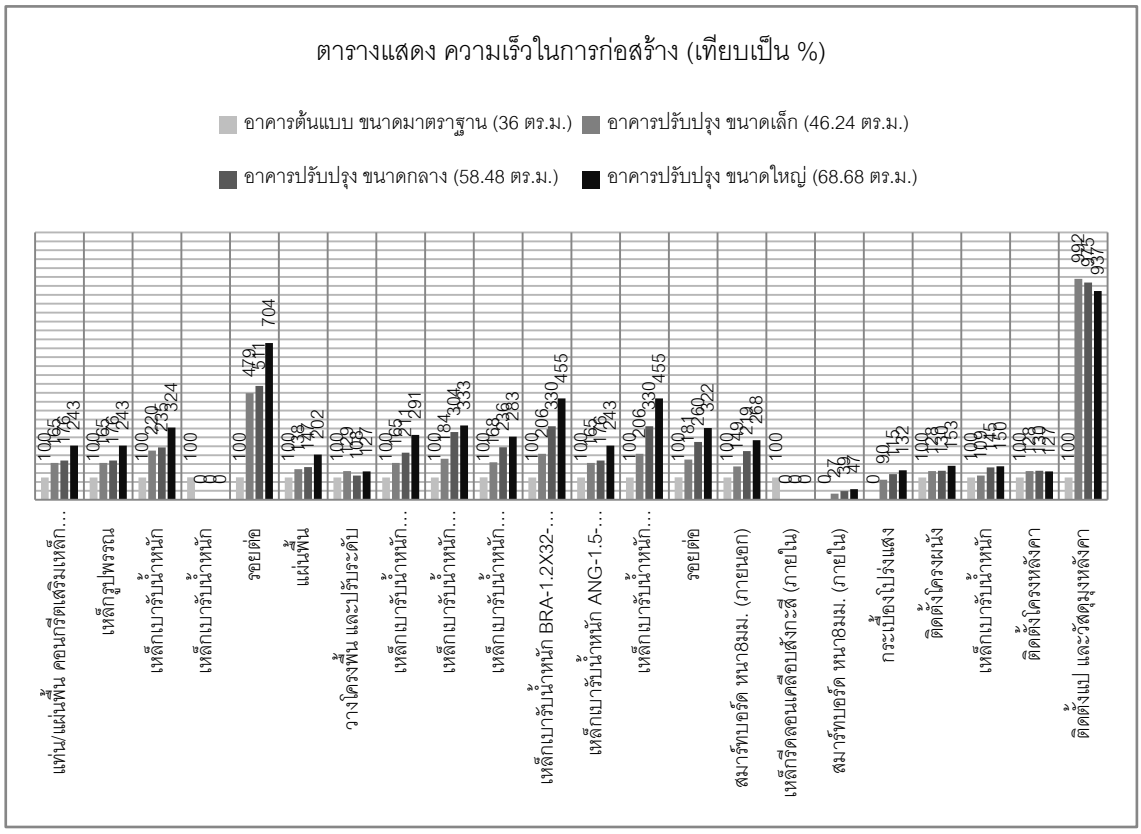
- เปรียบเทียบปริมาณงานต่อตารางเมตรของอาคารต้นแบบและอาคารปรับปรุง
- เปรียบเทียบปริมาณงานของอาคารต้นแบบกับระยะเวลาของการก่อสร้างอาคารต้นแบบในขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้ได้ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างต่อ 1 หน่วยปริมาณงาน
- นำปริมาณงานของอาคารปรับปรุงมาเทียบกับปริมาณงานของอาคารเรียนต้นแบบ เพื่อให้ได้ระยะเวลาการก่อสร้างของอาคารปรับปรุงในส่วนต่างๆ

- รวมระยะเวลาในการก่อสร้างในส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้เป็นระยะเวลาในการก่อสร้าง โดยสามารถแยกเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมงาน และระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร
- เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างของอาคารเรียนต้นแบบ และอาคารเรียนปรับปรุง

ลำดับ	รายการ	อาคารต้นแบบ		อาคารปรับปรุง					
		ขนาดมาตราฐาน (36 ตร.ม.)		ขนาดเล็ก (46.24 ตร.ม.)		ขนาดกลาง (58.48 ตร.ม.)		ขนาดใหญ่ (68.68 ตร.ม.)	
		ปริมาณงาน	เวลา	ปริมาณงาน	เวลา	ปริมาณงาน	เวลา	ปริมาณงาน	เวลา
		(%)	(ตร.ม./นาที)	(%)	(ตร.ม./นาที)	(%)	(ตร.ม./นาที)	(%)	(ตร.ม./นาที)
ฐานอาคาร									
1	แท่น/แผ่นพื้น คอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป	100.00	0.60	77.85	0.99	92.34	1.06	78.63	1.46
พื้น (ประกอบชิ้นส่วน)									
1	เหล็กรูปพรรณ	100.00	14.60	77.85	24.09	92.34	25.68	78.63	35.43
2	เหล็กเบารับน้ำหนัก	100.00	2.43	58.39	5.35	69.25	5.71	58.97	7.87
3	เหล็กเบารับน้ำหนัก	100.00	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	รอยต่อ	100.00	0.28	26.95	1.34	31.91	1.43	27.22	1.97
พื้น (ประกอบแผ่นพื้น)									
1	แผ่นพื้น	100.00	0.11	93.43	0.15	110.81	0.16	94.35	0.22
พื้น (ติดตั้งโครงพื้น)									
1	วางโครงพื้น และปรับระดับ	100.00	0.11	100.00	0.14	150.00	0.12	150.00	0.14
ผนัง (ประกอบชิ้นส่วน)									
1	เหล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75X65-1.0-N/S	100.00	8.69	77.85	14.33	76.95	18.34	65.52	25.29
2	เหล็กเบารับน้ำหนัก PLATE_75X35-1.0-N/S	100.00	0.52	69.72	0.96	53.29	1.58	57.11	1.73
3	เหล็กเบารับน้ำหนัก OPEN_75X0.75-N/S	100.00	1.05	76.68	1.76	69.02	2.48	67.51	2.98
4	เหล็กเบารับน้ำหนัก BRA-1.2X32-250	100.00	6.95	62.28	14.33	49.25	22.92	41.93	31.62
5	เหล็กเบารับน้ำหนัก ANG-1.5-200X35	100.00	17.37	77.85	28.66	92.34	30.56	78.63	42.15
6	เหล็กเบารับน้ำหนัก TENSIONER_SET	100.00	6.95	62.28	14.33	49.25	22.92	41.93	31.62
7	รอยต่อ	100.00	0.17	71.32	0.31	62.78	0.44	59.41	0.55
ผนัง (กรุผนัง)									
1	สมาร์ทบอร์ด หนา8มม. (ภายนอก)	100.00	0.13	85.84	0.20	74.19	0.29	71.23	0.36
2	เหล็กรีดลอนเคลือบสังกะสี (ภายใน)	100.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	สมาร์ทบอร์ด หนา8มม. (ภายใน)	0.00	_	85.96	0.16	75.67	0.23	73.17	0.28
4	กระเบื้องโปร่งแสง	0.00	_	25.95	0.54	25.65	0.69	26.21	0.79
ผนัง (ติดตั้งโครงผนัง)									
1	ติดตั้งโครงผนัง	100.00	0.24	100.00	0.31	125.00	0.31	125.00	0.37
หลังคา (ประกอบชิ้นส่วน)									
1	เหล็กเบารับน้ำหนัก	100.00	0.40	118.17	0.43	112.13	0.58	127.30	0.60
หลังคา (ติดตั้งโครงหลังคา)									
1	ติดตั้งโครงหลังคา	100.00	0.30	100.00	0.39	125.00	0.39	150.00	0.38
หลังคา (ติดตั้งวัสดุมุง)									
1	ติดตั้งแป และวัสดุมุงหลังคา	100.00	0.11	12.96	1.08	16.67	1.06	20.37	1.02

