การเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม

นายปกรณ์ สุวรรณคีรีขันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเคหพัฒนศาตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ภาควิชาเคหการ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5 2 7 4 2 5 9 0 2 5

A COMPARISON ON TWO STORY HOUSING CONSTRUCTION BETWEEN PREFABRICATED STEEL SKELETON STRUCTURE AND CONVENTIONAL METHOD

Mr.Pakorn Suwankirikhan

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Housing Development Program in Real Estate Development

Department of Housing

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปกับระบบเดิม
โดย	นายปกรณ์ สุวรรณคีรีขันธ์
สาขาวิชา	การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มานพ พงศทัต, ศาสตราภิชาน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(นายแพทย์ สมเชาว์ ตันฑเทอดธรรม)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปกรณ์ สุวรรณคีรีขันธ์ : การเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปกับระบบเดิม. (A COMPARISON ON TWO STORY HOUSING CONSTRUCTION BETWEEN PREFABRICATED STEEL SKELETON STRUCTURE AND CONVENTIONAL METHOD) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 144 หน้า.

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการก่อสร้าง เปรียบเทียบระยะเวลา ต้นทุน ข้อดีและข้อจำกัด ซึ่งตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้นขนาดใกล้เคียงกัน มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตร.ม.และน้อยกว่า 300 ตร.ม. โดยวิธีการเฝ้าสังเกต จดบันทึก สัมภาษณ์ และถ่ายภาพในการก่อสร้าง

ผลการศึกษาต้นทุนพบว่า บ้านเดี่ยวที่พื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตร.ม.ที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป มีค่าก่อสร้าง 18,979.31 บาท/ตร.ม.ส่วนระบบเดิม 11,685.10 บาท/ตร.ม.สูงกว่าระบบเดิม 7,294.20 บาท/ตร.ม.ส่วนบ้านที่พื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 300 ตร.ม.ที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป มีค่าก่อสร้าง 18,372.94 บาท/ตร.ม.ส่วนระบบเดิม 12,507.98 บาท/ตร.ม.สูงกว่าระบบเดิม 5,864.96 บาท/ตร.ม ซึ่งความแตกต่างมีผลเนื่องจากการใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ต้นทุนค่าขนส่งและก่อสร้างโรงงานที่สูงของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป สำหรับด้านระยะเวลาก่อสร้างพบว่าบ้านที่พื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตร.ม.ที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ใช้ระยะเวลาก่อสร้าง 105 วัน ส่วนระบบเดิม 227 วัน เร็วกว่าระบบเดิม 122 วัน ส่วนบ้านที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 300 ตร.ม.ที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ใช้ระยะเวลาก่อสร้าง 108 วัน ส่วนระบบเดิม 211 วัน เร็วกว่าระบบเดิม 103 วัน ข้อดีของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปคือความแข็งแรง คุณภาพที่ดี ลดการขาดแคลนแรงงาน สภาพพื้นที่ทำงานสะอาดเรียบร้อย และออกแบบเพื่อเน้นการอยู่อาศัยมากขึ้น เช่น ระบบหมุนเวียนอากาศ กระจกประตูหน้าต่าง 2 ชั้นช่วยกันความร้อน ทำให้ลดการใช้พลังงานภายในบ้าน แต่ข้อจำกัดของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปคือความสูงของโครงสร้างที่มีผลต่อเส้นทางการขนส่งและจำนวนรถขนส่งชิ้นส่วนที่มากทำให้พื้นที่สำหรับจอดรถอาจไม่เพียงพอ ส่งผลต่อระยะเวลาการทำงานและการเข้าพื้นที่

ดังนั้นสรุปผลการวิจัย ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปจะมีความเหมาะสมหรือไม่นั้น คงต้องพิจารณาเงื่อนไขที่ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการเป็นหลัก หากต้องการเรื่องระยะเวลาและมีเงินทุน ก็ถือว่ามีความเหมาะสมอย่างมาก เพราะส่งผลด้านการเงินหากสามารถส่งมอบสินค้าได้รวดเร็ว และคุณภาพที่ได้มาตรฐาน แต่หากมองที่ต้นทุนเป็นหลักก็ถือว่าระบบดังกล่าวยังไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ก่อสร้าง แต่ถือว่าเป็นอีกทางเลือกใหม่ทางด้านเทคโนโลยีที่ควรศึกษาต่อไป

ภาควิชา.....เคหการ..... .....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา..การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์..ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2553..... .....

5274259025 : MAJOR REAL ESTATE DEVELOPMENT

KEYWORDS : PREFABRICATION STEEL SKELETON / STRUCTURE HOUSING/

PAKORN SUWANKIRIKHAN : A COMPARISON ON TWO STORY HOUSING CONSTRUCTION BETWEEN PREFABRICATED STEEL SKELETON STRUCTURE AND CONVENTIONAL METHOD. ADVISOR : ASSOC.PROF.TRIRAT JARUTACH, 144 pp.

The main purpose of this study was to make a comparison between the construction method using prefabricated steel skeleton and conventional construction method. The compared aspects were their construction techniques, Their costs and their construction timeframe, their advantages and disadvantages, obstacles affecting the construction. The example used in this study was two-storey houses with the functional area over 300 sq.m. and less than 300 sq.m. in a housing estate project were there two method were used. The data was collected though observation, recording, interviews and talking photographs of each stage of construction.

It was found that the construction cost of a more than 300 square meters house which was built by prefabrication steel skeleton was approximately 18,979.31 baht/square meter, while the construction cost of a more than 300 meters house which was built by conventional system was approximately 11,685.10 baht/square meter. The difference was 7,294.20 baht/square meter. The lather finding on a comparison of the construction cost of a less than 300 square meters houses, which were built by prefabrication steel skeleton and conventional system, are also the same. The construction time of both a more than 300 square meters house and a less than 300 square meter house built by conventional system are 227 days and 221 days which are 122 days and 103 days longer than prefabrication steel skeleton house accordingly.

However the higher construction cost on prefabrication steel skeleton is due to the different building materials, prefabricated component cost and transportation expense including the factory cost. The advantages are on a shorter construction time and better building quality is more explicit, durable, a cleaner construction site and avoiding labor shortage. The limitations of prefabrication steel skeleton system are transportation routes from the factory and insufficient construction site parking for oversize trailer convoy which affects the construction time and site approach.

It could be concluded that prefabrication steel skeleton system has a potential to save construction time and improve building quality, however it require higher skilled labor and its technical knowhow to gain a higher standard housing.

Department : Housing Student's Signature .....

Field of Study : Real Estate Development. Advisor's Signature .....

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความกรุณาเป็นอย่างสูงในการให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ รวมถึงการเอาใจใส่ติดตามงานอย่างใกล้ชิด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบคุณในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ มานพ พงศทัต ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี และ นายแพทย์ สมเชาว์ ตันฑเทอดธรรม ผู้ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ บริษัท พร็อพเพอร์ตี้ เพอร์เฟค ที่ให้ทุนการศึกษาในครั้งนี้ และกรรมการผู้จัดการ , วิศวกร บริษัท เอสซีจี-เซกิซุย เซลส์ จำกัด ผู้ให้ข้อมูลและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยอย่างมาก

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณบิดา,มารดา,ครูอาจารย์ ผู้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย รวมถึงบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลือที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึง และขอบคุณ ภรรยา ครอบครัว ญาติพี่น้อง เพื่อนร่วมงาน ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถฝ่าฟันปัญหาและอุปสรรคต่างๆ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... **ง**

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... **จ**

กิตติกรรมประกาศ..... **ฉ**

สารบัญ..... **ช**

สารบัญตาราง..... **ฌ**

สารบัญแผนภูมิ..... **ญ**

สารบัญภาพ..... **ฏ**

บทที่ 1 บทนำ..... **1**

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย..... 4

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 4

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย..... 5

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... **7**

2.1 พัฒนาการของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมในประเทศไทย..... 7

2.2 แนวคิดในการออกแบบระบบก่อสร้างสำเร็จรูป..... 8

2.3 แนวคิดในการเลือกใช้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป..... 11

2.4 อุปสรรคในการพัฒนาระบบก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารเป็นระบบอุตสาหกรรม..... 13

2.5 ประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและระบบโครงสร้างสำเร็จรูปในอาคาร..... 15

2.6 พัฒนาการของบ้านโครงสร้างเหล็กในต่างประเทศ..... 20

2.7 บ้านโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย..... 23

2.8 ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป..... 28

2.9 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของโครงสร้างเหล็ก..... 33

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 35

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 38
3.1 การศึกษาข้อมูล..... 38
3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย..... 38
3.3 เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลในงานวิจัย..... 38
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 39
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 39
3.6 การสรุปผลการวิจัย..... 40
บทที่ 4 ข้อมูลรายละเอียดโครงการ..... 41
4.1 รายละเอียดของโครงการที่ทำการศึกษา..... 41
4.2 รูปแบบและลักษณะของตัวอย่าง..... 43
4.3 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง..... 52
บทที่ 5 ผลการศึกษา..... 62
5.1 ผลการศึกษากระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยระบบโครงสร้างเสา-คาน เหล็กสำเร็จรูป..... 62
5.2 ผลการศึกษาด้านระยะเวลาก่อสร้าง..... 85
5.3 ผลการศึกษาด้านต้นทุน..... 97
5.4 ผลการศึกษาข้อดี ข้อจำกัด..... 101
บทที่ 6 การวิเคราะห์และสรุปผล..... 106
6.1 การวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง..... 106
6.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาการก่อสร้าง..... 111
6.3 การวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้าง..... 116
6.4 สรุปผลการวิจัย..... 117
6.5 ข้อเสนอแนะ..... 120
รายการอ้างอิง..... 122
ภาคผนวก..... 124
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 144

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1-1	แสดงจำนวนหน่วย การก่อสร้างแนวราบที่ผลิตจากเทคโนโลยี การก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม จากผู้ประกอบการ	2
ตารางที่ 2-1	ทัศนคติเดิมและทัศนคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับระบบก่อสร้างสำเร็จรูป	14
ตารางที่ 2-2	ตัวอย่างระบบบ้านโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย	27
ตารางที่ 2-3	แสดงระบบการก่อสร้างประเภทของโครงสร้างและระบบผนัง	28
ตารางที่ 2-4	การจัดตั้งกิจการร่วมค้า	29
ตารางที่ 4-1	รายละเอียดวัสดุประกอบแบบระบบเดิม	52
ตารางที่ 4-2	รายละเอียดวัสดุประกอบแบบระบบโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูป	57
ตารางที่ 5-1	แสดงระยะเวลาก่อสร้างบ้านระบบเดิม	85
ตารางที่ 5-2	แสดงระยะเวลาการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	91
ตารางที่ 5-3	ค่าก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นระบบเดิม แบบ ก	97
ตารางที่ 5-4	ค่าก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นระบบเดิม แบบ ข	98
ตารางที่ 6-1	แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง	108
ตารางที่ 6-2	เปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้าง ระหว่างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปกับระบบเดิม แบบบ้าน ก และ ค	112
ตารางที่ 6-3	เปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้าง ระหว่างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปกับระบบเดิม แบบบ้าน ข และ ง	113
ตารางที่ 6-4	แสดงการเปรียบเทียบการใช้วัสดุที่แตกต่างกัน	114
ตารางที่ 6-5	ข้อดี ข้อจำกัดของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	119

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

		หน้า
แผนภูมิที่ 1-1	ที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	1
แผนภูมิที่ 1-2	สัดส่วนมูลค่าที่อยู่อาศัยที่มีการโอนกรรมสิทธิ์ ไตรมาส 2 ปี 2553 กรุงเทพมหานครและปริมณฑล.....	1
แผนภูมิที่ 5-1	แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบเดิม แบบบ้าน ก.....	87
แผนภูมิที่ 5-2	แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบเดิม แบบบ้าน ข.....	89
แผนภูมิที่ 5-3	แผนงานก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปบ้านแบบ ค	93
แผนภูมิที่ 5-4	แผนงานก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปบ้านแบบ ง.	95
แผนภูมิที่ 5-5	สัดส่วนค่าก่อสร้างบ้าน แบบ ก.....	97
แผนภูมิที่ 5-6	สัดส่วนค่าก่อสร้างบ้าน แบบ ข.....	98
แผนภูมิที่ 5-7	แสดงค่าเฉลี่ยกำไรเบื้องต้นของบริษัทอสังหาริมทรัพย์ ในตลาดหลักทรัพย์ปี 2010.....	99
แผนภูมิที่ 5-8	แสดงยอดขายบ้านระบบเดิมและระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	104
แผนภูมิที่ 6-1	แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้างรวมของการก่อสร้างทั้งสองระบบ.....	112
แผนภูมิที่ 6-2	แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างรวมของการก่อสร้างทั้งสองระบบ	116

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2-1	โครงสร้างเสา-คาน อาคารที่จอดรถและที่อยู่อาศัย.....	16
ภาพที่ 2-2	แสดงระบบโครงสร้างแบบผนังตามยาว(Long-wall).....	17
ภาพที่ 2-3	แสดงระบบโครงสร้างรับน้ำหนักแบบผนังตามขวาง (Cross-wall).....	17
ภาพที่ 2-4	แสดงระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก แบบช่วงพาดสองทิศทาง (Two-way Span) ซึ่งเป็นอาคารพักอาศัยในประเทศโปแลนด์.....	17
ภาพที่ 2-5	เซลสำเร็จรูป.....	18
ภาพที่ 2-6	โครงสร้างหลังคาเหล็กสำเร็จรูป.....	19
ภาพที่ 2-7	แผ่นผนัง คสล.ภายนอกอาคาร.....	19
ภาพที่ 2-8	แผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดต่างๆ.....	20
ภาพที่ 2-9	แผนผังการจัดตั้งบริษัทกิจการร่วมค้า.....	29
ภาพที่ 2-10	การก่อสร้างบ้านระบบ Sekisui Heim โดยการแยกเป็นโครงข้อแข็ง รูปทรงสี่เหลี่ยมย่อย ๆ เพื่อนำมาประกอบติดตั้งที่หน้างาน.....	30
ภาพที่ 2-11	ขนาดมาตรฐานของโครงข้อแข็งรูปแบบต่าง ๆ.....	31
ภาพที่ 2-12	การเชื่อมประกอบในโรงงาน.....	32
ภาพที่ 2-13	องค์อาคารขนาดทั่วไปสำหรับโครงข้อแข็งรูปทรงสี่เหลี่ยมและลักษณะที่ข้อต่อเมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกัน.....	32
ภาพที่ 2-14	คุณสมบัติของระบบเคลือบป้องกันสนิม Zinc Aluminum Magnesium Alloy Coat.....	33
ภาพที่ 4-1	แสดงแผนที่ตั้งโครงการ A.....	42
ภาพที่ 4-2	ผังโครงการ A.....	42
ภาพที่ 4-3	รูปด้านหน้าแบบ ก.....	44
ภาพที่ 4-4	รูปผังพื้นชั้นล่างแบบ ก.....	44
ภาพที่ 4-5	รูปผังพื้นชั้นบนแบบ ก.....	45
ภาพที่ 4-6	รูปด้านหน้าแบบ ข.....	46
ภาพที่ 4-7	รูปผังพื้นชั้นล่างแบบ ข.....	47
ภาพที่ 4-8	รูปผังพื้นชั้นบนแบบ ข.....	47
ภาพที่ 4-9	รูปด้านหน้าแบบ ค.....	49

หน้า

ภาพที่ 4-10 รูปผังพื้นชั้นล่างแบบ ค..... 49
ภาพที่ 4-11 รูปผังพื้นชั้นบนแบบ ค..... 49
ภาพที่ 4-12 รูปด้านหน้าแบบ ง..... 51
ภาพที่ 4-13 รูปผังพื้นชั้นล่างแบบ ง..... 51
ภาพที่ 4-14 รูปผังพื้นชั้นบนแบบ ง..... 51
ภาพที่ 5-1 ขั้นตอนการผลิตและการก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป..... 62
ภาพที่ 5-2 การกำหนดรูปแบบผนัง..... 63
ภาพที่ 5-3 แสดงการเตรียมเหล็ก..... 64
ภาพที่ 5-4 การเชื่อมโครงสร้างด้วยคน..... 64
ภาพที่ 5-5 การเชื่อมโครงสร้างด้วยเครื่องจักร..... 64
ภาพที่ 5-6 โครงสร้างที่ทำการเชื่อมแล้วเสร็จ..... 64
ภาพที่ 5-7 การเดินอุปกรณ์สายไฟ สายโทรศัพท์ อื่นๆ..... 65
ภาพที่ 5-8 การติดตั้งผนังภายนอก..... 65
ภาพที่ 5-9 การติดตั้งผนังภายใน..... 66
ภาพที่ 5-10 การติดตั้งอุปกรณ์และบันได..... 66
ภาพที่ 5-11 การติดตั้งประตู-หน้าต่างภายนอก..... 67
ภาพที่ 5-12 การตรวจสอบคุณภาพ..... 67
ภาพที่ 5-13 การประกอบโครงหลังคา..... 67
ภาพที่ 5-14 การเตรียมพื้นที่ฐานราก..... 68
ภาพที่ 5-15 การปรับดินแนวคานและฐานราก..... 68
ภาพที่ 5-16 การตั้งแบบเพื่อเทคอนกรีตฐาน รากและคาน..... 68
ภาพที่ 5-17 การผูกเหล็กคานและเสา..... 69
ภาพที่ 5-18 การเข้าแบบผูกเหล็กคานและเสา..... 69
ภาพที่ 5-19 พื้นที่หลังจากเทคอนกรีตแล้วเสร็จ..... 69
ภาพที่ 5-20 การติดตั้งสลักเกลียว..... 69
ภาพที่ 5-21 การติดตั้งนั่งร้าน..... 70
ภาพที่ 5-22 การติดตั้งระบบระบายอากาศ..... 70
ภาพที่ 5-23 การติดตั้งแผ่นโฟมพอริสไตรีน (Polystylene Foam) 71