ตารางที่ 7.7 แสดงปริมาณงานและเวลาในการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวต้นแบบ และอาคารเรียนปรับปรุง

จากตารางปริมาณงาน และระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง ผู้วิจัยได้แบ่งหมวดงานออกเป็น 10 หมวด โดยแบ่งขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนอาคาร และการติดตั้งออกจากกัน จากตาราง จะเห็นได้ว่าปริมาณในการก่อสร้างอาคารปรับปรุงทั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่โดยส่วนมากจะมีปริมาณงานลดลง ยกเว้นการติดตั้งชิ้นส่วนพื้น ผนัง และหลังคา เนื่องจากอาคารที่ออกแบบปรับปรุงนั้นมีขนาดใหญ่กว่าอาคารต้นแบบ มีการใช้ชิ้นส่วนพื้น ผนัง และหลังคามากกว่า แต่ถ้าเทียบเป็นความเร็วในการทำงาน จะเห็นได้ว่าความเร็วในการก่อสร้างอาคารปรับปรุงนั้นเร็วกว่าการก่อสร้างอาคารต้นแบบมาก ดังจะเห็นได้ในแผนภูมิ



ตารางที่ 7.8 แสดงความเร็วในการก่อสร้างอาคาร (เทียบเป็น %)

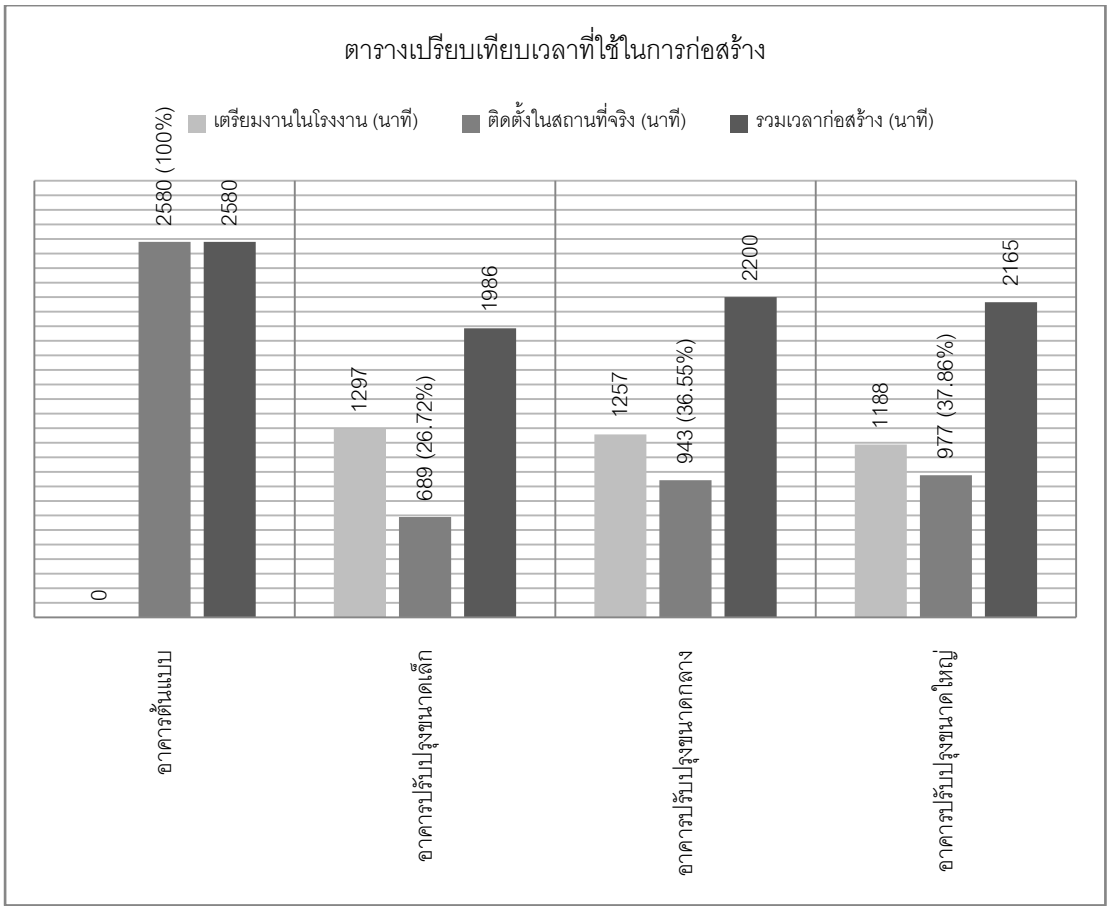
จากแผนภูมิ จะเห็นได้ชัดว่าความเร็วในการก่อสร้างอาคารปรับปรุงทั้ง 3 ขนาดนั้นเร็วกว่าการก่อสร้างอาคารต้นแบบในทุกขั้นตอน แม้ว่าในบางส่วนประกอบอาคารจะมีปริมาณงานมากกว่าอาคารต้นแบบก็ตาม และเพื่อให้เปรียบเทียบความเร็วได้ชัดเจนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบความเร็วในการก่อสร้างเป็น % โดยให้อาคารต้นแบบเป็น 100 % และความเร็วในการก่อสร้างอาคารปรับปรุงเพิ่มลดตามจริง และจากนั้นได้ทำการรวมเวลาในการก่อสร้างโดยแยกออกเป็น 2 ส่วนคือการเตรียมงานในโรงงาน และการติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างจริง

ตาราง เวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง				
		อาคารปรับปรุง		
		ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
เวลา	เตรียมงานในโรงงาน (นาที)	1297	1257	1188
	ติดตั้งในสถานที่จริง (นาที)	689	943	977
	รวมเวลาก่อสร้าง (นาที)	1986	2200	2165

ตารางที่ 7.9 แสดงเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร

3.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง

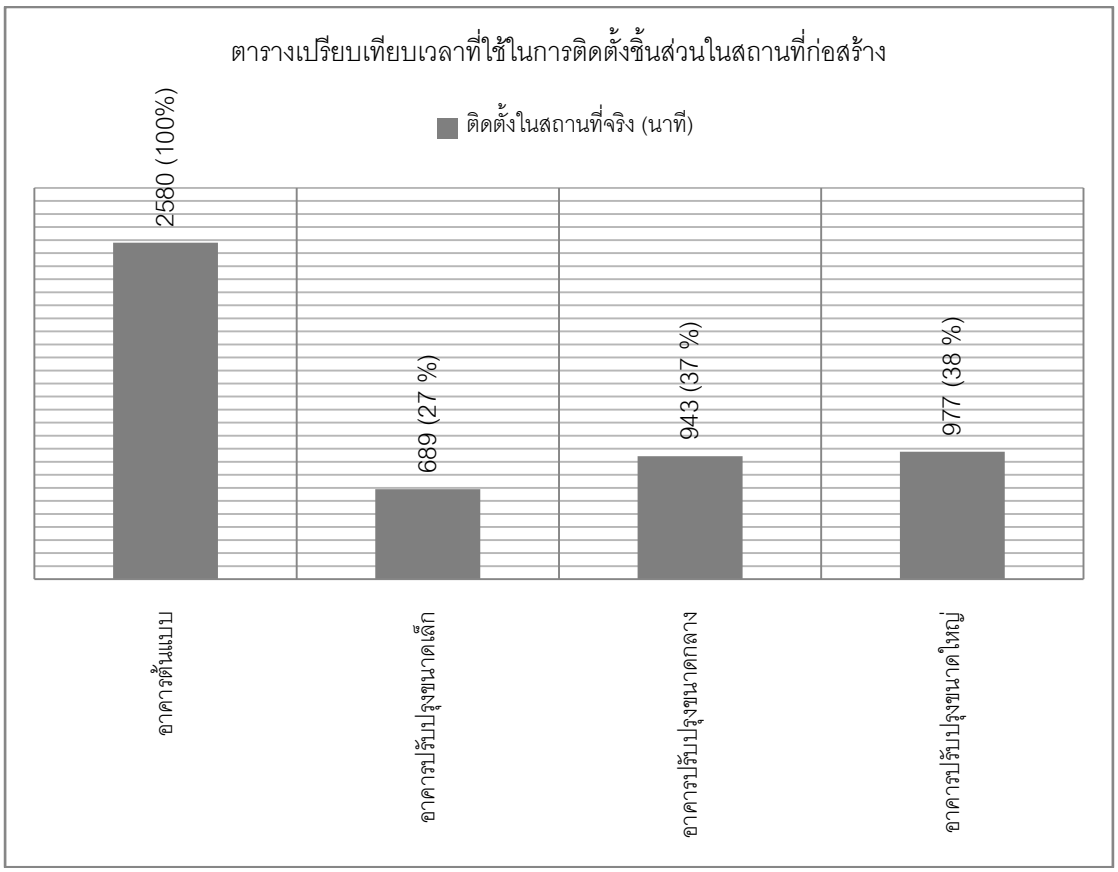
จากแผนภูมิเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง ผู้วิจัยทำการแยกระยะเวลาการก่อสร้างออกเป็น 2 ส่วนคือการเตรียมงานในโรงงาน และการติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างจริง โดยในอาคารต้นแบบนั้น ไม่ได้มีการแยกการก่อสร้างออกเป็น 2 ส่วน เนื่องจากวิธีการก่อสร้างอาคารนั้นแตกต่างออกไป คืออาคารต้นแบบใช้วิธีการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างทั้งหมด แต่อาคารปรับปรุงนั้นมีการเตรียมประกอบชิ้นส่วนมาจากโรงงานผลิตชิ้นส่วน



ตารางที่ 7.10 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร

จากเวลาการก่อสร้าง จะเห็นได้ว่าอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุงจะใช้เวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าอาคารต้นแบบ ทั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ โดยอาคารต้นแบบนั้นใช้เวลาก่อสร้างรวม 43 ชม. อาคารปรับปรุงขนาดเล็กใช้เวลา 33.1 ชม. อาคารขนาดกลางใช้เวลา 36.6 และอาคารขนาดใหญ่ใช้เวล่ 36.08 ชม. แต่ในการคิดเวลาการก่อสร้างอาคารปรับปรุงนั้นจะคิดแต่ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างที่สถานที่ก่อสร้างเท่านั้น เนื่องจากชิ้นส่วนอาคารทั้งหมดจะได้รับการผลิตเตรียมไว้แล้วในโรงงาน

จากแผนภูมิเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้าง จะพบว่าเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างนั้นมีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากอาคารปรับปรุงนั้นไม่ต้องทำการประกอบชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้าง เพียงแค่ทำการประกอบชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกันเท่านั้น โดยเวลาในการประกอบอาคารต้นแบบ 43 ชม. อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 11.48 ชม. อาคารขนาดกลาง 15.72 ชม. และอาคารขนาดใหญ่ 16.28 ชม. หรือหากเทียบเป็น % คือ อาคารขนาดเล็กใช้เวลาประกอบอาคารเป็นระยะเวลาเพียงแค่ 26.72 % ของอาคารต้นแบบ อาคารขนาดกลางและใหญ่ใช้เวลา 36.55 % และ 37.86 % ตามลำดับ

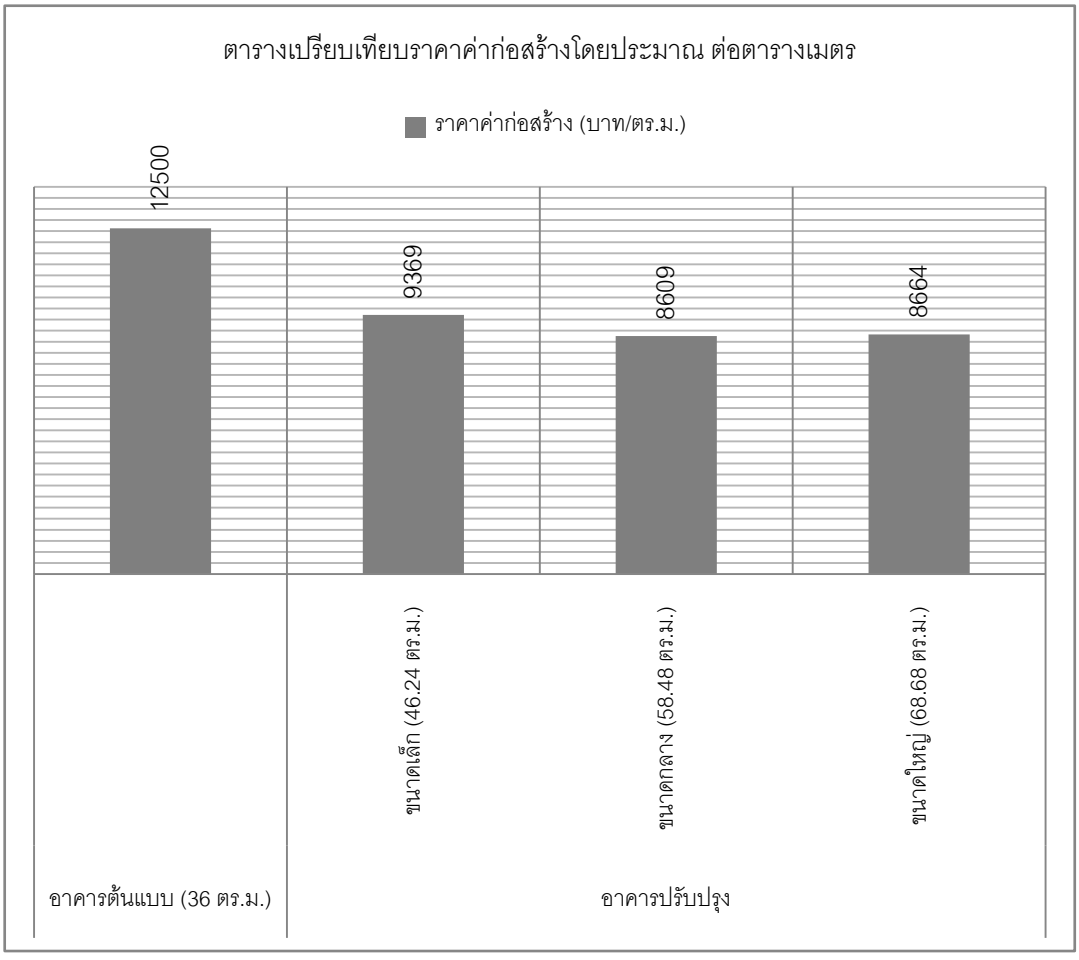


ตารางที่ 7.11 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วนอาคารในสถานที่ก่อสร้าง

4. การวิเคราะห์เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง

ในการศึกษาเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างอาคารเรียน เนื่องจากราคาของวัสดุอุปกรณ์ประกอบต่างๆของโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักนั้นเป็นความลับของทาง บริษัทบลูสโคป ไลสาจท์ (ประเทศไทย) จำกัด ผู้วิจัยจึงไม่สามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับราคาของโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักและส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องได้อย่างละเอียด จึงขอใช้ราคาค่าก่อสร้างจากคำบอกเล่าในการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ วิศวกร และผู้บริหารของโครงการนี้ ซึ่งจากการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับราคาค่าก่อสร้าง สามารถสรุปประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารต้นแบบได้ คือ ประมาณ 450,000 บาท หรือ 12,500 บาทต่อตารางเมตร