หน้า

ภาพที่ 5-24 การปรับระดับผิวบริเวณจุดยึด..... 71
ภาพที่ 5-25 การติดตั้งยางรองพื้น..... 72
ภาพที่ 5-26 การติดตั้งยางรองพื้น..... 72
ภาพที่ 5-27 การอบรมเตรียมความพร้อมก่อนการติดตั้ง..... 72
ภาพที่ 5-28 การใช้รถเทรลเลอร์ในการขนส่ง และการยกสายไฟให้พ้นรถเทรลเลอร์..... 73
ภาพที่ 5-29 การใช้พื้นที่จอดรถเพื่อรอส่งชิ้นส่วนติดตั้ง..... 74
ภาพที่ 5-30 การใช้อุปกรณ์สำหรับยกชิ้นส่วน..... 75
ภาพที่ 5-31 ขั้นตอนการยกชิ้นส่วน..... 75
ภาพที่ 5-32 ขั้นตอนการวางชิ้นส่วน..... 75
ภาพที่ 5-33 การยึดโครงสร้างกับคอนกรีตด้วยสลักเกลียว..... 76
ภาพที่ 5-34 การเดินสายไฟก่อนติดตั้งชั้น 2..... 76
ภาพที่ 5-35 การปูฉนวนกันความร้อน..... 76
ภาพที่ 5-36 การติดตั้งโครงสร้าง ชั้น 2..... 77
ภาพที่ 5-37 การติดตั้งโครงสร้าง ชั้น 2..... 77
ภาพที่ 5-38 ชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคา..... 77
ภาพที่ 5-39 งานติดตั้งโครงหลังคา..... 78
ภาพที่ 5-40 งานติดตั้งโครงสร้างแล้วเสร็จ..... 78
ภาพที่ 5-41 งานติดตั้งกระเบื้องหลังคา..... 78
ภาพที่ 5-42 งานติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์..... 79
ภาพที่ 5-43 งานติดตั้งระบบประปา และสุขาภิบาล..... 79
ภาพที่ 5-44 งานปูกระเบื้องผนังห้องน้ำ..... 80
ภาพที่ 5-45 งานติดตั้งสุขภัณฑ์..... 80
ภาพที่ 5-46 งานติดตั้งวอลเปเปอร์..... 80
ภาพที่ 5-47 งานติดตั้งระบบปรับอากาศ..... 81
ภาพที่ 5-48 งานปูพื้นลามิเนต..... 81
ภาพที่ 5-49 การตั้งเฟอร์นิเจอร์..... 81
ภาพที่ 5-50 การติดตั้งไม้บันไดและราวจับ..... 82
ภาพที่ 5-51 การติดตั้งดวงโคม..... 82
ภาพที่ 5-52 การติดตั้งถังน้ำดีและถังบำบัดน้ำเสีย..... 82

หน้า

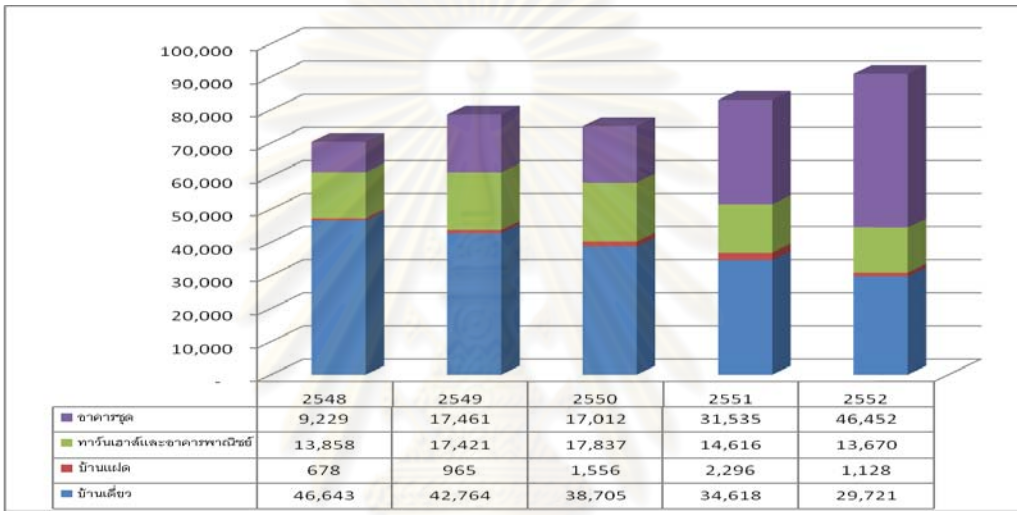
ภาพที่ 5-53	การก่อสร้างโรงจอดรถ	83
ภาพที่ 5-54	ภาพการจัดสวน งานประดับตกแต่งอื่นๆ	83
ภาพที่ 5-55	ภาพบ้านที่เสร็จสมบูรณ์	84
ภาพที่ 5-56	แสดงการเสียรูปของโครงสร้างเหล็ก	101
ภาพที่ 5-57	แสดงระบบการหมุนเวียนอากาศ	102
ภาพที่ 5-58	แสดงลักษณะของหน้าต่าง	103
ภาพที่ 5-59	สภาพพื้นที่ก่อสร้างระบบเดิม	103
ภาพที่ 5-60	สภาพพื้นที่ก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	103
ภาพที่ 6-1	การกำหนดพื้นที่ใช้สอยแบบ ค	106
ภาพที่ 6-2	การกำหนดพื้นที่ใช้สอยแบบ ง	107
ภาพที่ 6-3	งานฐานรากระบบเดิม	108
ภาพที่ 6-4	งานฐานรากระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	108
ภาพที่ 6-5	โครงสร้างอาคารระบบเดิม	109
ภาพที่ 6-6	โครงสร้างอาคารระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	109
ภาพที่ 6-7	โครงสร้างบันไดระบบเดิม	110
ภาพที่ 6-8	ไม้บันไดและราวระบบเดิม	110
ภาพที่ 6-9	โครงสร้างบันไดระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	110
ภาพที่ 6-10	ไม้บันไดและราวระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	110
ภาพที่ 6-11	โครงหลังคาซีแพคทรัส	110
ภาพที่ 6-12	โครงหลังคาระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	110
ภาพที่ 6-13	งานก่ออิฐมอญ	111
ภาพที่ 6-14	งานฉาบปูน	111
ภาพที่ 6-15	ผนังภายนอก และผนังภายใน	111

บทที่ 1

บทนำ

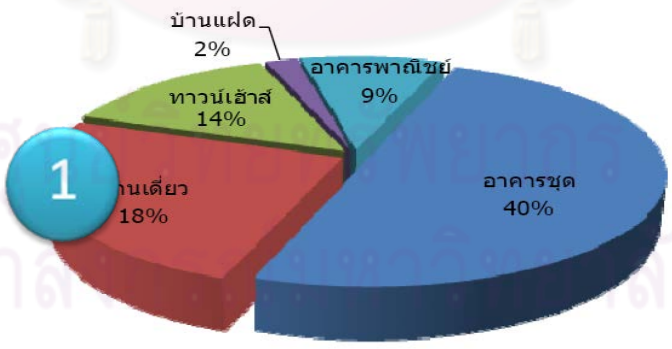
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการประกอบธุรกิจด้านอสังหาริมทรัพย์ มีการแข่งขันค่อนข้างสูง ซึ่งสืบเนื่องจากความต้องการที่อยู่อาศัย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีการขยายตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง



	2548	2549	2550	2551	2552
อาคารชุด	9,229	17,461	17,012	31,535	46,452
ทาวน์เฮาส์และอาคารพาณิชย์	13,858	17,421	17,837	14,616	13,670
บ้านแฝด	678	965	1,556	2,296	1,128
บ้านเดี่ยว	46,643	42,764	38,705	34,618	29,721

แผนภูมิที่ 1-1 ที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล



แผนภูมิที่ 1-2 สัดส่วนมูลค่าที่อยู่อาศัยที่มีการโอนกรรมสิทธิ์ ไตรมาส 2 ปี 2553 กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ดังจะเห็นได้จากแผนภูมิที่ 1-1 ที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ของศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จำนวน 70,408 หน่วย จนถึงปี พ.ศ.2552 จำนวน 90,971 หน่วย สูงขึ้นถึง 20,563 หน่วย แสดงให้เห็นว่าบริษัทผู้ประกอบการด้านอสังหาริมทรัพย์ มีการก่อสร้างที่อยู่อาศัยมากขึ้น และแผนภูมิที่ 1-2 สัดส่วนมูลค่าที่อยู่อาศัย

ที่มีการโอนกรรมสิทธิ์ ไตรมาส 2 ปี 2553 กรุงเทพมหานครและปริมณฑล แสดงให้เห็นว่าความต้องการที่อยู่อาศัยเฉพาะแนวราบ ประเภทบ้านเดี่ยว มีความต้องการมากเป็นอันดับ 1 ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยวมากที่สุดสำหรับที่อยู่อาศัยแนวราบเช่นกัน

เนื่องจากปัจจุบันปัจจัยที่มีส่วนสนับสนุนในการเร่งการตัดสินใจซื้อบ้านของผู้บริโภค คือ ต้องการซื้อบ้านสร้างก่อนขาย[1] ดังนั้นผู้ประกอบการต้องมีการปรับตัวเพื่อให้ทันกับการแข่งขันในท้องตลาด สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ ไม่ว่าจะเป็นด้านราคาหรือคุณภาพของสินค้า และระยะเวลาในการส่งมอบสินค้า ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ จึงพยายามหาเทคโนโลยีการก่อสร้างที่เป็นระบบอุตสาหกรรม สามารถก่อสร้างได้เร็วและเป็นจำนวนมาก มาใช้แทนการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ระบบเดิม

ตารางที่ 1-1 แสดงจำนวนหน่วย การก่อสร้างแนวราบ ที่ผลิตจากเทคโนโลยีการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม จากผู้ประกอบการ

ลำดับที่	ผู้ประกอบการ	ยอดโอนแนวราบทั้งหมด ปี 2550	ยูนิตที่ผลิตจากระบบอุตสาหกรรม	สัดส่วนที่ผลิตจากระบบอุตสาหกรรม	Structure System
1	พฤกษา เรียลเอสเตท	7,031	7,031	100%	Wall Bearing
2	แลนด์ แอนด์ เฮาส์	3,461	2,423	70%	Wall Bearing
3	แสนสิริ	1,905	857	45%	Wall Bearing/Skeleton
4	พร็อพเพอร์ตี้ เพอร์เฟค	1,052	92	9%	Wall Bearing/Skeleton
Total		14,842	10,403		

ที่มา : ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, อ้างถึงใน บริษัท พร็อพเพอร์ตี้ เพอร์เฟค จำกัด มหาชน, สถาบันวิจัยและพัฒนาธุรกิจ

จากตารางที่ 1-1 ข้างต้นจะพบว่าที่ผ่านมาระบบอุตสาหกรรมที่ใช้จะเป็น การก่อสร้างระบบเสา-คานและระบบผนังรับน้ำหนัก ที่ผลิตจากโรงงานเฉพาะในส่วนของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าก่อสร้างของชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับปริมาณงานทั้งหลังเป็นปริมาณเพียงร้อยละ 30-40 ทำให้การทำงานที่สถานที่ก่อสร้างยังมีสัดส่วนที่มากและใช้เวลานาน ทำให้ยังต้องใช้แรงงานจำนวนมากและต้องมีฝีมือ ซึ่งปัจจุบันปัญหาแรงงานที่มีฝีมือเริ่มลดน้อยลง และแรงงานต่างด้าวที่ไม่มีฝีมือเข้ามาแทนที่ทำให้คุณภาพของการก่อสร้างลดต่ำลง

[1] การวิจัยพฤติกรรมผู้บริโภค ในการตัดสินใจซื้อบ้าน โดย บริษัท Foresight Research จำกัด ,2543

ประกอบกับการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักนั้น ไม่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดพื้นที่การใช้งานภายในบ้านได้เพราะผนังทำหน้าที่รับน้ำหนักจึงไม่สามารถทุบผนังหรือย้ายตำแหน่งผนังได้

ปัจจุบันได้มีการนำระบบก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นด้วยระบบโครงสร้างเสา-คาน เหล็กสำเร็จรูป ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างผู้ประกอบการของประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น มาก่อสร้างในประเทศไทย ซึ่งโครงสร้างหลักเป็นเหล็กรูปพรรณไม่ใช่คอนกรีตเสริมเหล็กและกระบวนการก่อสร้างส่วนใหญ่จะประกอบที่โรงงาน ถึงร้อยละ 80 แล้วนำมาติดตั้งที่หน้างาน ทำให้ใช้ระยะเวลาก่อสร้างเพียง 4 เดือน นับตั้งแต่เริ่มผลิตที่โรงงานจนติดตั้งแล้วเสร็จพร้อมเข้าอยู่ สามารถประกอบโครงสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น แล้วเสร็จ ภายใน 2 วันเท่านั้น และยังสามารถควบคุมคุณภาพได้เป็นอย่างดีช่วยลดปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมืออีกด้วย และเนื่องจากผนังใช้วัสดุสมาร์ทบอร์ด ไม่ได้ทำหน้าที่รับน้ำหนักอาคารเหมือนกับระบบผนังรับน้ำหนักที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก จึงสามารถเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านได้ซึ่งแตกต่างจากระบบสำเร็จรูปที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่สามารถทุบผนังได้

ดังนั้นระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป จึงเป็นทางเลือกหนึ่งของระบบก่อสร้างที่น่าสนใจศึกษา โดยที่ผู้วิจัยสนใจประเด็น กระบวนการก่อสร้าง และเปรียบเทียบ ต้นทุน ระยะเวลา รวมถึงข้อดี ข้อเสียหรือข้อจำกัด กับการก่อสร้างระบบเดิม ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการและผู้สนใจ นำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกระบบการก่อสร้างที่เหมาะสมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วย ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

2.เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาและต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วย ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม

3.เพื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย ของการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการวิจัยด้านเนื้อหาและด้านกลุ่มประชากรดังนี้

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็นดังนี้

1.ทำการศึกษา กระบวนการก่อสร้าง โดยศึกษาจากการสังเกตการณ์ ถ่ายรูป การจดบันทึกและการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมการก่อนทำการก่อสร้าง ขั้นตอนการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มจนแล้วเสร็จ

2. ทำการศึกษาต้นทุนและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากเอกสารทางโครงการและการสังเกตการณ์ ถ่ายรูป การจดบันทึกและการสัมภาษณ์

3. ทำการศึกษา ข้อดีและข้อเสีย ในการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิมโดยการสัมภาษณ์ ผู้ที่เกี่ยวข้อง และสังเกตการณ์

1.3.2 ขอบเขตด้านกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากร คือ โครงการก่อสร้างบ้านเดี่ยวของบริษัทเอกชนที่มีชื่อเสียงด้านการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ ซึ่งที่มีการก่อสร้างทั้งระบบเดิม และระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ภายในโครงการเดียว

กลุ่มตัวอย่าง ทำการศึกษาเปรียบเทียบ แบบบ้านระบบเดิม 2 แบบและระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป 2 แบบ ที่มีพื้นใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

1.4.1.เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับแบบบ้าน และต้นทุนค่าก่อสร้างได้ ทำให้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ต้นทุนจากราคาขายและราคาต้นทุนที่ดิน ซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ แต่เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างด้านต้นทุนเท่านั้น

1.4.2 เนื่องจากแบบบ้านที่ผู้วิจัยนำมาเปรียบเทียบเป็นบ้านที่มีพื้นที่ใช้สอยใกล้เคียงกัน แต่เป็นแบบบ้านมีความแตกต่างกัน ทั้งด้านรายละเอียดของวัสดุ และก่อสร้างด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ไม่ได้เป็นการนำแบบบ้านระบบเดิมมาปรับเปลี่ยนวิธีการก่อสร้าง ดังนั้นการเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความแตกต่างเท่านั้นไม่สามารถสรุปได้ว่าระบบใดมีความเหมาะสมมากกว่ากัน

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.การก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม[2] (Industrialized Building) คือการเปลี่ยนแปลงอันใดอันหนึ่งในกรรมวิธีของการก่อสร้างอาคาร (Building Process) เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการด้านเศรษฐกิจและสังคม

---

[2] ชวลิต นิตยะ, " Industrailized Building" เอกสารประกอบการสอน Housing Construction Technologh.(ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548),หน้า 7

2.ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป (prefabrication) หมายถึง อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก เพื่อการก่อสร้างโดยอาศัยเครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์ ยกสำหรับปฏิบัติงาน