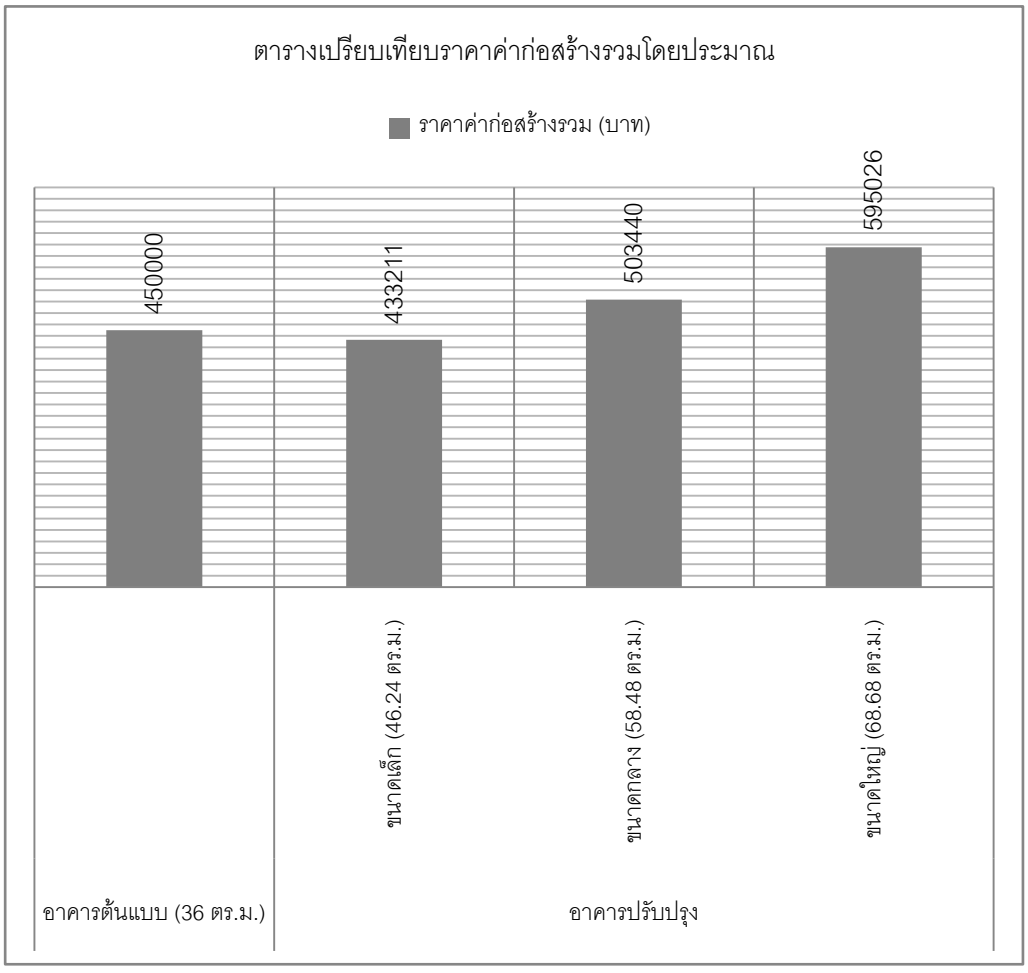
เนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบรายละเอียดราคาของวัสดุก่อสร้าง จึงไม่สามารถเปรียบเทียบราคาอย่างละเอียดแยกตามรายการวัสดุได้ ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างระหว่างอาคารต้นแบบกับอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุงทั้ง 3 ขนาด จึงเป็นการประเมินราคาค่าก่อสร้าง โดยประเมินราคาค่าก่อสร้างจากปริมาณการใช้วัสดุโดยรวมในการก่อสร้างอาคาร



ตารางที่ 7.12 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างโดยประมาณ (ต่อตารางเมตร)

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณการใช้วัสดุก่อสร้างในบทที่ 7.1.4 ผู้วิจัยได้ทำการคิดปริมาณวัสดุรวมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อการเปรียบเทียบราคา โดยพบว่าอาคารเรียนชั่วคราวที่ได้รับการออกแบบใหม่นั้นใช้วัสดุก่อสร้างลดลงจากอาคารต้นแบบพอสมควร คือ อาคารต้นแบบใช้วัสดุก่อสร้าง 100 % อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 75 % อาคารปรับปรุงขนาดกลาง 69 % และอาคารปรับปรุงขนาดใหญ่

การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างนั้นเปรียบเทียบจากราคาค่าก่อสร้างต่อตารางเมตรของอาคารต้นแบบ คือ 12500 บาทต่อตารางเมตร และลดลงเป็นสัดส่วนตามการลดลงของวัสดุก่อสร้าง จึงสามารถสรุปได้ว่า ราคาค่าก่อสร้างอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุงขนาดเล็ก กลาง และขนาดใหญ่ คือ 9369 บาท/ตร.ม. 8609 บาท/ตร.ม. และ 8664บาท/ตร.ม. ตามลำดับ ลดลงจากการก่อสร้างอาคารต้นแบบถึง 3131 – 3891 บาท/ตร.ม. หรือค่าก่อสร้างต่อตารางเมตรลดลง อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 25.05% ขนาดกลาง 31.13% และขนาดใหญ่ลดลง 30.69%



ตารางที่ 7.13 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างรวมโดยประมาณ

จากการประเมินค่าก่อสร้างอาคารต่อตารางเมตร ผู้วิจัยได้ทำการประเมินค่าก่อสร้างอาคารทั้งหลัง โดยได้ผลราคาค่าก่อสร้างเรียงตาม อาคารต้นแบบ อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังนี้ อาคารต้นแบบ 450,000 บาท อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 433,211 บาท ขนาดกลาง 503,440 บาท อาคารปรับปรุงขนาดใหญ่ 595,026 บาท

บทที่ 8
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนในโครงการโรงเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการออกแบบและก่อสร้างอาคารต้นแบบ และได้นำมาออกแบบปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบรายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบสถาปัตยกรรม วิธีและขั้นตอนในการก่อสร้าง ระยะเวลาที่ในการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง จากการเข้าสำรวจ ภาคสนาม การสังเกตการณ์ ภาพถ่าย การจดบันทึกระหว่างการวิจัย และการเปรียบเทียบทางสถิติ และนำมาสรุปผลการวิจัย

1. สรุปผลการศึกษา

จากสมมุติฐานของงานวิจัย ผู้วิจัยเชื่อว่าการก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวกึ่งสำเร็จรูปชั้นเดียวต้นแบบ ควรได้รับการออกแบบปรับปรุงใหม่ เพื่อให้ตอบสนองและสอดคล้องกับความต้องการได้มากขึ้น ทั้งในด้านสถาปัตยกรรม ระยะเวลา และราคาในการก่อสร้าง โดยคำนึงถึงลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสม ใช้การออกแบบระบบประสานทางพิกัด ใช้กรรมวิธีการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป และเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม

1.1 สรุปผลการศึกษาด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม

1.1.1 การออกแบบอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม

ในการออกแบบ ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมโดยรอบบริเวณพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ และ ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลความร้อนที่เข้าสู่อาคารและแนวทางในการแก้ไข เพื่อเป็นทางเลือกในการกำหนดลักษณะทางสถาปัตยกรรม

ผู้วิจัยได้กำหนดทิศทางการวางอาคารที่เหมาะสมเพื่อการลดการรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ และเพื่อการรับลมอย่างเหมาะสม คือวางอาคาร ตามแกนตะวันออก-ตะวันตก และวางอาคาร เบี่ยงจากทิศใต้ 5 ° ไปทางทิศตะวันออก โดยมีแนวการแกว่งจาก 5° ไปทางทิศตะวันตก ไปถึง 15° ทางทิศตะวันออก และออกแบบส่วนต่าง ๆ ของอาคารให้ตอบสนองกับสภาพแวดล้อมมากขึ้น จึงทำให้สามารถเพิ่มการระบายอากาศ ลดความร้อน และเพิ่มแสงสว่างเข้าสู่ตัวอาคารได้ดีขึ้น โดยออกแบบพื้นอาคารยกระดับ ออกแบบผนังให้มีช่องเปิดขนาดใหญ่มากขึ้น และเลือกใช้กระเบื้องโปร่งแสงมาเป็นวัสดุผนังด้วย ออกแบบหลังคามีช่องระบายอากาศ และเพิ่มการส่องสว่างในอาคาร ซึ่งจากการศึกษา ผู้วิจัยเชื่อว่าการออกแบบดังกล่าวจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานได้

1. 1.2 การออกแบบพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

ผู้วิจัยกำหนดขนาดของอาคารเรียนชั่วคราวปรับปรุงออกเป็น 3 ขนาด ตามการศึกษาจำนวนนักเรียนต่อห้องเรียน คือ ห้องเรียนขนาดเล็กสำหรับนักเรียน 25 คน (46.24 ตร.ม.) ห้องเรียนขนาดกลางสำหรับนักเรียน 40 คน (58.48 ตร.ม.) ห้องเรียนขนาดใหญ่สำหรับนักเรียน 50 คน (68.68 ตร.ม.) และออกแบบให้สามารถต่อเติมขยายห้องเรียนได้หากพื้นที่ใช้สอยไม่เพียงพอกับความต้องการ

ในการออกแบบพื้นที่ใช้สอยของอาคาร ผู้วิจัยได้คำนึงถึงการออกแบบระบบประสานทางพิกัดด้วย โดยศึกษาจากขนาดการใช้พื้นที่ใช้สอยของกิจกรรมต่างๆ และขนาดของสัดส่วนมนุษย์ ร่วมกับการศึกษาขนาดของวัสดุก่อสร้างอาคาร โดยจากการออกแบบและวิเคราะห์เปรียบเทียบ การออกแบบอาคารเรียนปรับปรุงที่คำนึงถึงการประสานทางพิกัดสามารถช่วยลดจำนวนปริมาณวัสดุก่อสร้าง และจำนวนของชิ้นส่วนก่อสร้างได้มาก ซึ่งเป็นผลให้ระยะเวลาก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้างลดลง

1. 1.3 การเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง

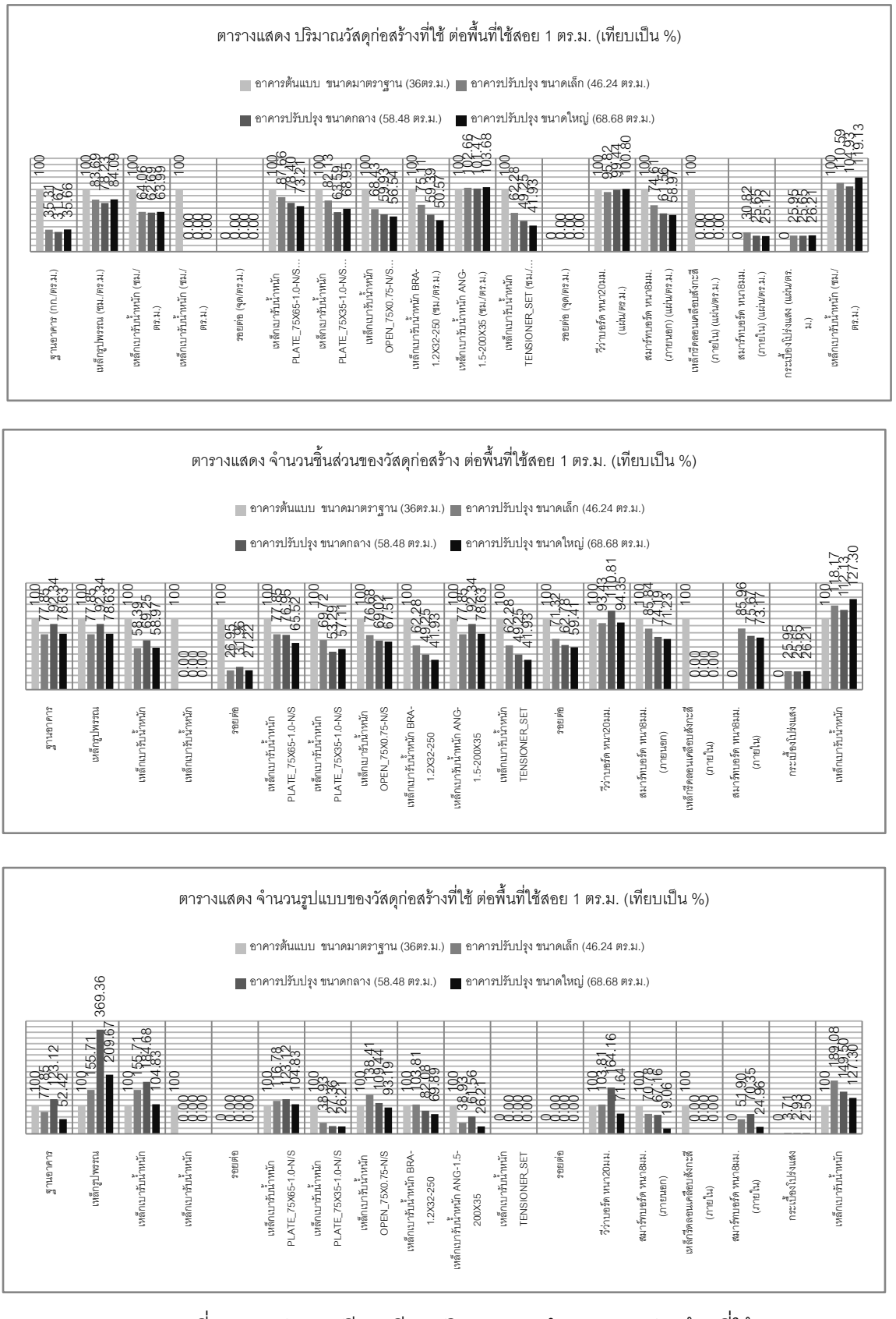
วัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้ในอาคารเรียนชั่วคราวปรับปรุง ผู้วิยได้ทำการศึกษาทางเลือกของวัสดุก่อสร้างหลากหลายชนิด และเลือกวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสมมาใช้ โดยเลือกจากคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ การนำมาประยุกต์ใช้กับการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป และคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ จากวัสดุก่อสร้างที่เลือกใช้ วัสดุบางส่วนจะเหมือนกับอาคารต้นแบบ เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเป็นวัสดุที่ดีอยู่แล้ว เพิ่งแค่เปลี่ยนวิธีการก่อสร้างอาคารก็จะดีขึ้น เนื่องจากวัสดุเดิมบางส่วนนั้นไม่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงเลือกวัสดุชนิดอื่นมาใช้แทน เพื่อให้อาคารที่มีคุณสมบัติที่ดี และสามารถบรรลุความต้องการได้

1.1.4 การเปรียบเทียบปริมาณและจำนวนวัสดุก่อสร้างที่ใช้

เนื่องจากเจ้าของโครงการต้องการให้การก่อสร้างอาคารเรียนชั่วคราวนี้ก่อสร้างเสร็จภายใน 3 วัน ผู้วิจัยจึงพยายามลดปริมาณของวัสดุ ลดจำนวนชิ้นส่วน และลดรูปแบบของวัสดุก่อสร้างลง เพื่อที่จะเป็นการลดระยะเวลา และงบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุงลง โดยสามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่า อาคารเรียนชั่วคราวที่ได้รับการออกแบบปรับปรุง สามารถลดปริมาณวัสดุก่อสร้างโดยรวมจากอาคารต้นแบบได้พอสมควร คือ อาคารต้นแบบใช้วัสดุก่อสร้าง 100 % อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 75 % อาคารปรับปรุงขนาดกลาง 69% และอาคารปรับปรุงขนาดใหญ่ 70%

ในการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง พบว่าหลังจากออกแบบปรับปรุงจำนวนชิ้นส่วนวัสดุลดลงเป็นมาก ทั้งอาคารขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ส่วนการเปรียบเทียบจำนวนรูปแบบของชิ้นส่วนก่อสร้าง พบว่ารูปแบบของชิ้นส่วนก่อสร้าง

ลดลงสำหรับชิ้นส่วนที่ต้องวัดและตัดในสถานที่ก่อสร้าง ส่วนชิ้นส่วนจะได้รับการตัดแต่งเตรียมจากโรงงานผลิตมีจำนวนมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนรูปแบบนี้ไม่ส่งผลต่อระยะเวลา และราคาในการก่อสร้างอาคาร