3.ระบบโครงสร้างเสา-คาน สำเร็จรูป (skeleton frame or column and beam) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักลงบนคาน ส่งผ่านน้ำหนักไปยังเสาและลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในระบบจะเน้นโครงสร้างคานและเสาเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4.ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป (box frame structure unit) เป็นลักษณะโครงสร้างที่ใช้เหล็กรูปพรรณ เป็นเสา คาน ประกอบกันด้วยการเชื่อมเป็นโครงสร้างสี่เหลี่ยม 3 มิติ

5.การก่อสร้างระบบเดิม (conventional System)[3] คือ การก่อสร้างระบบที่มีเสา และคานเป็นโครงสร้างในการรับน้ำหนัก โดยทำการหล่อโครงสร้างอยู่กับที่ ผนังก่ออิฐ ฉาบปูนเรียบ

6.ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (precast concrete)[2] หมายถึง การหล่อชิ้นส่วนงานก่อสร้างในสถานที่ใดๆก่อนแล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้างอาคาร

7.ผนังรับน้ำหนัก (load bearing wall)[4] หมายถึง ผนังที่ใช้เป็นตัวโครงสร้างรับน้ำหนักของอาคารในการศึกษาครั้งนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะผนังรับน้ำหนักที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วย ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม มีรายละเอียดดังนี้

1. ทำการออกแบบการวิจัย โดยคัดเลือกโครงการที่จะทำการศึกษาและเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

2. การรวบรวมข้อมูล

2.1 ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลกระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วย ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป โดยใช้วิธีการสังเกต การถ่ายภาพ การจดบันทึกและการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ โดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วย ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม ทำการ

---

[3] โสภณ แสงไพโรจน์, “การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม”,เอกสารประกอบการอบรมระบบประสานทางพิกัด.สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย,หน้า 5

[4] Gmbh,Wiesbaden and Berlin, Precast Concrete,3rd ed.(USA:Michigan, 1968)

เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ ตำรา รายงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การดูงาน การฟังสัมมนาวิชาการ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการวิเคราะห์ผลและประมวลผล เพื่อบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เพื่อให้ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ ใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น

2.เพื่อเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้กับนักเรียน นักศึกษา หรือสถาบันการศึกษา ที่สนใจศึกษาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษา แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 พัฒนาการของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมในประเทศไทย[1]

การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติได้สร้างงานก่อสร้างโครงการด้านสาธารณูปโภคและที่อยู่อาศัยให้กับอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง ความต้องการใช้วัสดุก่อสร้างมีมากขึ้น พัฒนาการของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมจึงเริ่มขึ้นจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร เช่น เสาเข็ม แผ่นพื้น คาน ท่อน้ำ เป็นต้น ในโรงงานอุตสาหกรรม แล้วส่งมาประกอบหรือใช้งานที่หน้างานก่อสร้างแทนการเทคอนกรีตในที่ การผลิตชิ้นส่วนมาตรฐานที่เหมือนกันจำนวนมากสำหรับใช้หลายโครงการส่งผลให้ราคาต้นทุนโดยรวมถูกลงกว่าการก่อสร้างในที่ที่หน้างานและลดระยะเวลาก่อสร้าง โครงสร้างของงานสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น สะพาน ทางด่วนยกระดับ ได้มีการออกแบบให้ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานเป็นมาตรฐานแพร่หลายมานานนับ 25-30 ปีแล้ว เนื่องจากลักษณะโครงสร้างมีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน และคล้ายกันจำนวนมาก แต่ในทางตรงกันข้ามโครงสร้างของงานอาคารและที่อยู่อาศัย ซึ่งออกแบบให้ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานมาประกอบเป็นอาคารกลับมีจำนวนน้อยไม่แพร่หลาย ใช้กันในวงแคบ เนื่องจากโครงสร้างมีความซับซ้อนมากขึ้น และสถาปนิก-วิศวกรผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์และความชำนาญยังมีน้อย

การเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศอย่างรวดเร็วในระหว่างปี พ.ศ.2530-2539 ทำให้เกิดปัญหาหลายประการซึ่งส่งผลให้เกิดความต้องการพัฒนาการก่อสร้างอาคารและที่อยู่อาศัยในระบบอุตสาหกรรมที่เรียกกันทั่วไปว่าระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป ได้แก่

1. มีความต้องการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยจำนวนมาก 200-1,000 หน่วย ในแต่ละโครงการ

2. มีการขาดแคลนวัสดุก่อสร้าง เช่น ไม้ ซีเมนต์ หิน ทราย คอนกรีต และแรงงานฝีมือ

---

[1] ประพัฒน์ ตันติประภา,"การวางแผนงานก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป" เอกสารการสอนชุดวิชา : การวางแผนงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2542.หน้า 204

3. ผลผลิต (Productivity) ของแรงงานก่อสร้างลดลง ขณะที่ค่าแรงสูงขึ้น และปริมาณแรงงานที่หาได้ในตลาดแปรเปลี่ยนตามฤดูกาล ทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างโดยรวมสูงขึ้น

4. มีความต้องการใช้อาคารสถานที่เร็วกว่าแต่ก่อนทำให้ระยะเวลาก่อสร้างลดลงและการส่งมอบงานตรงต่อเวลามีความสำคัญมากขึ้น

ขณะเดียวกันก็มีปัจจัยเกื้อหนุนบางประการที่ทำให้เกิดการทดลองและพัฒนาระบบก่อสร้างสำเร็จรูป การก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยอย่างเป็นรูปธรรมและแพร่หลายมากขึ้นในระยะเ 5 ปี ที่ผ่านมาได้แก่

1. ชิ้นส่วนก่อสร้างที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมมีมาตรฐานมากขึ้น เช่น การมีมาตฐานทางอุตสาหกรรม (มอก.) ของวัสดุก่อสร้าง และจำนวนโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนมีมากขึ้น

2. มีความต้องการคุณภาพที่ควบคุมได้ในการแข่งขันทางธุกิจของภาคอสังหาริมทรัพย์ที่ต้องการก่อสร้างปริมาณมากในเวลาที่รวดเร็ว

3.มีการลงทุนจ้างออกแบบและการซื้อเทคโนโลยีการผลิตและติดตั้งระบบก่อสร้างสำเร็จรูปจากต่างประเทศและมีการพัฒนาความชำนาญของวิศวกรผู้ออกแบบระบบสำเร็จรูปในประเทศมากขึ้นตามความต้องการของตลาด

4. หาเช่าหรือซื้อเครื่องจักรในประเทศสำหรับใช้งานก่อสร้างติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น รถเครน ได้ง่ายขึ้น

5.มีการนำเข้าวัสดุก่อสร้างจำเป็นและหาซื้อได้ง่าย เช่น วัสดุกันซึมโพลียูรีเทรน (poly-urethane) วัสดุอุดช่องว่าง (grouting mortar) เป็นต้น

2.2 แนวคิดในการออกแบบระบบก่อสร้างสำเร็จรูป

การออกแบบระบบก่อสร้างสำเร็จรูปในที่นี้จะมุ่งประเด็นไปที่ลักษณะการออกแบบสำหรับระบบการก่อสร้างโดยชิ้นส่วนที่ผลิตสำเร็จรูปมาสร้างประกอบ การออกแบบระบบก่อสร้างสำเร็จรูปจะแตกต่างจากระบบก่อสร้างเดิม โดยมีแนวคิดสำคัญที่ต้องพิจารณาหลายประการคือ

1.การออกแบบเป็นระบบย้อนกลับ โดยเลือกชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่จะใช้งานเป็นหลักก่อนนำมาประกอบเป็นระบบหลัก แล้วจึงคำนวณความแข็งแรง

2. ขั้นตอนการออกแบบ ประกอบด้วยการจัดวางผังขั้นต้น (schematic layout) การคำนวณออกแบบ (design calculation) การเขียนแบบผังโครงสร้าง (layout drawings) การจัดลำดับชิ้นส่วนที่จะใช้งานติดตั้ง (element scheduling) และการออกแบบรายละเอียดชิ้นส่วนเพื่อผลิต (production details)

3.การกำหนดรูปแบบมาตรฐานของชิ้นส่วน (Element standard forms) โดยรวม แต่ยังไม่ต้องกำหนดขนาดมิติที่แท้จริง (ส่วนใหญ่ผลิตให้ผู้ผลิตจัดทำรายละเอียด)

4.การจัดผนังภายนอก (facades) ควรแยกให้ส่วนอิสระจากโครงสร้างหลักเพื่อความสะดวกในการปรับเปลี่ยนรูปร่างหน้าตาของอาคาร

5.การจัดลำดับชิ้นส่วนที่จะใช้งานติดตั้ง(Element scheduling) ผู้ออกแบบควรสรุปจำนวนชิ้นส่วนแต่ละประเภทที่จะต้องผลิตพร้อมผังโครงสร้างแบบ conceptual design (ถ้ามี) และข้อกำหนดทางเทคนิค ส่งมอบให้ผู้ผลิตจัดทำแบบรายละเอียด (Production details) แผนส่งมอบชิ้นส่วน (delivery schedules) พร้อมราคา (costs) เพื่อนำเสนอทีมจัดการบริหารงานก่อสร้างต่อไป

6.การจัดวางผังโครงสร้าง ควรพิจารณาถึงการจัดให้มีสิ่งต่อไปนี้

ความซ้ำหรือเหมือนกัน (repetition) ของหน้าตัด (cross section) ช่วงความยาว (span) ช่วงความกว้าง (width) และความสูง (height) ของชิ้นส่วนทั้งอาคาร

ความเหมือนกันในผังอาคาร (modular coordination) เช่น การกำหนดกริดของเสาเป็น 4 เมตร x 6 เมตร พื้นวางพาดในทิศทางเดียวกัน โดยตลอดอาคาร

การเป็นมาตรฐานเดียวกัน (standardization) ในการออกแบบส่วนรายละเอียด (details) หน้าตัด (cross section) รอยต่อ (connections) ระบบโครงสร้าง (structural systems)

การใช้งานได้หลายรูปแบบ (versatility and wide applicability)

7.การออกแบบรายละเอียดของชิ้นส่วน จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ของวิศวกรผู้ผลิต หรือผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ในงานโครงสร้างสำเร็จรูปอย่างแท้จริง (ยังมีน้อยในประเทศ) ซึ่งการออกแบบระดับนี้ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

ข้อบัญญัติและมาตรฐาน (code & standard) ของการออกแบบ

การเลือกขนาดชิ้นส่วนให้มีขนาดความกว้าง ยาว มีน้ำหนัก และจำนวนจุดต่อที่เหมาะสมกับวิธีก่อสร้างติดตั้งการผลิตและการขนส่ง เช่น ความสูงของแผ่นผนังไม่ควรเกิน 3.15 เมตร เมื่อวางบนหลังรถเทรลเลอร์แล้วความสูงไม่เกิน 4.50 เมตร ซึ่งเป็นข้อจำกัดของกรมทางหลวง น้ำหนักชิ้นส่วนไม่ควรเกิน 4.50 ตัน สำหรับรถเครนติดตั้งขนาด 25 ตัน ระยะยกไม่เกิน 10 เมตร เป็นต้น

วิธีการผลิต ระบบแบบผลิต การถอดแบบ การประกอบแบบ รอยต่อคอนกรีต ลบมุม (chamfer) ชิ้นส่วน การยกชิ้นส่วน การกองเก็บ และการขนส่ง

การควบคุมมาตรฐาน ขนาดมิติ คุณภาพคอนกรีต คุณภาพผิวงาน ความคลาดเคลื่อน ตำแหน่งช่องเปิดแผ่นฝังและจุดต่อต่างๆ

สมรรถนะเครื่องจักรที่จะใช้ และสภาพการเข้าถึงตำแหน่งติดตั้งที่หน้างานก่อสร้าง

การออกแบบรอยต่อ (connections)ที่ดี

ความประหยัดของระบบในภาพรวม (overall economy) ทั้งเชิงวัสดุ แบบผลิต วิธีผลิต วิธีประกอบติดตั้ง มิใช่ความประหยัดเฉพาะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

8.**การออกแบบรอยต่อ (connections) ที่ดี** เป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จของระบบก่อสร้างไม่น้อยไปกว่าการเลือกระบบก่อสร้างที่เหมาะสม ในการออกแบบรอยต่อมีปัจจัยพิจารณา คือ

ความแข็งแรง (strength)

ช่องไฟ (clearance) สำหรับการขยับตัวเนื่องจากการแอ่นตัวและอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง และสำหรับการติดตั้ง

ความทนทานการสึกกร่อน (durability) และการป้องกันไฟ (fire resistance) โดยกำหนดความหนาคอนกรีตที่หุ้มเหล็ก (covering) ให้เพียงพอ

การรับน้ำหนักบรรทุกขณะติดตั้ง และขณะใช้งาน

ความสะดวกในการผลิต (fabrication simplicity) โดยหลีกเลี่ยงการต่อกันมากกว่า 1 ทิศทาง หลีกเลี่ยงการต้องเจาะแบบหล่อ จัดสิ่งที่ต้องฝังในชิ้นงานให้น้อยที่สุด ใช้ชิ้นงานมาตรฐานเดียวกันหรือซ้ำกัน จัดทำรายละเอียดชัดเจนและง่ายที่สุด เพื่อกันผิดพลาด (fool-proof details) เลี่ยงรอยต่อประเภทที่ถอดแบบยาก

หลีกเลี่ยงรอยต่อที่ต้องใช้วัสดุหนัก ๆ เป็นส่วนประกอบ โดยเฉพาะในที่สูง

ชิ้นส่วนวางแล้วมีเสถียรภาพ รอยต่อต่อแล้วโครงสร้างมีเสถียรภาพ (stability) รอยต่อสวมเข้ากันง่าย ขนาดรอยต่อเหมือนกัน รอยต่อคงทนต่อสภาพอากาศ รอยต่อมาสร้างภาระในการหิ้วยก และรอยต่อควรถูกสลับข้างได้

ความสะดวกในการขนส่ง ความประหยัดในการผลิต และความสวยงามก็มีความสำคัญเช่นกัน

9.**การออกแบบต้องจัดลำดับการวางติดตั้งชิ้นส่วนให้โครงสร้างมีเสถียรภาพ** (Structural stability) **ในขณะติดตั้งและจัดให้มีการเชื่อมยึดชิ้นส่วนโครงสร้างเข้าเป็นระบบเดียวกัน** (structural integrity) เพื่อความแข็งแรงในการรับแรงด้านข้าง

แนวคิดข้างต้นแสดงถึงรายละเอียดสำคัญที่ต้องพิจารณาในการออกแบบระบบก่อสร้างสำเร็จรูปให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้ออกแบบและผู้บริหารงานก่อสร้างไม่ควรละเลย หากยังไม่เคยผ่านประสบการณ์ออกแบบและควบคุมการสร้างติดตั้งระบบสำเร็จรูปมาก่อน

2.3 แนวคิดในการเลือกใช้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป

การตัดสินใจเลือกวิธีการก่อสร้างสำหรับโครงการว่าควรใช้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปทั้งหมดหรือบางส่วนหรือไม่ควรใช้สามารถกระทำได้โดยการพิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของระบบก่อสร้างสำเร็จรูปที่เลือกเทียบกับระบบก่อสร้างอื่น โดยทั่วไปแล้วส่วนฐานราก ตอม่อ คานชั้นล่างมักเป็นระบบเทในที่ ส่วนหลังคาจะเป็นระบบโครงสร้างเบา เช่น ไม้ เหล็ก หรือโครงถักเหล็ก โครงสร้างเหนือดินส่วนใหญ่สามารถออกแบบเป็นระบบก่อสร้างสำเร็จรูปได้

ข้อดีของระบบสำเร็จรูป

ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปมีข้อดีหลายประการคือ

1.ความเร็วของการก่อสร้าง เป็นจุดแข็งที่สุดของระบบก่อสร้างสำเร็จรูป และเป็นปัจจัยตัดสินใจหลักในโครงการที่เลือกใช้ระบบลักษณะนี้ ความเร็วไม่ได้อยู่ที่การติดตั้งเร็ว แต่อยู่ที่การสร้างงานคู่ขนานขณะที่งานบางส่วน เช่น ฐานราก-ตอม่อ กำลังดำเนินการที่หน่วยงานก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปก็มีการผลิตที่โรงงานในขณะเดียวกัน การวางแผนการผลิต จัดส่งและติดตั้งอย่างสอดคล้องเป็นระบบ จึงมีความสำคัญมากต่อความเร็วของการก่อสร้าง นอกจากนี้งานก่อสร้างในอาคารบางแห่ง ซึ่งสร้างติดตั้งส่วนล่างแล้วเสร็จเพื่อใช้งาน แต่งานก่อสร้างส่วนบนยังคงมีงานสร้างประกอบติดตั้งต่อไปด้วยระบบสำเร็จรูป ซึ่งเมื่อคำนวณดอกเบี้ยที่ประหยัดได้ในโครงการที่สร้างเสร็จเร็วขึ้น 6 เดือน จะพบว่าให้ผลคุ้มค่าเชิงลงทุนมาก

2.การใช้วัสดุอย่างคุ้มค่า การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงานทำให้สามารถออกแบบใช้แบบหล่อได้อย่างคุ้มค่าและใช้กำลังวัสดุได้เต็มพิกัด ทั้งคอนกรีต เหล็กเสริม ลวดอัดแรง เพราะอยู่ในสภาพที่ควบคุมคุณภาพและจำกัดความสูญเสียได้ดี