ตารางที่ 8.1 สรุปการเปรียบเทียบปริมาณและจำนวนวัสดุก่อสร้างที่ใช้

1.2 สรุปผลการศึกษาด้านกรรมวิธี และขั้นตอนในการก่อสร้าง

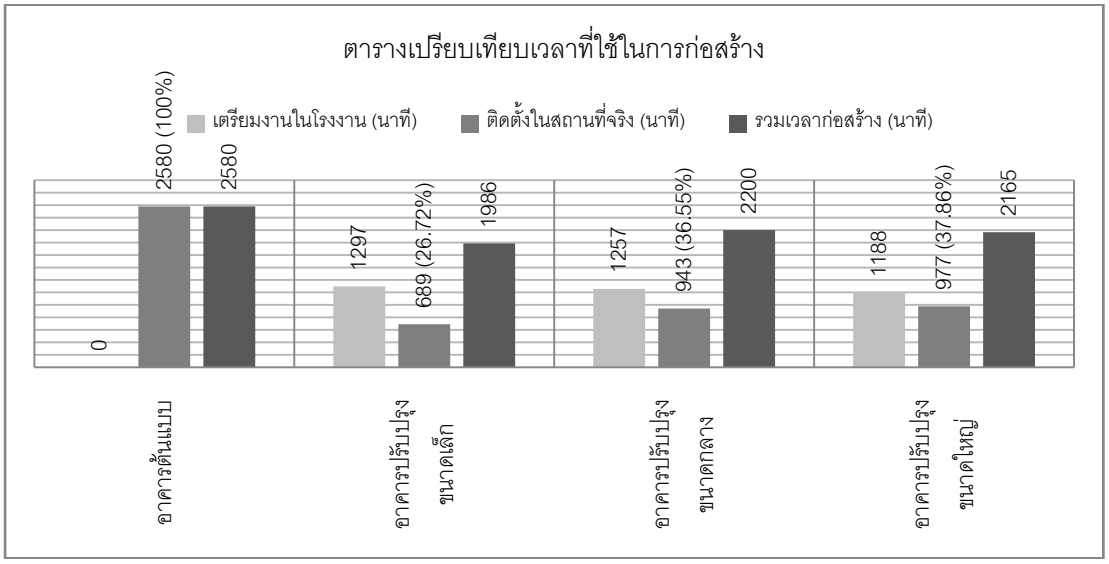
ในการก่อสร้างอาคารปรับปรุง ผู้วิจัยได้เลือกใช้การก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งทำการประกอบชิ้นส่วนอาคารจากโรงงานผลิตชิ้นส่วน และทำการขนย้ายชิ้นส่วนดังกล่าวไปติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างจริงภายหลัง ทำให้สามารถลดระยะเวลาที่ต้องใช้ในการก่อสร้างในสถานที่จริงนั้นลดลง เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาประกอบชิ้นส่วนอาคารในสถานที่ก่อสร้าง เพียงแค่ทำการติดตั้งชิ้นส่วนอาคารเข้าด้วยกันเท่านั้น วิธีการก่อสร้างวิธีนี้จึงทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของเจ้าของโครงการได้

นอกจากจะสามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างในสถานที่จริงลงแล้ว ผู้วิจัยเชื่อว่าการเตรียมชิ้นส่วนอาคารไว้ก่อนการเกิดเหตุการณ์ไม่สงบขึ้นนั้น จะมีความเหมาะสมและสามารถตอบสนองความต้องการได้รวดเร็วกว่าการก่อสร้างอาคารหลังจากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว และช่วยให้การประกอบชิ้นส่วนต่างๆมีความถูกต้อง ปราณีตกว่าการประกอบชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้างจริง สามารถควบคุมมาตราฐาน และคุณภาพในการผลิตชิ้นส่วนได้ดีกว่า ซึ่งจะสามารถลดปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนเข้าด้วยกันได้

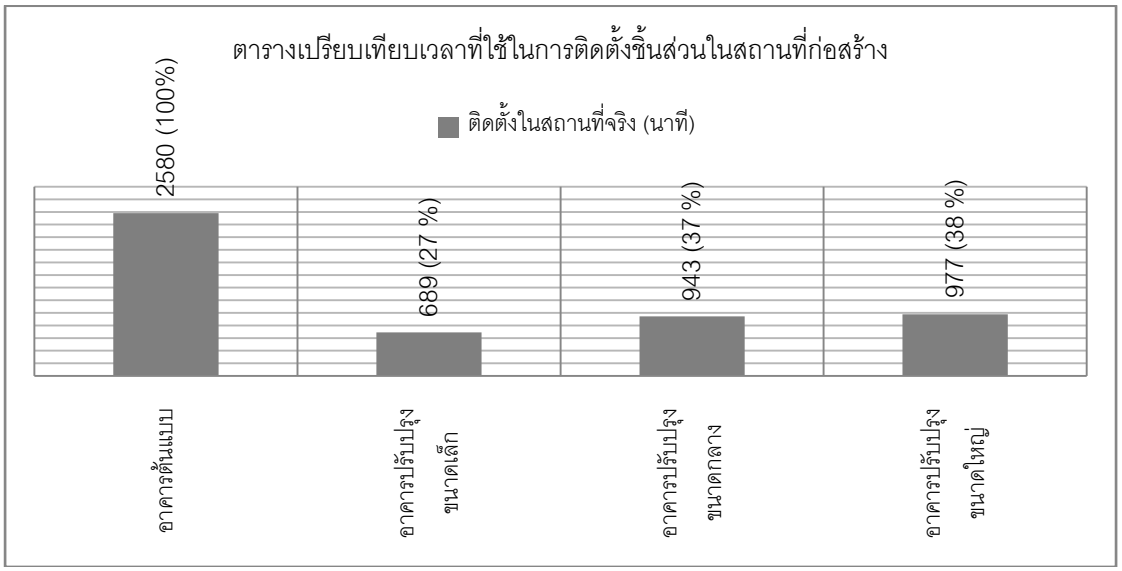
1.3 สรุปผลการศึกษาด้านระยะเวลาในการก่อสร้าง

เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบลดจำนวนชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างลง ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารนั้นจึงลดลงตามไปด้วยเป็นสัดส่วน คือ อาคารต้นแบบใช้เวลาก่อสร้างรวม 43 ชม. อาคารปรับปรุงขนาดเล็กใช้เวลา 33.1 ชม. อาคารขนาดกลางใช้เวลา 36.6 และอาคารขนาดใหญ่ใช้เวลาก่อสร้างรวม 36.08 ชม. ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวจะนับรวมเวลาตั้งแต่เริ่มประกอบชิ้นส่วนอาคาร แต่ในการก่อสร้างอาคารปรับปรุง ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป ระยะเวลาในการติดตั้งอาคารในสถานที่ก่อสร้างจึงลดลงไปอีก

จากการเปรียบเทียบ พบว่าใช้เวลาในการประกอบอาคารต้นแบบ 43 ชม. อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 11.48 ชม. อาคารขนาดกลาง 15.72 ชม. และอาคารขนาดใหญ่ 16.28 ชม. หรือหากเทียบเป็น % คือ อาคารขนาดเล็กใช้เวลาประกอบอาคารเป็นระยะเวลาเพียงแค่ 26.72 % ของอาคารต้นแบบ อาคารขนาดกลางและใหญ่ใช้เวลา 36.55 % และ 37.86 % ตามลำดับ