3.สภาพผิวของชิ้นงาน โดยปกติจะสวยงามและสม่ำเสมอกว่าผิวของชิ้นส่วนที่หล่อในที่ในราคาที่ประหยัดกว่า

4.การประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนในโรงงาน หรือสายการผลิตจะมีระบบและมีการควบคุมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแนวโน้มคุณภาพของชิ้นส่วนที่ได้จากการก่อสร้างในที่ที่หน้างาน

ข้อจำกัดของระบบก่อสร้างสำเร็จรูป

จากข้อดีข้างต้น ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปก็มีข้อจำกัดหลายประการ ซึ่งต้องพิจารณาเตรียมการก่อนเลือกใช้ให้เหมาะสม เพราะหากเลือกใช้ไม่เหมาะสมข้อจำกัดเหล่านี้อาจกลายเป็นข้อเสียได้ ข้อจำกัดต่างๆที่ควรพิจารณาคือ

1.ต้องเลือกผู้ออกแบบ ผู้ผลิต ผู้วางแผนควบคุมงานและผู้รับเหมาติดตั้งที่ชำนาญในระบบสำเร็จรูปจริง

2. เจ้าของงานต้องเข้าใจ และยอมรับในระบบก่อสร้างสำเร็จรูป

3.โครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับระบบสำเร็จรูปควรจะมีลักษณะซ้ำกันหรือคล้ายกันจำนวนมาก เพื่อใช้แบบหล่อได้คุ้มค่า และใช้กรงเหล็กเสริมหรือชุดลวดอัดแรงที่ผลิตหรือจัดพร้อมกันได้ คำว่า “ซ้ำกัน”ไม่จำเป็นต้องเหมือนกันจริงๆ แต่ทว่ามีขนาดมาตรฐาน เช่น หน้าตัดเท่ากัน เป็นต้น ระบบนี้ไม่เหมาะกับรูปแบบชิ้นส่วนที่แตกต่างกันมากและมีความหลากหลายไม่มาตรฐาน

4.ระบบโครงสร้างต้องถูกออกแบบเตรียมการไว้เป็นระบบสำเร็จรูป การตัดสินใจใช้ระบบนี้แทนแบบก่อสร้างทั่วไปจะส่งผลให้ต้นทุนสูงขึ้น

5.กำหนดลักษณะรอยต่อได้โดยไม่ถูกบังคับ เพราะระบบนี้มีความคลาดเคลื่อนในขนาดมิติของชิ้นส่วนงานจากขนาดที่กำหนดในแบบ และจำต้องมีการตกลงความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการติดตั้งกับผู้ผลิตชิ้นงานตั้งแต่เริ่มต้นงาน รอยต่อชิ้นส่วนงานควรจัดไว้ในตำแหน่งที่สร้างติดตั้งง่ายและเมื่อต่อประกอบแล้วโครงสร้างมีเสถียรภาพ รอยต่อที่ดีควรมีลักษณะไม่ซับซ้อนและผลิตได้ง่าย

6. ควรหลีกเลี่ยงการมีช่องเปิดและสิ่งฝังในชิ้นส่วน เช่น กล่อง และท่อไฟฟ้า วงกบประตูหรือหน้าต่างโดยไม่จำเป็น สิ่งเหล่านี้เพิ่มข้อจำกัดและสร้างอุปสรรในการติดตั้ง เช่น ถ้าติดตั้งผิดแนว หรือวางคลาดเคลื่อนก็ต้องแก้ไข ทำให้ช้าและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก และยังเพิ่มความซับซ้อนในขั้นตอนการผลิตด้วย ซึ่งหากความสามารถในการควบคุมคุณภาพของผู้ผลิตไม่เพียงพอ ควรหลีกเลี่ยง

7.พื้นที่หน้างานต้องเอื้ออำนวยให้เครื่องจักรหนัก เช่น รถเครน และรถเทรลเล่อร์ขนส่งชิ้นส่วนเข้าถึงและกองเก็บชิ้นส่วนได้ ลำดับขั้นตอนการผลิตตั้งและการเข้าถึงพื้นที่ก่อสร้างจะกำหนดขนาดสมรรถนะสูงสุดของเครนยกซึ่งจำเป็นต้องศึกษาวางแผนก่อนการออกแบบชิ้นส่วนขั้นรายละเอียด การใช้เครนสมรรถนะสูงอาจทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างในระบบนี้สูงขึ้น

8.ระยะการขนส่งและการเข้าถึงบริเวณเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องวางแผนติดตั้ง การขนส่งปกติใช้รถบรรทุกหรือรถเทรลเล่อร์ โดยระยะทางขนส่งไม่ควรไกลเกินไป ควรอยู่ระหว่าง 100-200 กิโลเมตร ขึ้นกับชนิดของชิ้นงาน เส้นทางขนส่ง การเดินทาง

9.ความสูงของโครงสร้างไม่มากเกินไป จนเกินสมรรถนะอุปกรณ์ และเทคนิคการก่อสร้างที่หาได้ เช่น รถเครนล้อยางติดตั้งได้สูง 15-20 เมตร เป็นต้น

10.ราคาระบบก่อสร้างสำเร็จรูปปกติจะต้นทุนสูงหากไม่ได้ออกแบบเป็นระบบนี้แต่แรก การตัดสินใจจึงควรประเมินความคุ้มกับเวลาและคุณภาพที่คาดไว้

2.4 อุปสรรคในการพัฒนาระบบก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารเป็นระบบอุตสาหกรรม

แม้การทดลองและพัฒนาใช้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปในอาคารทั่วไปและอาคารพักอาศัยจะมีมากขึ้น แต่การพัฒนาเป็นการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมเต็มรูปแบบและใช้งานอย่างแพร่หลายยังคงมีอุปสรรคหลายประการ ได้แก่

1.ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมในการออกแบบ และการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำคัญบางประเภท เช่น ผนัง คาน ไม่มีมาตรฐานของระบบก่อสร้างสำเร็จรูป ตลอดจนไม่มีข้อกำหนดทางเทคนิควิศวกรรมเพื่อควบคุมคุณภาพและความปลอยภัยสำหรับอ้างอิงในประเทศ

2.ผู้ออกแบบและทีมที่ปรึกษาควบคุมงานในประเทศที่มีความเข้าใจและชำนาญในระบบก่อสร้างลักษณะนี้ยังมีน้อย

3.เจ้าของโครงการขาดความเข้าใจในการว่าจ้างและเลือกใช้งานระบบนี้อย่างเหมาะสมคุ้มค่าและมีประสิทธิผล

4.โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนทั่วไปในตลาดส่วนใหญ่ยังขาดวิศวกรออกแบบผู้ชำนาญงานในการออกแบบระบบสำเร็จรูป ยกเว้นผู้ผลิตที่ร่วมทุนกับต่างประเทศหรือซื้อเทคโนโลยีของต่างประเทศ

5.เจ้าของโรงงานส่วนใหญ่สนใจในเทคนิคและเครื่องมือผลิต แต่ไม่ให้ความสำคัญแนวทางการออกแบบชิ้นส่วนโดยละเอียด

6.ความละเอียดในการผลิตของโรงงานทั่วไปยังไม่ได้มาตรฐานสากล

7.แรงงานประกอบติดตั้งส่วนใหญ่ไม่มีความรู้และความละเอียด ละเลยวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องและปลอดภัย จำต้องมีการฝึกอบรมและควบคุมอย่างเคร่งครัด

อุปสรรคข้างต้นส่วนใหญ่เกิดจากการไม่คุ้นเคยและขาดประสบการณ์ในระบบนี้ ข้อสำคัญที่สุดที่ควรได้รับการเตรียมการเพื่อพัฒนาระบบนี้ได้อย่างยั่งยืนและต่อเนื่องคือ การอบรมวิศวกรผู้ออกแบบ ทีมที่ปรึกษาและผู้ควบคุมงาน ให้มีความรู้และความเข้าใจในกระบวนการ

เกี่ยวกับระบบก่อสร้างสำเร็จรูปของอาคารอย่างดีและถูกต้อง ในขณะเดียวกันหากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องปรับทัศนคติที่มีต่อระบบก่อสร้างสำเร็จรูปใหม่ให้ถูกต้องแล้ว ตามตารางที่ 2-1 ระบบก่อสร้างนี้ก็จะมีการพัฒนาใช้งานอย่างแพร่หลายต่อไป

ตารางที่ 2-1 ทัศนคติเดิมและทัศนคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับระบบก่อสร้างสำเร็จรูป

	ทัศนคติเดิม	**ทัศนคติที่ถูกต้อง**
1.ราคา	-ระบบสำเร็จรูปราคาถูกกว่าระบบหล่อในที่	-ระบบสำเร็จรูปไม่ถูกกว่าระบบหล่อในที่ แต่คุณภาพโดยรวมและรวดเร็วสูงกว่าระบบหล่อในที่ -ระบบสำเร็จรูปอาจถูกกว่าระบบหล่อในที่ ถ้าหากมีการออกแบบรูปแบบองค์อาคารให้เหมาะสมที่จะเป็นระบบสำเร็จรูป
2.ข้อจำกัด	-ระบบสำเร็จรูปมีข้อจำกัดมากไม่คล่องตัวในการเลือกรูปแบบต่างๆ	-ระบบสำเร็จรูปต้องการแนวทางการออกแบบที่เป็นระบบประสานพิกัด Modular มีความซ้ำหรือความคล้ายเพื่อสะดวกในการผลิตและประกอบติดตั้งและมีรอยต่อที่ประกอบเข้ากันได้ง่ายวิศวกรผู้ชำนาญสามารถออกแบบได้ได้ติดข้อจำกัดน้อยมาก
3.คุณภาพผิวงาน	-ระบบหล่อในที่เก็บฉาบผิวได้เรียบร้อยดีกว่าระบบสำเร็จรูป	-ระบบสำเร็จรูปมีรูปแบบที่แน่นอนได้คุณภาพสม่ำเสมอ เพราะผิวงานแกะจากแบบหล่ออย่างดี ซึ่งคุณาภาพเฉลี่ยดีกว่าฝีมือฉาบของแรงงานมาก
4.ความเร็วก่อสร้าง	-ระบบสำเร็จรูปควรสร้างเร็วกว่าระบบหล่อในที่	-การประกอบติดตั้งระบบสำเร็จรูปเร็วกว่าการก่อสร้างโดยหล่อในที่ แต่ระบบการผลิตและออกแบบก่อนติดตั้ง 1-2 เดือน พร้อมการวางแผนผลิตชิ้นส่วนล่วงหน้า

	ทัศนคติเดิม	ทัศนคติที่ถูกต้อง
		-กรณีงานมีชิ้นส่วนซ้ำกันมาก ก็จะได้เปรียบระยะเวลา -กรณีงานมีชิ้นส่วนหลากหลาย ก็จะไม่ได้เปรียบเรื่องระยะเวลา
5.การตัดสินใจใช้งาน	-ให้สถาปนิก-วิศวกรรออกแบบระบบก่อสร้างปกติเพื่อคิดค่าก่อสร้างก่อนแล้วให้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปเสนอราคาเปรียบเทียบ -พิจารณาเทียบราคาระบบก่อสร้างสำเร็จรูปกับระบบหล่อในที่ว่าระบบใดราคาถูกกว่ากัน โดยใช้แบบก่อสร้างระบบหล่อในที่เป็นฐานวัด	-ควรพิจารณาตัดสินใจเลือกระบบตั้งแต่เริ่มออกแบบโครงการ -ให้วิศวกรผู้ผลิตมีโอกาสวางผังแบบโครงสร้างร่วมกับสถาปนิกจะได้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปที่มีประสิทธิภาพและประหยัด -การเทียบราคาควรเทียบจากค่าก่อสร้างในรูปแบบระบบสำเร็จรูป ซึ่งได้รับการออกแบบโดยผู้ชำนาญกับระบบหล่อในที่แบบปกติ

2.5 ประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและระบบโครงสร้างสำเร็จรูปในอาคาร

1.ประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ ชิ้นส่วนย่อยขององค์ประกอบโครงสร้างอาคารต่างๆ ซึ่งผลิตสำเร็จจากโรงงาน ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้และรู้จักกันแพร่หลายในปัจจุบัน แบ่งเป็น

1.1 ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced concrete elements) เช่น เสาเข็มหกเหลี่ยมกลวง ฐานราก สะพาน คาน เสาอาคาร บันได ท่อระบายน้ำกลม ท่อระบายน้ำสี่เหลี่ยม แผ่นผนังอาคาร แผ่นผนังกันตกของสะพาน เป็นต้น

1.2 ชิ้นส่วนคอนกรีตอัดแรง (prestressed concrete elements) เช่น เสาเข็มตัวไอ เสาเข็มสี่เหลี่ยมตัน หรือเสาเข็มสี่เหลี่ยมกลวง เสาเข็มกลมกลวง เสาเข็มสปัน คานสะพานรูปตัวไอ ตัวซี ตัวที รูปกล่อง พื้นสำเร็จรูป เป็นต้น

1.3 ชิ้นส่วนเหล็กโครงสร้าง (structural steel elements) เช่น เสา-คานอาคาร แผ่นเหล็กลอนพับ (corrugate steel deck) เสา-คานสะพาน เสา-คานโรงงาน จั่วหลังคาโรงงาน (roof truss) โครงค้ำยัน (bracing) พื้นตะแกรงเหล็ก (steel grating floor)

2 ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปในอาคาร

ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปพื้นฐานที่สำคัญในอาคาร ประกอบด้วย ระบบโครงสร้างเสา-คาน (frame and skeleton system) ระบบผนังรับแรง(bearing wall system) ระบบโครงสร้างหลังคา (roof structures) ระบบเซล (cell systems) และชิ้นส่วนโครงสร้างสำคัญ ได้แก่ แผ่นผนังภายนอก (facades) แผ่นพื้นสำเร็จรูป(floors)

2.1 ระบบโครงสร้างเสา-คาน (frame and skeleton system) ระบบนี้เหมาะกับโครงสร้างอาคารเกือบทุกประเภทที่ต้องการความยืดหยุ่น (flexibility) ในการจัดช่วงเสา (span) ช่วงเสาของโครงอาคารในระบบนี้ใช้ระยะห่างได้ซึ่งเหมาะสมกับอาคารโรงงาน อาคารสรรพสินค้า อาคารที่จอดรถ ยิมเนเซียม และอาคารสำนักงาน แม้กระทั่งอาคารที่พักอาศัย โครงเสา-คาน ถูกจัดให้ลงตัวกับระบบเครื่องกลไฟฟ้าตำแหน่งผนังและความต้องการต่างๆ ได้ง่ายสุด หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคาน ก็คือการรับน้ำหนักจากพื้นลงสู่คานจากคานลงสู่น้ำหนักลงสู่เสา

ภาพที่ 2-1 โครงสร้างเสา-คาน อาคารที่จอดรถและที่อยู่อาศัย

2.2 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall)[2]

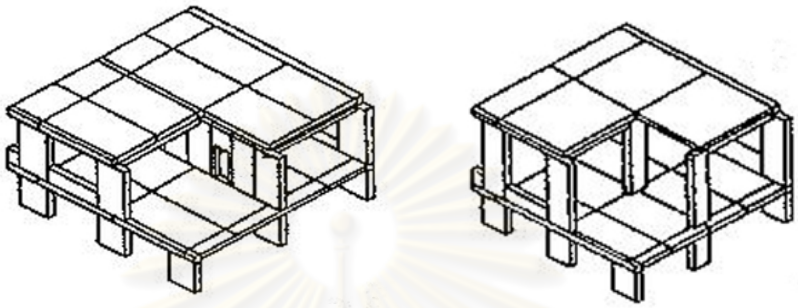
ระบบนี้ส่วนใหญ่เป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือการถ่ายเทแรงจากพื้นลงสู่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสา และคานไปพร้อมๆ กันด้วย นอกจากนี้แผ่นผนังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างที่สำคัญของอาคารในการต้านทางแรงลมได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างแบบเสาและคาน

---

[2] ไตรรัตน์ จารุทัศน์,“ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล,” (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535).