ตารางที่ 8.2 สรุปการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง

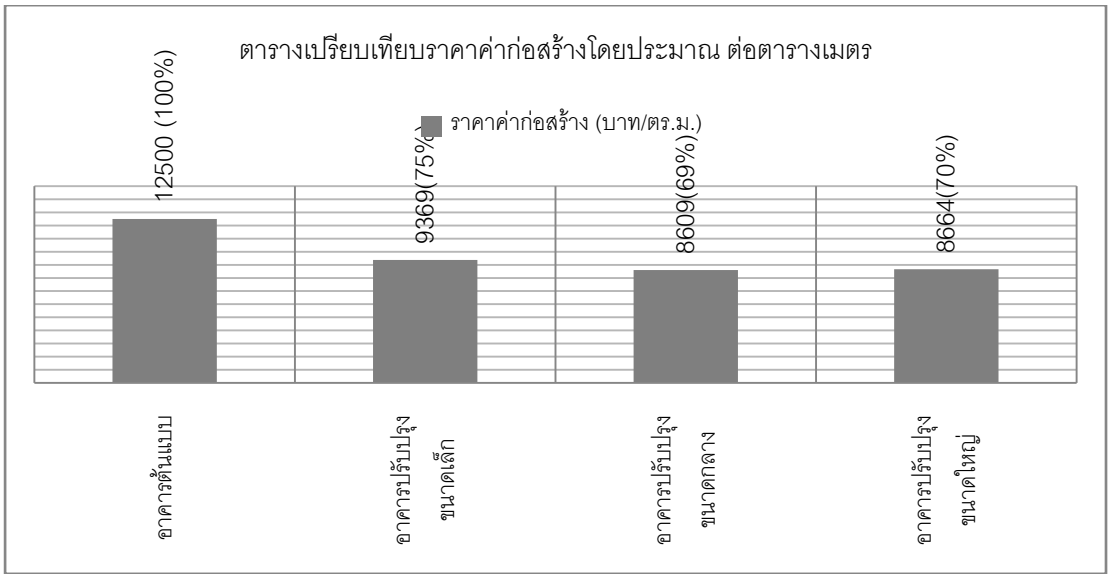


ตารางที่ 8.3 สรุปการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้าง

1.4 สรุปผลการศึกษาด้านราคาค่าก่อสร้าง

ในการศึกษาเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างอาคารเรียน เนื่องจากราคาของวัสดุอุปกรณ์ประกอบต่างๆของโครงสร้างเหล็กเบารับน้ำหนักนั้นเป็นความลับของทางบริษัทบลูสโคป ไลสาจท์(ประเทศไทย) จำกัด ผู้วิจัยจึงขอใช้ราคาค่าก่อสร้างจากคำบอกเล่าในการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ วิศวกร และผู้บริหารของโครงการนี้ ซึ่ง สามารถสรุปประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารต้นแบบได้ คือ ประมาณ 450,000 บาท หรือ 12,500 บาท/ตร.ม และเนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบรายละเอียดราคาของวัสดุก่อสร้าง จึงประเมินราคาค่าก่อสร้างจากปริมาณการใช้วัสดุก่อสร้างโดยรวมในการก่อสร้างอาคาร

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ราคาค่าก่อสร้างอาคารที่ได้รับการออกแบบปรับปรุงขนาดเล็ก กลาง และขนาดใหญ่ คือ 9369 บาท/ตร.ม. 8609 บาท/ตร.ม. และ 8664บาท/ตร.ม. ตามลำดับ ลดลงจากการก่อสร้างอาคารต้นแบบถึง 3131 – 3891 บาท/ตร.ม. หรือค่าก่อสร้างต่อตารางเมตรลดลง อาคารปรับปรุงขนาดเล็ก 25.05 % ขนาดกลาง 31.13% และขนาดใหญ่ลดลง 30.69%



ตารางที่ 8.4 สรุปการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างโดยประมาณ (ต่อตารางเมตร)

2. **ข้อเสนอแนะ**

จากการทำการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ออกแบบ และการทำวิจัยในครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้

2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ออกแบบ

2.1.1 ในการออกแบบ ผู้วิจัยเห็นว่า การออกแบบที่คำนึงถึงระยะประสานทางพิกัด สามารถช่วยลดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และลดราคาค่าก่อสร้างได้ แต่ต้องคำนึงถึงระยะประสานทางพิกัดทั้งจากการใช้งานอาคารและวัสดุก่อสร้างตั้งแต่เริ่มการออกแบบอาคาร

2.1.2 ในการออกแบบรอยต่อชิ้นส่วนอาคาร หากใช้วิธีการขันสกรูแบบเดิมอาจจะไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้กับอาคารบ้านพักอาศัย หรืออาคารที่ต้องการความเรียบร้อยของงานมาก เนื่องจากบริเวณรอยต่อจะไม่เรียบเป็นระดับเดียวกันทั้งหมด ควรมีการออกแบบรอยต่อแบบอื่นที่เหมาะสมมากกว่านี้

2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.2.1 ผู้วิจัยเห็นว่า ควรมีการเก็บข้อมูลในการก่อสร้างอาคารเรียนปรับปรุง และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างจริง ระยะเวลาในการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้างอาคาร เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับอาคารต้นแบบอีกครั้งหนึ่ง

2.2.2 ผู้วิจัยเห็นว่า ควรมีการเก็บข้อมูลหลังจากการใช้งานอาคาร เพื่อตรวจสอบความสามารถในการตอบสนองการใช้งาน ความเสียหายจากการใช้งานและระยะเวลาการใช้งาน และการดูแลรักษาอาคาร

2.2.3 ผู้วิจัยเห็นว่า ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติ และการยอมรับ การก่อสร้างอาคารด้วยวัสดุเหล็กเบารับน้ำหนัก และการก่อสร้างอาคารด้วยระบบกึ่งสำเร็จรูป เนื่องจากเป็นวัสดุ และระบบการก่อสร้างที่ไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลายสำหรับคนทั่วไป

2.2.4 ผู้วิจัยเห็นว่า ควรมีการทดลองออกแบบ และก่อสร้างอาคารประเภทอื่นจากวัสดุเหล็กเบารับน้ำหนัก และการก่อสร้างในระบบกึ่งสำเร็จรูป เช่น บ้านชั้นเดียว บ้าน 2 ชั้น อาคารสาธาณะขนาดเล็กต่าง ๆ เพื่อเป็นการนำเสนอวัสดุและระบบการก่อสร้างนี้ให้กับคนทั่วไปได้รู้จักมากขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะอนุกรรมการโครงสร้างเหล็ก ว.ส.ท.. รายงานการสัมมนาเรื่องโครงสร้างเหล็กสำหรับประเทศไทยในยุคโลกาภิวัตน์. โยธาสาร 7, 2 (กุมภาพันธ์ 2538) : 39-42.

จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. อุตสาหกรรมเหล็กกับการก่อสร้างบ้านในอนาคต. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพมหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.

จาตุรนต์ วัฒนผาสุข. ระบบการก่อสร้างโดยวิธี Prefabrication ในกทม. รายงานการวิจัยภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528 : 84-88.

เฉลิม สุจริต. หน่วยพิกัดต่างๆ. เอกสารประการอบรมเรื่อง ระบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ 2520 : 1-3.

ชลธี อิ่มอุดม. ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ชนินทร์ แซ่เตียว. แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทาลัย, 2535.

ปิยนุช เตาลานนท์. พัฒนาการการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม. พัฒนาการวิชาการสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2547 : 3.1-3.13.

เลอสม สถาปิตานนท์, องค์ประกอบ: สถาปัตยกรรมพื้นฐาน, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์อัลลายด์ พริ้นเตอร์ส, 2545.

วินิต ช่อวิเชียร. การออกแบบโครงสร้างเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : วินิต ช่อวิเชียร, 2539.

วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย. แนวโน้มและการพัฒนาโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย. โยธาสาร 7 , 4 (เมษายน 2538) : 39-42.

ทวี สีบุญเรือง. ลู่ทางการพัฒนาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม. เอกสารในการสัมมนา ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชัย โอภานุกิจ. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย. เอกสารประกอบการสัมมนางานจุฬาวิชาการครั้งที่ 13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2545 : 1.

ภาณุรัตน์ โพธ์งาม. การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก: กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. Modular Design & Structural System. เอกสารประกอบการอบรมเรื่องระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ 2520 : 13.