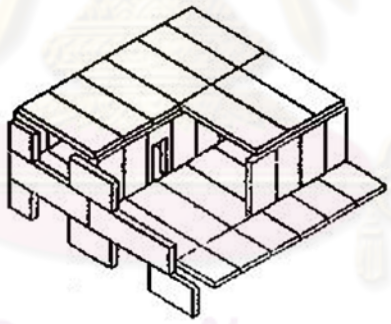
ระบบการวางผนังรับน้ำหนัก มี 3 วิธี คือ

1.ระบบการวางแนวผนังรับน้ำหนักไปในทิศทางแนวเดียวกับความยาวของอาคารเรียกว่า ระบบผนังตามยาว (long-wall system)



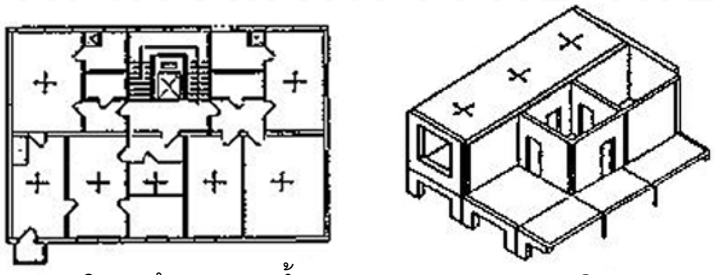
ภาพที่ 2-2 แสดงระบบโครงสร้างแบบผนังตามยาว(long-wall)

2.ระบบการวางแผ่นผนังรับน้ำหนักให้ขวางกับความยาวของอาคาร เรียกว่า ระบบผนังตามขวาง (cross-wall System)



ภาพที่ 2-3 แสดงระบบโครงสร้างรับน้ำหนักแบบผนังตามขวาง (cross-wall)

3.ระบบที่วางผนังรับน้ำหนักให้รับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว เรียกว่า ระบบผนังสองทิศทาง (two-way span system)



ภาพที่ 2-4 แสดงระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก แบบ ช่วงพาดสองทิศทาง (two-way span) ซึ่งเป็นอาคารพักอาศัยในประเทศโปแลนด์

ข้อดีอีกประการหนึ่งนอกจากจะได้ระบบพื้นที่ประหยัดแล้ว ก็คือ ระบบนี้จะเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าระบบอื่นๆ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอาคารที่เป็นโครงสร้างในทุกๆ แนว แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญก็คือ สถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบมากกว่าปกติ เช่น ไม่สามารถจะเปิดห้องติดต่อกันโดยตลอดได้ วิธีการแก้ไขปัญหาก็คือ จำเป็นจะต้องใช้ระบบเสาและคานเข้ามาใช้ประกอบด้วย ในส่วนที่ต้องการจะเปิดโล่ง

2.3 **ระบบเซล** (cell system)

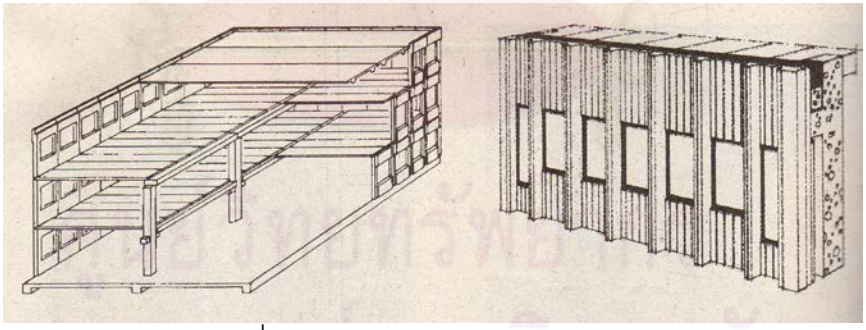
ระบบเซลสำเร็จรูปส่วนใหญ่ใช้ในบางส่วนของอาคาร เช่น ห้องน้ำ ห้องครัว หรือบางครั้งเป็นห้องพักทั้งห้องของโรงแรม หรืออพาร์ทเม้นท์ ปัจจุบันมีการผลิตชุดห้องน้ำสำเร็จรูปทั้งห้องโดยใช้ไฟเบอร์กลาสหรือคอนกรีตเป็นโครงสร้างผนัง พื้น อ่างอาบน้ำและสุขภัณฑ์ พร้อมใช้งานทันที หลังติดตั้งเข้าที่แล้ว ต่อเฉพาะท่อน้ำและระบบไฟฟ้าเข้ากับตำแหน่งจุดต่อเชื่อมที่หน้างาน (ภาพที่ 2-5) การก่อสร้างห้องพักทั้งห้องอาจใช้ระบบแบบเหล็กหรือแบบอลูมิเนียมสำเร็จรูป ซึ่งประกอบและถอดได้ง่ายเป็นชุดเสริมตะแกรงเหล็กแล้วเทคอนกรีตผนังห้องและพื้นชั้นบนพร้อมกันในที่ หลังจากถอดแบบออกมาและจะได้ห้องคล้ายตัวอักษร ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 2-6 โครงสร้างหลังคาเหล็กสำเร็จรูป

2.5 แผ่นผนังภายนอก (facades)

แผ่นผนังภายนอกเหมาะที่จะใช้ในอาคารทุกประเภท ผนังอาจถูกออกแบบเป็นผนังรับแรงหรือผนังปกติก็ได้ โครงสร้างที่ใช้ผนังภายนอกเป็นผนังรับแรงด้วยจะประหยัด เพราะผนังจะทำหน้าที่เป็นเสา คานและผนังรับแรงด้านข้างไปในตัว วัสดุผนังรับแรงมักจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก แผ่นผนังภายนอกปกติชนิดไม่รับแรงทางดิ่งมักนิยมใช้ร่วมกับโครงเสา-คาน วัสดุแผ่นผนังภายนอกอาจเป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก (ภาพที่ 2-7) หรือแผ่นเหล็กซุบสี (ไส้กลางเป็นแผ่นโฟม) หรือผนังตะแกรงเหล็กพ่นปูนทราย 2 ข้างไส้กลางเป็นแผ่นโฟม (polyethelene-mesh panel)



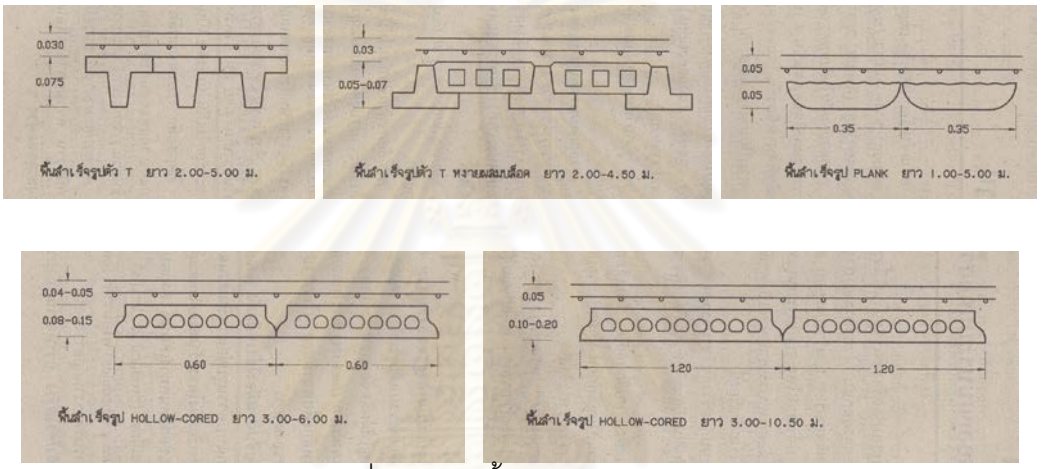
ภาพที่ 2-7 แผนผนัง คสล.ภายนอกอาคาร

2.6 พื้นสำเร็จรูป(precast floors)

ในโครงสร้างเสา-คานเหล็ก สำหรับอาคารสำนักงาน อาคารสรรพสินค้าระบบพื้นจะใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปอัดแรงวางระหว่างคานแล้วเทคอนกรีตทับหน้ายึด หรือใช้แผ่นเหล็กลอนพับ (corrugated steel deck) วางระหว่างคานแล้วเทคอนกรีตผสานยึด แต่สำหรับอาคารโรงงานแล้วระบบพื้นอาจใช้ตงเหล็ก (steel joist) และปูทับด้วยเหล็กแผ่นหน้าลาย(checkered plates)

ในโครงสร้างเสา-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือผนังรับแรง พื้นจะเป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูปอัดแรงวางพาดระหว่างคานแล้วเสริมตะแกรงเหล็กพร้อมเทคอนกรีตทับหน้า

แผ่นพื้นสำเร็จรูปที่แพร่หลายในตลาดปัจจุบันและเหมาะกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป(ภาพที่ 2-8) เป็นแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดแผ่นเรียบ (plank) กว้าง 0.35 เมตร ยาว 2.00-4.50 เมตร ชนิดแผ่นกลวง (hollow cored slab) หรือแผ่นรูปกล่อง (box cored slab) กว้าง 0.60-1.20 เมตร ยาว 3.00-10.00 เมตร นอกจากนี้ ยังมีแผ่นพื้นสำเร็จรูปตัวที (T) และทีคู่ (double-T) และพื้นสำเร็จรูประบบผสม (composite floor) ซึ่งประกอบด้วยตัวทีหงาย ความยาวไม่เกิน 4.00 เมตร เสริมด้วยบล็อคพื้นวางระหว่างตง แล้วเสริมตะแกรงเหล็กและเทคอนกรีตทับหน้า



ภาพที่ 2-8 แผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดต่างๆ

2.6 พัฒนาการของบ้านโครงสร้างเหล็กในต่างประเทศ

เนื่องจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านด้วยระบบโครงสร้างสำเร็จรูปที่ทำจากเหล็กรูปพรรณ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าข้อมูลความเป็นมาของการนำเหล็กมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย ดังนี้

ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการผลิตถังใส่ธัญพืช โรงรถ และอาคารอุตสาหกรรมขนาดเล็กด้วยเหล็กแผ่นออกจำหน่ายตั้งแต่ พ.ศ.2451 แต่อุตสาหกรรมอาคารเหล็กที่ไม่ใช่อาคารที่พักอาศัยและมีความสูงน้อยชั้นนั้น เพิ่งได้รับการยอมรับจากตลาดอย่างชัดเจนในช่วงปลาย พ.ศ.2483-2492 เป็นต้นมา ระบบอาคารเหล็กของสหรัฐอเมริกจึงมีการพัฒนาอย่างจริงจังในช่วงกลางของคริสต์ศตวรรษที่ 20 และอาจถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการประยุกต์แนวคิดทางอุตสาหกรรม ของ Eli Whitney(พ.ศ.2323-2332) มาใช้ในการก่อสร้างอาคาร ส่วนการนำโครงสร้างเหล็กมาใช้กับการก่อสร้างอาคารพักอาศัยแทนไม้นั้นเกิดขึ้นมานานแล้วเช่นกัน แต่เดิมยังมีสัดส่วนการตลาดน้อยมาก จนกระทั่ง 10 ปีที่ผ่านมานี้เองที่มีการตื่นตัวใช้โครงสร้างเหล็กเบา

ในอาคารพักอาศัยแทนโครงสร้างไม้ขนาดเล็กเพิ่มมากขึ้นและมีอัตราส่วนการขยายตัวของตลาดสูงมากขึ้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

เมื่ออุตสาหกรรมเหล็กแผ่นรีดเย็น และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีได้พัฒนาและมีกำลังการผลิตสูงเกินความต้องการของตลาด และระบบอาคารเหล็กได้รับการยอมรับในกลุ่มอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัยซึ่งมีความสูงไม่มากนักแล้ว ผู้ผลิตเหล็กแผ่นรีดเย็นก็ได้สนับสนุนให้มีการพัฒนาระบบการก่อสร้างบ้านแบบโครงยกพื้น (platform framing) ขึ้นโดยใช้โครงสร้างเหล็กชุบสังกะสีแทนไม้แปรรูป ซึ่งนิยมใช้กันทั่วไปในทวีปอเมริกาเหนือ(Wood-frame house construction) เพื่อขยายตลาดออกไปโดยมีแนวความคิดให้ความสามารถใช้โครงคร่าวเหล็กร่วมกับวัสดุผนัง หลังคา และประตูหน้าต่างที่เคยใช้กับโครงสร้างไม้ที่นิยมใช้กันทั่วไปได้ ในบางช่วงใช้วิธีการทุ่มตลาดหรือลดราคาเหล็กให้สามารถแข่งขันกับไม้ได้ ผู้ผลิตเหล็กและผู้ก่อสร้างอาคารเหล็กได้พยายามพัฒนามาตรฐานวัสดุ และการก่อสร้างบ้านแบบนี้ขึ้น จนกระทั่งได้รับการยอมรับตามเทศบัญญัติ หรือจากรัฐบาลท้องถิ่นจึงมีการนำไปใช้กว้างขวางขึ้น อย่างไรก็ตามระบบการสร้างบ้านแบบนี้ ถ้าใช่ร่วมกับผนังระบบเดิมที่เคยใช้กับโครงสร้างไม้ จะมีข้อเสียเปรียบโครงสร้างไม้ในเรื่องการประหยัดพลังงานระยะเวลาการประกอบหรือติดตั้ง ค่าแรงงาน ช่างและราคาค่าก่อสร้างโดยรวม ในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา หรือในเขตที่มีอากาศหนาวมากและไม่มีปัญหาการใช้ไม้ในการก่อสร้างบ้านก็ยังคงนิยมใช้ไม้อยู่เช่นเดิม ถึงแม้ผู้ผลิตจะพยายามพัฒนาระบบผนังให้สามารถประหยัดพลังงานได้ดีทัดเทียมกับไม้ได้ แต่มักทำให้ราคาค่าก่อสร้างแพงขึ้นด้วย ประกอบกับความเคยชินของช่างและผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีผลให้ระบบการก่อสร้างบ้านแบบนี้ยังคงมีสัดส่วนการตลาดน้อย(ในทวีปอเมริกาเหนือ) อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเหล็กเบาแบบนี้ได้แพร่ไปเติบโตในหลายประเทศที่อุตสาหกรรมเหล็กของตนได้พัฒนาแล้ว โดยเฉพาะในภูมิภาคที่มีแผ่นดินไหวหรือพายุรุนแรง และในประเทศที่เหล็กมีราคาถูกสามารถแข่งขันกับไม้ หรือคอนกรีตได้ดี เช่น ในประเทศญี่ปุ่นและออสเตรเรีย การใช้โครงสร้างเหล็กเบาก่อสร้างอาคารพักอาศัยในประเทศดังกล่าวเป็นที่คุ้นเคยของช่างหรือผู้ก่อสร้างมานาน และมีสัดส่วนการตลาดของโครงสร้างเหล็กที่สูงกว่าในประเทศสหรัฐอเมริกามาก

ตลาดการก่อสร้างที่พักอาศัยในประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มเปลี่ยนไปใช้โครงสร้างเหล็กเบาแทนโครงสร้างไม้ขนาดเล็กตั้งแต่ พ.ศ.2535 ในรายงาน Research center's builder practice survey,1999 ของ National association of home builders (NAHB) ระบุว่าใน พ.ศ.2540-2543 มีอาคารพักอาศัยที่สร้างด้วยเหล็กเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.5 ทุกปีและใน พ.ศ.2542 มีการใช้เหล็กขึ้นรูปเย็นในอาคารพักอาศัยเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2541 ถึงร้อยละ 41.34 โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์

ตงเหล็กโตขึ้นถึงร้อยละ 99.92 และผลิตภัณฑ์เหล็กที่ใช้กับผนังภายในโตขึ้นถึงร้อยละ 32.76 มล รัฐที่มีตลาดโครงสร้างเหล็กเติบโตสม่ำเสมอได้แก่ เซาท์เธิร์นแคลิฟอร์เนีย บางส่วนของนอร์ทเธิร์น แคลิฟอร์เนีย แคลิฟอร์เนีย ฟลอริดา จอร์เจีย และฮาวาย

เหตุผลสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง คือราคาไม้แปรรูปแพงขึ้นและไม่ค่อยแน่นอน ในช่วง พ.ศ.2523-2538 ในขณะที่เหล็กมีราคาคงที่มากกว่า และประเด็นเรื่องสิ่งแวดล้อมอีกทั้ง ประเทศสหรัฐอเมริกามีนโยบายลดการนำเข้าไม้จากประเทศแคนาดาให้เหลือน้อยลง โดย สนับสนุนให้นำเหล็กเหลือทิ้งมาใช้ซ้ำมากขึ้น(ร้อยละ 70-90) อีกทั้งโครงสร้างเหล็กช่วยลดอัตรา การสูญเสียของวัสดุในงานก่อสร้างได้มากกว่าไม้(เหล็กมีวัสดุสูญเสียประมาณ ร้อยละ2-5 ขณะที่ ไม้ประมาณ ร้อยละ 12-20 และคอนกรีต ร้อยละ 20-30 อย่างไรก็ตามยังมีปัญหาพื้นฐานหลาย ประการที่เป็นอุปสรรคต่อการใช้โครงสร้างเหล็กเบาแทนโครงสร้างไม้ขนาดเล็ก เช่น เทศบัญญัติ มาตรฐาน แรงงานและการเพิ่มความต้องการของตลาด ซึ่งหลายผ่ายได้พยายามแก้ไข เช่น ใน พ.ศ.2540 มีการก่อตั้ง North American Steel Framing Alliance (NASFA) มีการปรับปรุงเทศ บัญญัติและ Council of American Building Official (COBA) ได้จัดทำมาตรฐานให้กับ ผู้ออกแบบและผู้ก่อสร้าง เพื่อให้ง่ายในการขออนุญาตก่อสร้าง และใช้เป็นมตรฐานในการก่อสร้าง ของช่าง เช่นเดียวกับการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างไม้ขนาดเล็กที่ช่างคุ้นเคยกันมานาน

ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้เหล็กในอาคารพักอาศัยมาตั้งแต่ พ.ศ.2443 เนื่องจากหลัง สงครามโลกครั้งที่ 2 มีความต้องการบ้านเร่งด่วนถึง 4.2 ล้านหลัง ซึ่งมีการผลิตเหล็กขึ้นรูปเย็นขึ้น ใช้ทดแทนไม้ เพราะไม่สามารถปลูกป่าเพื่อผลิตไม้ได้ทันกับความต้องการ อีกทั้งเหล็กเป็นวัสดุที่ไม่ ไหม้ไฟ และช่วยให้โครงสร้างทนทานต่อแผ่นดินไหวได้ดี ระบบการก่อสร้างบ้านด้วยเหล็กจึงได้รับ การพัฒนาและยอมรับกันมานาน มีสัดส่วนการตลาดค่อนข้างคงที่ ใน พ.ศ.2536 มีบ้านโครงสร้าง เหล็กจำนวน 368,000 หลัง หรือประมาณร้อยละ 25 ของตลาดใน พ.ศ.2543 ประมาณร้อยละ 37.3 ปัจจุบันคาดกันว่ามีส่วนแบ่งการตลาดประมาณร้อยละ 40

ในประเทศออสเตรเลีย มีการใช้ผลิตภัณฑ์เหล็กในการก่อสร้างอาคารพักอาศัยมากเช่นกัน นิยมใช้หลังคาเหล็กแผ่นเคลือบกันมาก มีบริษัทก่อสร้างทั้งรายใหญ่และรายย่อยโดยอาจทำหน้าที่ จัดการโครงการ จัดหาวัสดุ และรับติดตั้งให้เบ็ดเสร็จ คาดกันว่าบ้านโครงสร้างเหล็กมีส่วนแบ่ง การตลาดสูงประมาณร้อยละ 25

ส่วนในประเทศสหราชอาณาจักร ยุโรปและสแกนดิเนเวียได้เคยมีการทดลองและพัฒนา บ้านโครงสร้างเหล็กขึ้นใช้มานานแล้วเช่นกัน มีอยู่หลายระบบ มักเป็นระบบบ้านสำเร็จรูปชั้นสูง แต่ยังมีสัดส่วนการตลาดน้อย ถึงแม้ปัจจุบันเริ่มได้รับความสนใจจากผู้ก่อสร้างมากขึ้นก็ตาม

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมาทำให้หลายๆ ประเทศได้หันมาทบทวนระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในประเทศของตนด้วยเช่นกัน

2.7 บ้านโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย

พัฒนาการของการนำเหล็กมาใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย เริ่มมีการนำเข้าเหล็กรูปพรรณและเหล็กเส้นมาใช้ในการก่อสร้างทางรถไฟ และอาคารจากประเทศยุโรปตั้งแต่รัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รวมทั้งมีการนำเข้าเนอต ตะปู แผ่นสังกะสีลูกฟูก บานพับ ขอรับ ขอสับโลหะ ท่อเหล็กอาบสังกะสี และรางน้ำสังกะสี ฯลฯ มาใช้ในการก่อสร้างด้วย หลังจากที่มีการผลิตปูนซีเมนต์ขึ้นมาใช้ภายในประเทศ (พ.ศ. 2456 – 2459) แล้ว จึงมีความพยายามที่จะผลิตเหล็กเส้นขึ้นใช้ทดแทนการนำเข้า หลัง พ.ศ. 2503 เป็นต้นมาประเทศไทยได้มุ่งพัฒนาประเทศไปสู่อุตสาหกรรม โรงงานผลิตเหล็กเส้น เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน และผลิตภัณฑ์เหล็ก ชนิดอื่นๆก็ได้เกิดขึ้นเพื่อสนองความต้องการภายในประเทศซึ่งเติบโตขึ้นตามระดับการพัฒนาประเทศ

แต่เดิมประเทศไทยได้นำเข้าเหล็กโครงสร้างรูปพรรณมาใช้ก่อสร้างอาคารอุตสาหกรรม ลังานสาธารณูปโภคเป็นส่วนใหญ่ โดยนิยมใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขนาดใหญ่(H,I,C) ทำเสาและคาน ส่วนเหล็กฉากและท่อเหล็กมักใช้ประกอบเป็นโครงหลังคาและใช้ในงานก่อสร้างเบ็ดเตล็ดทั่วๆไป เช่น โครงคร่าวผนัง กรอบประตู หน้าต่าง แป ราวระเบียง และราวบันได ฯลฯ ตั้งแต่ พ.ศ. 2520 เป็นต้นมา มีโรงงานผลิตเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนเกิดขึ้นในประเทศไทยหลายโรงงาน โดยเริ่มจากการผลิตเหล็กรูปตัดขนาดเล็ก และขนาดกลาง เพื่อทดแทนการนำเข้าเป็นสำคัญ ในช่วงเศรษฐกิจเฟื่องฟู มีการก่อสร้างอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่และโครงการสาธารณูปโภค ต่างๆ มากขึ้น ทำให้มีความต้องการเหล็กโครงสร้างรูปพรรณขนาดใหญ่มากขึ้น ใน พ.ศ. 2537 ได้มีโรงงานผลิตเหล็กโครงสร้างรูปพรรณขนาดใหญ่ออกจำหน่าย ซึ่งปัจจุบันมีกำลังการผลิตสูงเกินความต้องการบริโภคภายในประเทศ

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นซึ่งสามารถผลิตได้ในประเทศมานานแล้ว (ประมาณ พ.ศ 2512) และมีการจำหน่ายแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากรูปตัดมีขนาดเล็กและมีความหนาน้อยกว่าเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนมาก ทำให้มีราคาถูกกว่าและตัดแต่งได้ง่ายสามารถนำมาใช้งานกับอาคารที่รับน้ำหนักบรรทุกน้อยถึงปานกลางได้ดี จึงมีการนำเอาเหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นมาใช้แทนเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน (ขนาดเล็ก) และโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในอาคารอุตสาหกรรมและอาคารสาธารณะขนาดเล็กหรือปานกลางมานานแล้ว เช่น อาคารสำนักงาน โรงอาหาร และโกดังเก็บของ ฯลฯ ต่อมาจึงนำมาใช้กับบ้านพักคนงาน อาคาร

พาณิชย์ และบ้านพักอาศัยในโครงการที่รีบเร่ง อาคารชั่วคราว หรือบ้านราคาถูก ตัวอย่างเช่น อาคารพาณิชย์ริมถนนรัชดาภิเษก ซึ่งที่ดินส่วนใหญ่ เป็นที่ให้เช่าของการรถไฟ ช่วงที่ตัดถนนเสร็จใหม่ๆ ธุรกิจเฟื่องฟู จึงได้มีการใช้โครงสร้างเหล็กแทนโครงสร้างคอนกรีตในอาคารที่สูงไม่มากนัก เพื่อให้สร้างเสร็จโดยเร็ว เพื่อให้ประหยัดต้นทุนและขายได้ทันที งานก่อสร้างประเภทนี้นิยมใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง หรือท่อสี่เหลี่ยมเป็นเสา และใช้เหล็กรูปตัวซี (Light lip channel) เป็นคานและโครงหลังคา ซึ่งอาจนับได้ว่าเป็นระบบการก่อสร้างพื้นฐานสำหรับใช้กับอาคารพักอาศัยในเวลาต่อมา อีกทั้งเหล็กประเภทนี้สามารถใช้งานแทนไม้แปรรูป และเหล็กฉากรีดร้อน (Standard angle) ได้ดี ปัจจุบันโครงสร้างหลังคาของอาคารพักอาศัยที่เดิมเคยก่อสร้างด้วยไม้ก็ได้เปลี่ยนเป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นแทบทั้งสิ้น

หลัง พ.ศ. 2529 ประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจสูงอย่างต่อเนื่องธุรกิจอสังหาริมทรัพย์และบ้านจัดสรรเฟื่องฟู ตลาดมีความต้องการที่พักอาศัยจำนวนมาก แต่ขาดแคลนวัสดุ แรงงาน และช่างฝีมือ มีผลให้ ค่าแรงงาน ค่าวัสดุ และราคาค่าก่อสร้างบ้านมีการปรับตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ประกอบกับงานคอนกรีตทำการก่อสร้างได้ยาก เสียเวลามากและมีปัญหาเรื่องคุณภาพช่างมากขึ้น จึงมีผู้ประกอบการบางรายได้นำระบบการก่อสร้างด้วยเหล็กของต่างประเทศใช้ในโครงการจัดสรรของตน ผลของวิกฤตเศรษฐกิจใน พ.ศ.2540 ทำให้ระบบก่อสร้างดังกล่าวต้องหยุดชะงักตามภาวะซบเซาของธุรกิจก่อสร้างที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่ด้วย แต่หลังจากนั้นพบว่ามีผู้ประกอบการธุรกิจบ้านจัดสรรหรือผู้ก่อสร้างบางรายได้กลับนำเอาโครงสร้างเหล็กรูปพรรณขึ้นรูปเย็นและรูปพรรณรีดร้อนมาใช้แทนเสาและคานคอนกรีต ในโครงการก่อสร้างของตนอีก โดยกล่าวว่าสามารถลดระยะเวลาและต้นทุนการก่อสร้างและช่วยให้ธุรกิจก่อสร้างบ้านของตนสามารถฝ่าฟันวิกฤตเศรษฐกิจหรืออยู่รอดได้จนกระทั่งปัจจุบัน

ความพยายามที่นำโครงสร้างเหล็กมาใช้ในโครงการบ้านจัดสรร การนำเหล็กมาใช้ในการก่อสร้างอาคารพักอาศัยของประเทศไทย ส่วนหนึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากอุตสาหกรรมผลิตแผ่นยิปซั่มที่ก่อสร้างโรงงานขึ้นครั้งแรกใน พ.ศ. 2513 และเมื่อประมาณ พ.ศ.2525 มีผู้ผลิตและการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิปซั่ม จำกัด จึงได้นำเข้าโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีจากประเทศสหรัฐอเมริกา มาจำหน่ายในประเทศควบคู่กันกับแผ่นยิปซั่มหรือรู้จักกันดีในนามของระบบฝ้าเพดานและระบบผนังเบา TG-RONDO และได้พยายามนำเอาเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเหล็กเบาของต่างประเทศมาบริการให้กับลูกค้าด้วย เช่น ใน พ.ศ.2527 ได้สร้างบ้านชั้นเดียวเพื่อใช้เป็นสำนักงานขายของบริษัท การ์เด้นท์ โฮม วิลเลจ จำกัด โดยใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นเย็น (เสาและคาน) ผสมกับโครงคร่าวผนังเหล็กชุบสังกะสี ระบบการ

ก่อสร้างดังกล่าวได้นำไปใช้สร้างบ้านตัวอย่างในโครงการการ์เด้นท์ โฮม วิลเลจ (พ.ศ.2527) และหลังจากนั้นถูกนำไปใช้ในโครงการบ้านพักอาศัยและบ้านพักตากอากาศบางโครงการ

ช่วง พ.ศ.2527 – 2530 บริษัท กรุงเทพผลิตเหล็ก จำกัด ได้ผลิตและจำหน่ายอาคารสำเร็จรูปแบบเคลื่อนย้ายได้ “Bangkok Module” สร้างจากโรงงาน ย้ายไปติดตั้งและใช้งานได้ทันที ใช้เป็นสำนักงาน ห้องน้ำ ที่เก็บของ หรือบ้านพักอาศัยได้ แต่ไม่ประสบความสำเร็จด้านการตลาดจึงต้องเลิกผลิต หลัง พ.ศ.2529 ประเทศไทยมีอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจสูงอย่างต่อเนื่อง ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์เฟื่องฟู (พ.ศ. 2530- 2538) จึงมีผู้ก่อสร้างและผู้ประกอบการได้นำเหล็กมาใช้ก่อสร้างบ้านพักอาศัยแทนคอนกรีตหลายรายด้วยกัน เช่น

พ.ศ 2533 บริษัท Unique Building Concept Co.,Ltd. ก่อตั้งขึ้นโดยรับสร้างบ้านด้วยระบบโครงสร้างเหล็กเบาจากประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น บ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในโครงการนิชดา ธานี (พ.ศ.2533-2535) และโครงการบ้านพักตากอากาศในสนามกอล์ฟบูรพา จังหวัดชลบุรี (พ.ศ. 2537-2539) โครงสร้างเป็นระบบผนังรับน้ำหนัก (Loaded bearing wall) สร้างด้วยเหล็กแผ่นชุบสังกะสี ภายนอกเป็นผนังปูนฉาบบนตระแกรงเหล็ก (Stucco) ภายในเป็นยิปซัมบอร์ด มีฉนวนกันความร้อนบรรจุระหว่างโครงคร่าว

ในช่วง พ.ศ.2536 – 2539 บริษัท Noble Home Development Co.,Ltd. ได้นำเข้าวัสดุและระบบการก่อสร้างบ้าน “Noble Steel Tech” จากประเทศสหรัฐอเมริกามาใช้ก่อสร้างบ้านในโครงการ Noble choice เป็นโครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก ประกอบจากโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี ผนังภายนอกเป็นปูนฉาบ (Stucco) หรือฮาร์ดบอร์ดทนน้ำ ส่วนผนังภายในกรุด้วยแผ่นยิปซัมบอร์ด มีบล็อกกันความร้อน (Insulation block) บรรจุในระหว่างโครงคร่าวแต่ไม่ประสบความสำเร็จด้านการค้าเท่าที่ควร เมื่อเกิดวิกฤตเศรษฐกิจจึงได้เลิกใช้ระบบการก่อสร้างนี้

พ.ศ.2534 บริษัท Siam Cargo Containers (บริษัทในเครือของ Siam Steel Group) ซึ่งผลิตตู้คอนเทนเนอร์ด้วยเหล็กโครงรูปพรรณรีดร้อน ได้ผลิตโครงสร้างเหล็กเพื่อใช้กับโครงการบ้านพักตากอากาศในจังหวัดระยอง และได้ก่อสร้างบ้านตัวอย่าง “Lucky Building System” ขึ้นในกรุงเทพฯ เพื่อเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ ซึ่งมีทั้งบ้านที่เป็นระบบกล่องสำเร็จรูป (Box system) และแบบกึ่งสำเร็จรูป เป็นเทคโนโลยีจากประเทศญี่ปุ่น โครงสร้างเหล็กเป็นระบบเสาและคานซึ่งผลิตจากเหล็กแผ่นกำลังสูงชุบสังกะสีขึ้นรูป ภายนอกใช้ผนังสำเร็จรูป (Metal sidings หรือ “Isolate panel”) หลังคามุงด้วยเหล็กแผ่นเคลือบสีที่มีโพลียูรีเทนชนิดแข็งอยู่ด้านหลัง พื้นโครงสร้างเหล็กปูด้วยแผ่นไม้อัด หรือแผ่นซีเมนต์บอร์ด แล้วปูทับด้วยวัสดุผิวสำเร็จตามต้องการ ปัจจุบันบริษัทได้ผลิตบ้านสำเร็จรูปส่งไปขายในต่างประเทศด้วย

ประมาณ พ.ศ. 2531 บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิปซัม จำกัด ได้นำระบบผนัง EIFS (Exterior insulation and finish system) มาผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย โดยใช้ชื่อการค้าว่า ที จี อาร์ เมอร์วอลล์ ซึ่งประกอบผนังโครงคร่าวเหล็ก (ระบบดั้งเดิมเป็นผนังรับน้ำหนัก) ภายนอกบุด้วยแผ่นฉนวนกันความร้อนโพลีสไตรีน มีตาข่ายไฟเบอร์กลาส และทาสีสำเร็จ ภายในกรุด้วยแผ่นยิปซัม และได้ผลิตบ้านสำเร็จรูประบบกล่อง (Modular system) ใช้ชื่อทางการค้าว่า “TG Modular Home” ส่งไปขายในประเทศญี่ปุ่น โดยมีขนาดตามพิกัดของตู้คอนเทนเนอร์ โครงสร้างระบบเสาและคานเหล็ก

พ.ศ.2536 บริษัท Bouyges Thai Co.,Ltd. ได้ทดลองสร้างบ้านตัวอย่างขึ้น 2 หลังในหมู่บ้านเมืองทองธานี ก่อสร้างโดยบริษัท Unique Building Concept Co.,ltd. และ System Buildings Co.,Ltd. เป็นบ้าน 2 ชั้นโครงสร้างเหล็กชุบสังกะสี ผนังฉาบปูน (Stucco) นำเข้าแผ่นตะแกรงเหล็ก ซึ่งมีแผ่นพลาสติกกันน้ำในตัวจากต่างประเทศแต่ขายไม่ได้จึงต้องยกเลิกโครงการ พ.ศ 2541 บริษัท นิวโฮม คอนเซ็ปท์ จำกัด และกลุ่มผู้ผลิตวัสดุก่อสร้างได้ร่วมกับคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือทำการสร้างบ้านตัวอย่างด้วยโครงสร้างเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีผสมอะลูมิเนียม (Zincalume) ขึ้นรูป เป็นระบบโครงคร่าวผนังรับน้ำหนัก (Lightweight steel framing) มี 2 ชั้น ผนังภายนอกกรุด้วยแผ่น Rockwood และ Armour Wall

พ.ศ. 2542 มีการใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนก่อสร้างบ้านในโครงการหมู่บ้านมณีแก้ว (จ.ชลบุรี) ใช้เหล็กตัว H แทนเสาและคาน ค.ส.ล. ผนังก่อด้วยคอนกรีตมวลเบาฉาบปูนหุ้มเสาและคานเหล็ก โครงหลังคาเหล็กตัวซี (เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น)