สมภพ มาจิสวาลา. การประเมินที่อยู่อาศัยกึ่งสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2541.

สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุชาติ โสมประยูร, โครงการโรงเรียนสุขภาพ, กรุงเทพ: ไทยวัฒนาพานิช, 2514.

ศุภสิทธิ์ พฤกษโชติ. การนำวิธีการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปมาใช้กับโครงการบ้านเดี่ยวสำหรับผู้มีรายได้น้อย: กรณีศึกษา โครงการบ้านเอื้ออาทร รังสิตคลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัญฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2547.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ. การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2513: 18.

ภาษาอังกฤษ

Alan Blanc, Michale McEvoy and Roger Plank. Architecture and Construction in Steel. 1st ed. London : E&FN Spon, 1993.

Arne Petter Eggen and Bjorn Normann Sandaker. Steel Structure and Architecture. 1st ed. New York : Watson-Guptill Publications, 1995.

David Bennett. Skyscrapers Form&Function. 1st ed. Newyork : Simon&Schuster, 1995.

Malcolm Millais. Building Structures from concepts to design. 2nd ed. New York : Spon Press, 2005.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ทางเลือกในการออกแบบอาคารเรียนปรับปรุง

ในการออกแบบอาคารเรียนชั่วคราวนี้ หลังจากผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปเลือกแนวทางเพื่อการออกแบบ ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศในภาคใต้ แนวทางการออกแบบอาคารที่เหมาะสมกับพื้นที่บริเวณภาคใต้ การวิเคราะห์วัสดุก่อสร้าง และ การวิเคราะห์ระยะประสานทางพิกัดที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบทางเลือกทั้งหมด 2 แนวทาง และวิเคราะห์เลือกแนวทางที่เหมาะสม

การออกแบบแนวทางเลือกทั้ง 2 แนวทางนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหวังในการออกแบบเหมือนกัน ตามความต้องการของโครงการ แต่ใช้แนวทางในการออกแบบที่แตกต่างกันออกแบบ เพื่อวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีกว่า และนำทางเลือกนั้นมาใช้ในการออกแบบรายละเอียดต่อไป

แนวทางการออกแบบที่ 1

แนวทางการออกแบบแรก ผู้วิจัยเน้นการออกแบบรูปแบบของชิ้นส่วนอาคาร โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้

1. ใช้ขนาดวัสดุแผ่นสำเร็จรูปเป็นเกณฑ์ (ขนาดมาตราฐาน) ในการออกแบบ
2. ลดจำนวนรูปแบบของชิ้นส่วนประกอบของอาคาร ทั้งชิ้นส่วนพื้น ผนัง และหลังคา
3. ลดจำนวนเศษชิ้นส่วนเหลือใช้
4. ความสะดวกในการขนส่งชิ้นส่วนไปยังสถานที่ก่อสร้าง
5. ความสะดวกในการเตรียมชิ้นส่วนในโรงงาน

จากการทดลองออกแบบตามแนวทางการออกแบบที่ 1 และวิเคราะห์ข้อดี และข้อเสียจากการออกแบบตามแนวทางนี้ พบว่ามีทั้งข้อดี และข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี 1. มีจำนวนรูปแบบของชิ้นส่วนก่อสร้างน้อย

2. สะดวกในการเตรียมประกอบชิ้นส่วนในโรงงานก่อนการก่อสร้าง เนื่องจากจำนวนรูปแบบชิ้นส่วนก่อสร้างน้อย และไม่ต้องตัดชิ้นส่วนเพื่อนำมาใช้ในการประกอบ
3. ชิ้นส่วนก่อสร้างมีขนาดเล็ก สามารถขนย้ายได้สะดวกและรวดเร็ว
4. มีเศษวัสดุเหลือน้อย เนื่องจากออกแบบโดยใช้ขนาดของวัสดุเป็นเกณฑ์หลัก

ข้อเสีย 1. จำนวนชิ้นส่วนอาคารที่ใช้มีจำนวนมาก เนื่องขนาดชิ้นส่วนอาคารมีขนาดเล็ก(ตามขนาดวัสดุแผ่นสำเร็จรูป)

2. มีรอยต่อของอาคารมาก เนื่องจากชิ้นส่วนประกอบอาคารมีขนาดเล็ก ทำให้ปริมาณงานในการก่อสร้างมากขึ้น
3. เนื่องจากปริมาณงานในการก่อสร้างมีมาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการก่อสร้างในสถานที่จริงมากตามไปด้วย (ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารให้แล้วเสร็จใน 3วัน เป็นจุดมุ่งหมายหลักของโครงการ)
4. ใช้วัสดุก่อสร้าง (โครงสร้างผนัง) มาก เนื่องจากชิ้นส่วนผนังมีขนาดเล็ก และมีจำนวนหลายชิ้น และในแต่ละชิ้นส่วนจะมีโครงผนังของตัวเองแยกจากชิ้นส่วนอื่น

แนวทางในการออกแบบที่ 2

ในการออกแบบทางเลือกที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยคำนึงถึงการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน และระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างในสถานที่จริงเป็นหลัก โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้

1. ออกแบบชิ้นส่วนอาคารให้มีขนาดใหญ่ เพื่อลดปริมาณงานก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างจริง
2. ลดปริมาณชิ้นส่วนอาคารในการติดตั้ง
3. ลดปริมาณการใช้วัสดุก่อสร้าง
4. เพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการก่อสร้าง

จากการทดลองออกแบบตามแนวทางการออกแบบที่ 2 และวิเคราะห์ข้อดี และข้อเสียจากการออกแบบตามแนวทางนี้ พบว่ามีทั้งข้อดี และข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี 1. เตรียมประกอบชิ้นส่วนในโรงงานได้สะดวก

2. มีจำนวนชิ้นส่วนอาคารน้อย
3. ชิ้นส่วนก่อสร้างมีขนาดใหญ่ ทำให้อาคารมีรอยต่อน้อยลง
4. ปริมาณงานในการก่อสร้างมีน้อย เนื่องมีจำนวนแผ่นผนัง และรอยต่อที่น้อยลง ทำให้สามารถก่อสร้างได้รวดเร็ว
5. ปริมาณวัสดุก่อสร้างลดลง เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่ และสามารถใช้โครงสร้างร่วมกันได้

ข้อเสีย 1. จำนวนรูปแบบของชิ้นส่วนอาคารที่ใช้มีจำนวนมาก

2. ชิ้นส่วนอาคารมีขนาดใหญ่ ต้องระมัดระวังในการขนย้ายและติดตั้ง

จากการวิเคราะห์ทางเลือกในการออกแบบ ผู้วิจัยเลือกใช้ทางเลือกที่ 2 มาพัฒนาการออกแบบ ทั้งรูปแบบอาคาร การออกแบบรายละเอียดชิ้นส่วนอาคาร การออกแบบโครงสร้างส่วนต่างๆ และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการออกแบบในทางเลือกที่ 2 นี้ กับการออกแบบก่อสร้างอาคารเรียนต้นแบบ

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นาย กวิศ ปานม่วง

ที่อยู่ 113/84 ซอย สินพัฒนาธานี ถนน แจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง
เขตหลักสี่ กทม. 10210

วันเกิด 17 มีนาคม 2526

โทรศัพท์ 081- 2437440

E-mail kawis9@yahoo.com

การศึกษา

พ.ศ. 2544 - 2549 ระดับปริญญาบัณฑิต (สถ.บ.)
ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2549 – 2552 ระดับปริญญามหาบัณฑิต (สถ.ม.)
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
(รับทุนผู้ช่วยสอน : บัณฑิตวิทยาลัย และภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์)

การทำงาน

พ.ศ. 2546 ฝึกงาน บริษัท D-experience

พ.ศ. 2547 ฝึกงาน บริษัท Composition A

พ.ศ. 2548 ฝึกงาน บริษัท Architects Hawaii (Hawaii)

พ.ศ. 2549 – ปัจจุบัน สถาปนิกอิสระ