พ.ศ 2542 บริษัท ออสเตรเลียน – ไทย คอนสตรัคชั่น แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด ซึ่งเดิมก่อสร้างบ้านพักตากอากาศชั้นเดียวด้วยโครงสร้างไม้ขนาดเล็กในโครงการพาราไดส์ฮิลล์ (อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี) ได้ทดลองใช้โครงสร้างเหล็กชุบสังกะสี (Lightweight steel framing) แทนโครงสร้างไม้ (ก่อสร้างโดย บริษัท นิวโฮม คอนเซ็ปท์ จำกัด) จำนวน 4 หลัง แต่หลังจากนั้นเจ้าของโครงการได้ใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น (ระบบเสา-คาน)ทำการก่อสร้างบ้านทั้งโครงการแทนจนกระทั่งปัจจุบัน และได้พัฒนาระบบก่อสร้างของตนให้ใช้ก่อสร้างบ้านพักอาศัยสูง 2 ชั้นด้วยเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนในกรุงเทพฯ ได้ด้วย โดยใช้ผนังก่ออิฐโชว์แนว (นำเข้าจากออสเตรเลีย) หุ้มอยู่ด้านนอกของโครงสร้างเหล็ก (Facing brick)

นอกจากนั้นยังมีโครงการจัดสรรหรือบ้านประเภทอื่นอีกที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก เช่น บ้านตัวอย่างในโครงการสารินซิตี้ (จ.สมุทรสาคร) บ้านชั่วคราวของผู้ประสบอุทกภัยน้ำท่วม บ้านน้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ ฯลฯ และปัจจุบันมีโรงงานผลิตบ้านสำเร็จรูป (Box system) ด้วยโครงสร้าง

เหล็กเพื่อส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศจำนวน 3 ราย จึงเห็นได้ว่ามีความพยายามจากผู้ประกอบการธุรกิจบ้านจัดสรรที่จะใช้เหล็กแทนคอนกรีตในส่วนของงานโครงสร้างมานานพอสมควร และได้รับการยอมรับจากผู้ประกอบการ ผู้ก่อสร้าง และผู้บริโภคได้ในระดับหนึ่งแล้ว

ระบบโครงสร้างเหล็กที่ใช้กันอยู่ในโครงการบ้านจัดสรรของไทยในปัจจุบันนั้น จึงสามารถแบ่งตามระบบโครงสร้างออกได้เป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบคานและเสา มักใช้เหล็กรูปพรรณสี่เหลี่ยมจตุรัสกลวงเป็นเสา และเหล็กรูปตัวซี (Light Lip channel / light channel) เป็นคานและโครงหลังคาแต่ปัจจุบันนิยมใช้เสาและคานเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน (เหล็กรูปตัวเอช) แทนในโครงการบ้านพักอาศัย 2 ชั้น เนื่องจากต้องการให้รับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้น และเป็นเหล็กที่หาซื้อง่ายหรือสะดวกกว่าในอดีต

2. ระบบผนังรับน้ำหนัก หรือ “Platform Framing” ใช้เหล็กชุบสังกะสีขึ้นรูปเย็นเป็นโครงคร่าวรับน้ำหนักแทนเสา ซึ่งอาจจะเป็นเหล็กนำเข้าจากต่างประเทศหรือสั่งผลิตเป็นกรณีพิเศษจากโรงงานในประเทศ เนื่องจากไม่มีการผลิตขายในท้องตลาดทั่วๆไป

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างระบบบ้านโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย

ชื่อทางการค้า	บริษัทผู้ผลิตหรือก่อสร้าง	ตัวอย่างโครงการก่อสร้าง
1.UBC	บ.ยูนิค บิลดิ้ง คอนเซ็ปท์ จก.	บ้านนิชดาธานี และบ้านในสนามกอล์ฟบูรพา
2.Noble steel tech	บ.โนเบิล โฮม ดีเวลลอปเมนท์ จก.	บ้าน Noble choice ช่วงแรกๆ
3.Lucky Building	บ.สยามคาร์โก จำกัด(ในเครือสยามสตีลกรุ๊ป)	โครงการจัดสรรที่จังหวัดระยองและบ้านตัวอย่าง ถ.บางนา-ตราด
4.TG.modular home	บ.ไทยผลิตภัณฑ์ยิปซัม จำกัด (มหาชน)	ผลิตส่งไปขายประเทศญี่ปุ่น
5.Lightweight Steel Framing	บ.นิวโฮม คอนเซ็ปท์ จำกัด	บ้านตัวอย่างที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
6.บ้านเสาและคาน	บ.บอสส์ ฟิวเจอร์2000 จำกัด	หมู่บ้านมณีแก้ว จ.ชลบุรี
7.บ้านออสเตรเลียน-ไทยฯ	บ.ออสเตรเลียน-ไทย คอนสตรัคชั่น แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด	พาราไดส์ ฮิลล์ และพาราไดส์ วัลเล่ย์ จ.สระบุรี

ตารางที่ 2-3 แสดงระบบการก่อสร้างประเภทของโครงสร้างและระบบผนัง

ชื่อทางการค้า	ประเภทของโครงสร้าง	ระบบผนังภายนอก
1.UBC	Lightweight steel Frame (เหล็กแผ่นชุบสังกะสี)	ฉาบปูนบนลวดตาข่าย (Stucco)
2.Noble steel tech	Lightweight steel Frame (เหล็กแผ่นชุบสังกะสี)	Hardwood sidings หรือ ฉาบปูนบนลวดตาข่าย (Stucco)
3.Lucky Building	เสา-คานเหล็ก ประกอบเป็นกล่อง(ตู้คอนเทนเนอร์)	ผนัง Isolated Panel(แผ่นเหล็กเคลือบและโฟม PU),Metal sidings
4.TG.modular home	เสา-คานเหล็ก ประกอบเป็นกล่องหรือ Wood Frame	Exterior Insulation and Finish System(EIFS) ผนังโฟมกรุภายนอกโครงคร่าว
5.Lightweight Steel Framing	Lightweight Steel Framing (เหล็กแผ่นชุบสังกะสีผสมอลูมิเนียม	ผนัง Rockwood และ EIFS
6.บ้านเสาและคาน	ชั้นล่าง เสา-คานเหล็กรูปพรรณรีดร้อนรูปตัว H ส่วนชั้นบนเป็นโครงสร้างเหล็กไลท์เกจ	คอนกรีตมวลเบาฉาบปูนบรรจุในช่องเสาและคาน ฉาบปูนหุ้มเสาและคานเหล็ก
7.บ้านออสเตรเลียน-ไทยฯ	เสา-คานเหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นและWood Frame สำหรับบ้านชั้นเดียว ถ้าเป็น 2 ชั้นใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน	ผนังก่ออิฐหุ้มภายนอกโครงสร้างและบางส่วนกรุด้วยฝาไม้ซีเมนต์

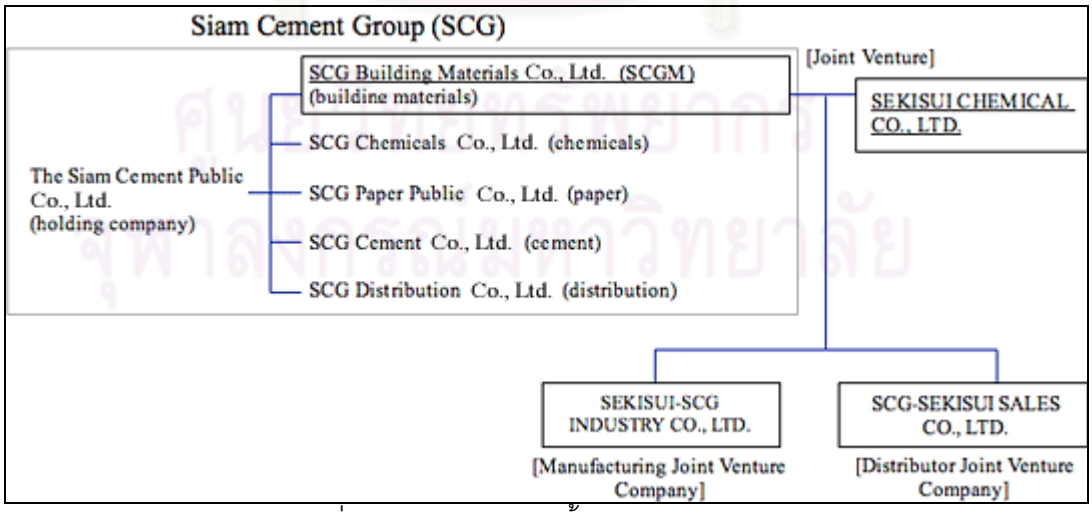
2.8 ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

ระบบที่ทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้คือ ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนามาจากประเทศญี่ปุ่น โดย บริษัท เซกิซุย เคมิคอล จำกัด ซึ่งก่อตั้งบริษัทตั้งแต่ พ.ศ.2490

โดยเริ่มจากธุรกิจเคมีภัณฑ์ ต่อมาในปี พ.ศ.2513 จึงเริ่มทำการก่อสร้างบ้าน มีประวัติการก่อสร้างบ้านเป็นเวลายาวนานถึง 41 ปี และเมื่อปี พ.ศ.2552 ได้ขยายการผลิตมายังประเทศไทย มาจัดตั้งบริษัทกิจการร่วมค้ากับบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) แบ่งออกเป็น 2 บริษัท ซึ่งทำหน้าที่ในการผลิตและการจัดจำหน่ายสินค้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2-4 การจัดตั้งกิจการร่วมค้า

	กิจการร่วมค้าส่วนโรงงาน	**กิจการร่วมค้าส่วนการจัดจำหน่าย**
ชื่อบริษัท	บริษัท เซกิซุย-เอส ซี จี อินดัสอินดัสตรี้ จำกัด	บริษัท เอส ซี จี-เซกิซุย เซลล์ จำกัด
ลักษณะธุรกิจ	โรงงานผลิตบ้านโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	การจัดจำหน่ายบ้าน การก่อสร้างบ้านและการบริการหลังการขาย
ทุนจดทะเบียน	200 ล้านบาท	100 ล้านบาท
อัตราส่วนการลงทุน	เซกิซุย 51% ; ปูนซีเมนต์ไทย 49%	เซกิซุย 49%; ปูนซีเมนต์ไทย 51%
สำนักงานใหญ่	กรุงเทพฯ (โรงงานตั้งที่ อ.หนองแค จ.สระบุรี)	กรุงเทพฯ
พนักงาน	37 คน (ช่วงเริ่มต้น)	17 คน (ช่วงเริ่มต้น)
เริ่มจัดตั้ง	1 พฤศจิกายน 2552	1 ตุลาคม 2552

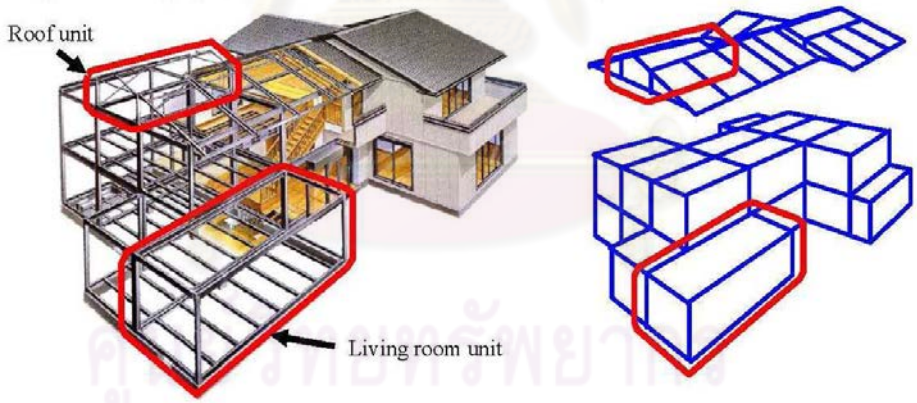


ภาพที่ 2-9 แผนผังการจัดตั้งบริษัทกิจการร่วมค้า

ที่มา : http://www.sekisuichemical.com/about/whatsnew/090917.html

ช่วงแรกของการดำเนินกิจการของกิจการร่วมค้า เป็นการรับสร้างบ้านให้กับบุคคลทั่วไป และปัจจุบันได้ขยายฐานไปสู่โครงการบ้านจัดสรร ในลักษณะการเป็นพันธมิตรทางการค้ากับบริษัทอสังหาริมทรัพย์ชั้นนำในประเทศ โดยทำการก่อสร้างในที่ดินจัดสรรของบริษัทอสังหาริมทรัพย์ ด้วยการซื้อที่ดินที่ทำการขออนุญาตจัดสรรเป็นที่เรียบร้อยและทำการพัฒนาระบบสาธารณูปโภคแล้ว และกิจการร่วมค้าจะทำการก่อสร้าง ขาย และดูแลบริการหลังเอง

การก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปนี้เป็นการใช้เหล็กชั้นคุณภาพสูงพิเศษมาขึ้นรูปเป็นองค์อาคารรูปกล่อง (box) ทั้งที่นำมาใช้เป็น เสา คาน หรือ ตงรับพื้นแล้วนำประกอบเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมที่ในโรงงานผลิตให้ออกมาเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมโดยมีระบบทางโครงสร้างเป็นโครงข้อแข็งรับโมเมนต์ (moment rigid frame) ซึ่งข้อดีของการใช้โครงข้อแข็งรูปทรงสี่เหลียมนี้นอกจากจะช่วยในเรื่องของการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านโดยไม่ต้องทำค้ำยัน (Bracing) ให้กับโครงเหล็กแล้ว โครงข้อแข็งดังกล่าวยังสามารถช่วยต้านทานแรงที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหวหรือจากพายุไต้ฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากนี้ยังสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ในกรณีที่ต้องการดัดแปลงหรือต่อเติมบ้านในอนาคตด้วย

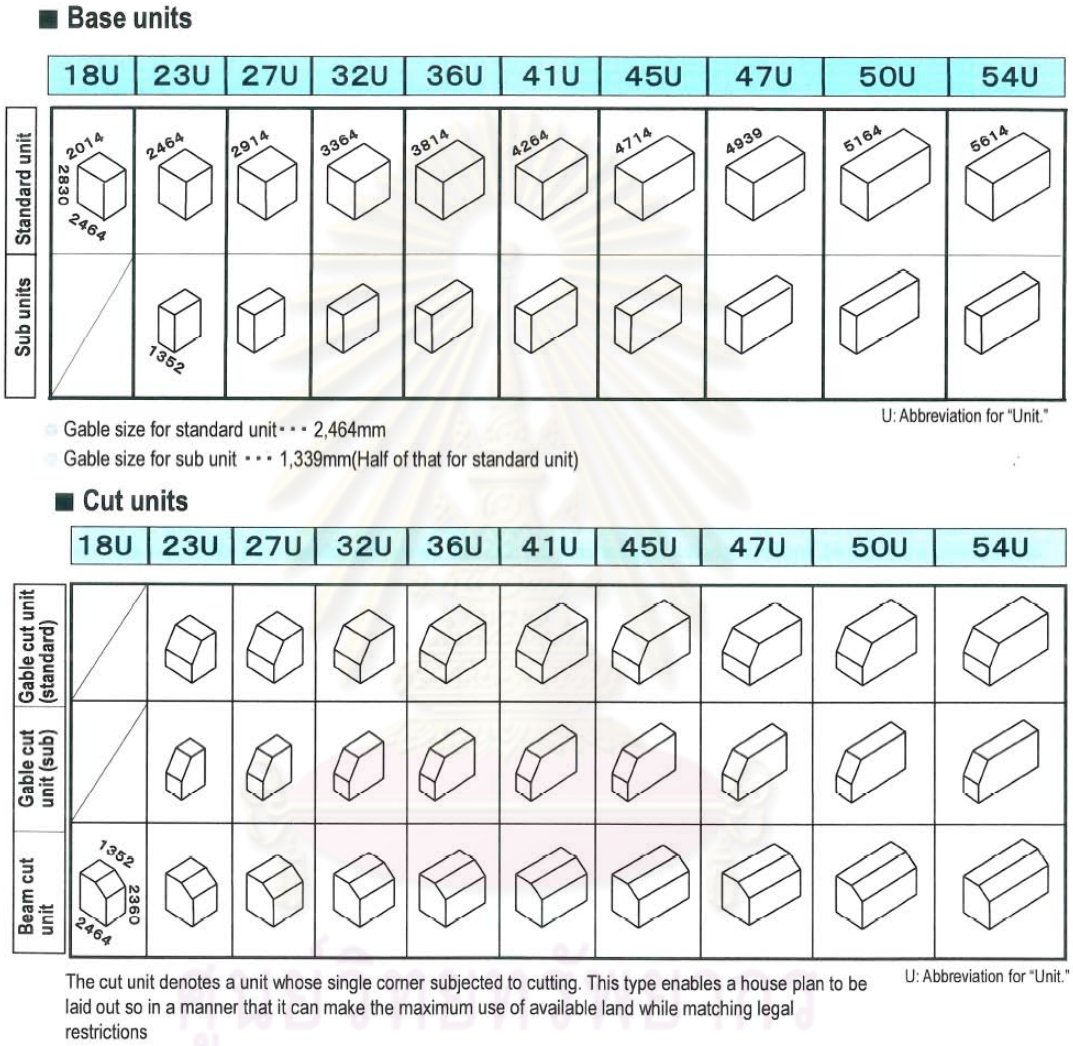


ภาพที่ 2-10 การก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป โดยการแยกเป็นโครงข้อแข็งรูปทรงสี่เหลี่ยม ย่อย ๆ เพื่อนำมาประกอบติดตั้งที่หน้างาน[3]

โครงข้อแข็งรูปทรงสี่เหลี่ยมนี้สามารถกำหนดขนาดได้ตามความเหมาะสมของการใช้พื้นที่และการจัดวางองค์ประกอบอื่น ๆ ภายในบ้านซึ่งกำหนดขนาดมาตรฐานไว้กว่า 70 รูปแบบ ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องขนาดมิติ (size) และคุณสมบัติของโครง (specification) ทั้งนี้โดย

[3] Furuse, Jun. (2006), “Structuring of Sekisui Heim automated parts pickup system (HAPPS) to process individual floor plans”

เฉลี่ยสำหรับบ้านพักอาศัยทั่วๆ ไป จะใช้โครงข้อแข็งรูปทรงสี่เหลี่ยมนี้ราว 14 โครงต่อบ้านพักอาศัย 1 หลัง แต่สำหรับบ้านที่ทำการวิจัยครั้งนี้ใช้โครงสร้างประมาณ 40 โครงต่อหลัง



ภาพที่ 2-11 ขนาดมาตรฐานของโครงข้อแข็งรูปแบบต่าง ๆ[4]

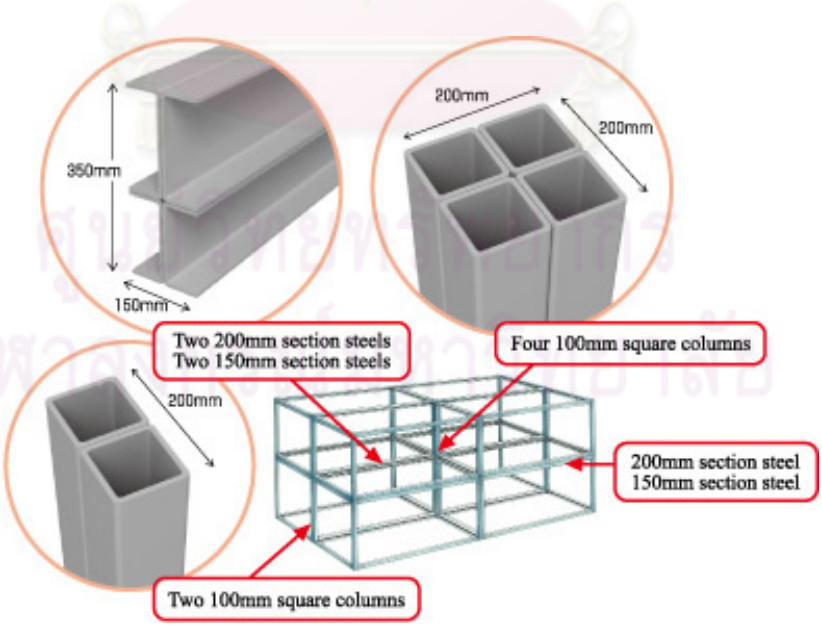
ขนาดขององค์อาคารที่ใช้นั้น จะใช้เสารูปกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 100 x 100 มิลลิเมตร หรือขนาด 120 x 120 มิลลิเมตร ขึ้นกับขนาดน้ำหนักบรรทุก ส่วนคานที่ต่อระหว่างเสาจะใช้คานเหล็ก (รูปตัวซี) ที่มีความลึก 200 มิลลิเมตร ส่วนคาน (รูปตัวซี) ขนาดความลึก 150 มิลลิเมตร จะใช้สำหรับทำเป็นตงรับพื้น การต่อองค์อาคารเข้าด้วยกัน เนื่องจากองค์อาคารที่ใช้มีลักษณะที่

[4] Yoshioka, Toshihiro. (2009), “Steel-frame prefabricated houses”

ค่อนข้างบางจึงใช้วิธีการเชื่อมเป็นจุด(spot weld) ความถี่สูงในโรงงาน และใช้สลักเกลียวในการประกอบติดตั้งที่หน้างาน

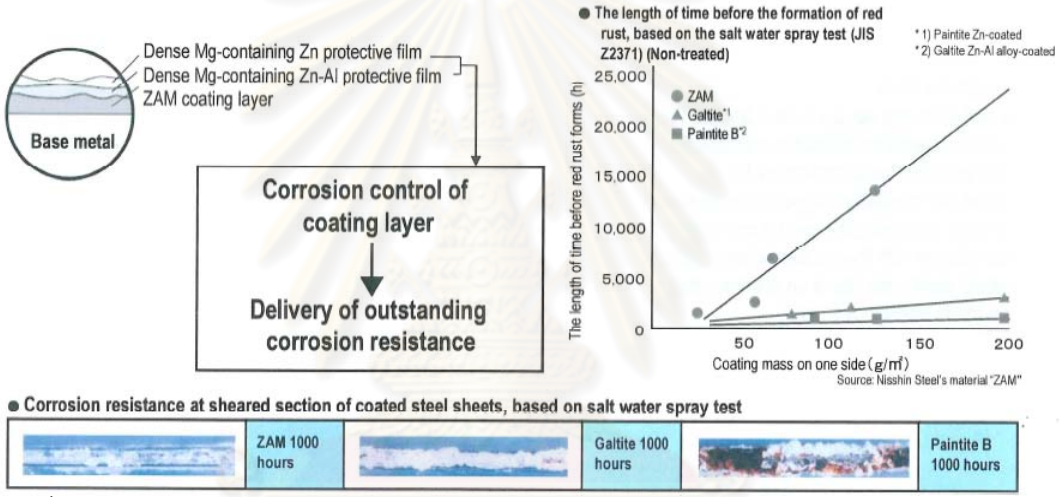
ภาพที่ 2-12 การเชื่อมประกอบในโรงงาน

ในกรณีที่โครงข้อแข็งรูปทรงสี่เหลี่ยมมาประกอบเข้าด้วยกันกับโครงอีกโครงหนึ่ง จะทำเสาที่อยู่ติดกันให้กำลังรับน้ำหนักมากยิ่งขึ้นกว่าเดิมตามอัตราส่วนความชะลูดของเสาที่ลดลง นอกจากนี้คานที่ต่อระหว่างเสากับเสาซึ่งเป็นคานรูปตัวซี เมื่อโครงมาประกอบเข้าด้วยกันก็จะทำให้เป็นคานรูปตัวเอช ซึ่งทำให้เสถียรภาพในการรับน้ำหนักของคานเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นบ้านที่ประกอบขึ้นด้วยโครงข้อแข็งรูปทรงสี่เหลี่ยมที่ต่อกันด้วยระบบโครงข้อแข็งนี้จึงสามารถรับน้ำหนักบรรทุกทั้งในแนวดิ่งและในแนวด้านข้างได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้สำหรับพื้นที่ที่ต้องการโถงเปิดโล่ง ก็สามารถทำได้โดยการถอดเสากลางออก แล้วใช้คานประกอบให้มีความลึกมากยิ่งขึ้นกว่าเดิมได้อีก (เป็น 350 มิลลิเมตร)



ภาพที่ 2-13 องค์อาคารขนาดทั่วไปสำหรับโครงข้อแข็งรูปทรงสี่เหลี่ยมและลักษณะที่ข้อต่อเมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกัน

เกรดของเหล็กที่ใช้ สำหรับทำเป็นเสารูปกล่องเป็นเหล็ก เกรด STKR400 (Fy = 400 N/mm2) ในขณะที่เหล็กสำหรับทำเป็นคาน ใช้เหล็กเกรด SS400 (Fy = 400 N/mm2) ระบบป้องกันสนิมของเหล็กที่ใช้เป็นระบบที่เรียกว่า Hot-Dip Zinc-Aluminum-Magnesium Alloy Coated หรือเรียกโดยย่อว่า ZAM ซึ่งวัสดุเคลือบผิวประกอบไปด้วยทั้ง สังกะสี อลูมิเนียม และแมกนีเซียม ซึ่งให้ประสิทธิภาพดีกว่าการชุบสังกะสีประมาณ 10-20 เท่า และให้ประสิทธิภาพดีกว่า การชุบสังกะสีและอลูมิเนียมประมาณ 5-8 เท่า ซึ่งการเคลือบผิวประเภทนี้ตามข้อกำหนดของ LREQ (law regulating the ensuring of quality) ของประเทศญี่ปุ่นถูกจัดให้อยู่ในประเภทที่ 3 ซึ่งสามารถให้อายุการใช้งานได้ยาวนานถึง 75 ปี



ภาพที่ 2-14 คุณสมบัติของระบบเคลือบป้องกันสนิม Zinc Aluminum Magnesium Alloy Coat[4]

2.9 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของโครงสร้างเหล็ก

ความสม่ำเสมอ

เหล็กเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่มีความสม่ำเสมอและมีความแน่นอนสูง เพราะผลิตด้วยกรรมวิธีในอุตสาหกรรมที่มีระบบการ ควบคุมคุณภาพที่สมบูรณ์ โครงสร้างเหล็กจึงไม่มีปัญหาเรื่องคุณภาพของวัสดุ

น้ำหนัก

โครงสร้างเหล็กมีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับโครงสร้างคอนกรีตสำหรับขนาดที่ใช้รับน้ำหนักที่เท่ากัน ถ้าไม่คิดข้อจำกัด เรื่องการโก่งเดาะ (Buckling) แล้ว ชิ้นส่วนโครงสร้างสำหรับรับแรงอัด เช่น เสาคอนกรีตเสริมเหล็กจะต้องมีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 17 เท่า และมีน้ำหนักชิ้นส่วนประมาณ 5 เท่า ของชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กเพื่อรับน้ำหนักที่เท่ากัน

ทางเลือกของการออกแบบ

โครงสร้างเหล็กเสริมสามารถได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงความสมดุล ระหว่างกำลังของโครงสร้างกับความประหยัดในการใช้วัสดุโดยอาศัยการคัดเลือกรูปพรรณมาตรฐาน หรือโดยการตัดประกอบจากแผ่นเหล็ก ทางเลือกในการออกแบบโครงสร้างเหล็กจึงค่อนข้างจะหลากหลาย

ความเสี่ยงต่อการวิบัติโดยสิ้นเชิง

โครงสร้างเหล็กมีกำลังและความเหนียวหลังจุดคลากสูงกว่าโครงสร้างคอนกรีตมาก ถ้าเกิดกรณีฉุกเฉินที่ทำให้มีการแบกน้ำหนักเกินกำลัง แม้ชิ้นส่วนเหล็กจะเปลี่ยนรูป แต่ก็ยังสามารถคงสภาพได้โดยไม่เกิดการวิบัติโดยฉับพลัน เพราะคุณสมบัติด้านความเหนียว (ductility) ต่างจากกรณีของโครงสร้างคอนกรีตซึ่งมีความเปราะมากกว่า ถ้าเกิดการรับแรงเกินกำลังก็อาจเกิดการวิบัติได้โดยฉับพลัน ดังนั้นจะเห็นว่ามาตรฐานการออกแบบ (design code) สำหรับรับแรงแผ่นดินไหวจะกำหนดให้โครงสร้างคอนกรีต จะต้องสามารถรับแรงในแนวราบมากกว่าในกรณีของโครงสร้างเหล็กทำให้โครงสร้างคอนกรีตยิ่งมีน้ำหนักมากขึ้นไปอีก และในที่สุดฐานรากและจำนวนเข็มที่ใช้ก็จะต้องมีขนาดและจำนวนสูงและกลายเป็นจุดอ่อนที่ทำให้โครงสร้างคอนกรีต เสียเปรียบโดยเฉพาะในกรณีของบ้านเรา ซึ่งราคาของระบบฐานรากนับว่าเป็นส่วนที่มีนัยสำคัญมาก

การก่อสร้าง / การติดตั้ง

ปัจจัยที่ทำให้โครงสร้างเหล็กได้เปรียบโครงสร้างคอนกรีตที่สำคัญมากคือ ระยะเวลาการก่อสร้าง เพราะโครงสร้างเหล็กสามารถที่จะออกแบบเพื่อให้ตัดประกอบ (fabrication) ในโรงงานแล้วยกไปติดตั้งที่หน้างานได้โดยวิธีการเชื่อมหรือขันชิ้นส่วนยึดได้ นอกจากการร่นเวลาแล้วค่าใช้จ่ายในการบริหารงานก่อสร้างก็จะลดลงด้วย เพราะมีภาระน้อยกว่าในการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพของวัสดุต่างๆ ที่หน้างาน รวมทั้งการประหยัดจากการสูญเสียต่างๆ รวมทั้งการต้องใช้ไม้แบบด้วย

การมีมาตรฐานที่ดีในการออกแบบโดยกำหนดให้ชิ้นส่วนเหล็กต่างๆมีขนาดที่เหมาะสมทำให้การตัดประกอบในโรงงานทำได้ด้วยความละเอียดเป็นระบบ และโดยรวดเร็วเหมือนหนึ่งการผลิตสินค้าในโรงงาน ทำให้มีการสูญเสียสิ้นแปลืองน้อยมาก ในประเด็นนี้ ทำให้อุตสาหกรรมอาคารโครงสร้างเหล็กประกอบสำเร็จรูป (system buildings) กำลังได้รับความนิยมมาก เป็นระบบที่ทุกชิ้นส่วนได้รับการออกแบบรวมเป็นกลุ่มๆ (single package) การติดตั้งจะใช้เวลาน้อยมาก จึงเหมาะสำหรับโครงสร้างโรงงานหรือโกดังสำเร็จรูป

การรื้อถอน

ข้อได้เปรียบข้อนี้ของโครงสร้างเหล็กค่อนข้างเด่นชัด โครงสร้างเหล็กสามารถรื้อถอนได้โดยง่าย นอกจากนี้ เศษเหล็กก็ยังขายหรือนำไปใช้ต่อไปได้อีกด้วย ต่างจากกรณีโครงสร้างคอนกรีต ซึ่งนอกจากรื้อถอนยากเศษปูนก็เป็นปัญหาในการนำไปทิ้ง นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระหว่างการรื้อถอนด้วย

ความทนทานต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสียเปรียบของโครงสร้างเหล็ก คือ ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาโครงสร้างเหล็ก ซึ่งมีอยู่ 2 ประการ คือ การป้องกันไฟ (fire protection) และการป้องกันการกัดกร่อน (corrosion control) อย่างไรก็ตาม สิ่งที่สำคัญที่สุดในการดูแลรักษาโครงสร้างเหล็ก คือ การจัดให้มีกำหนดเวลาในการตรวจตราและซ่อมแซมอย่างสม่ำเสมอ (preventive maintenance)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม ที่เป็นระบบโครงสร้าง เสา-คาน ดังนั้นผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบ่งประเภทของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกตามระบบการก่อสร้างดังนี้

2.10.1 ระบบโครงสร้างเสา-คาน คอนกรีตสำเร็จรูป

งานวิจัยที่ผ่านมาจะทำการศึกษาการก่อสร้างบ้านด้วยระบบโครงสร้างเสา-คาน สำเร็จรูป โดยมีผู้ทำการวิจัยดังนี้

ธนพล สินธุยนต์[5] (2545) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบเสา-คานสำเร็จรูปกับระบบเดิม โดยทำการศึกษาเรื่องกระบวนการก่อสร้าง ต้นทุน ระยะเวลาก่อสร้าง และข้อดีข้อเสีย ของทั้งสองระบบ ซึ่งพบว่าด้านต้นทุนค่าก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูปลดลงร้อยละ 1.24 เมื่อเทียบกับระบบเดิม และทำให้ระยะเวลาก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูปเร็วขึ้น 24 วัน เมื่อเทียบกับระบบเดิม

ธฤษวรรณ บัวมาศ[6](2548) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างระบบเสาและคานและระบบผนังรับน้ำหนักของบ้านเรือนแถว ในด้านกระบวนการก่อสร้างต้นทุนในการก่อสร้าง

---

[5] ธนพล สินธุยนต์.แนวทางการนำระบบเสา-คานสำเร็จรูปมาใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบเดิมในโครงการบ้านจัดสรร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[6] ธฤษวรรณ บัวมาศ.การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสา-คานและระบบผนังรับน้ำหนัก ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว : กรณีศึกษาหมู่บ้านกานดา สมุทรสาคร.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ระยะเวลา คุณภาพและปัญหาการก่อสร้าง ซึ่งพบว่าต้นทุนค่าก่อสร้างของระบบเสาและคานถูกกว่าระบบผนังรับน้ำหนัก 276.68 บาทต่อตารางเมตร และระยะเวลาก่อสร้างของระบบเสาและคานช้ากว่าระบบผนังรับน้ำหนัก 24 วัน ปัญหาที่พบการก่อสร้างไม่เป็นไปตามกำหนด ช่างฝีมือไม่มีความชำนาญ การกองเก็บผิดวิธี การติดตั้งขาดความแม่นยำ

นรินทร์ พุทธอารักษ์วงศ์[7](2549) ทำการศึกษาการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานกับระบบเดิม ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้าง อุปสรรค ข้อดี-ข้อเสีย รวมถึงการเปรียบเทียบต้นทุน และระยะเวลาการก่อสร้าง ซึ่งพบว่าต้นทุนค่าก่อสร้างของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานเพิ่มขึ้นจากระบบเดิม 93.21 บาทต่อตารางเมตร ส่วนระยะเวลาของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานเร็วกว่าระบบเดิม 26 วัน ส่วนปัญหาที่พบคือเรื่องของคุณภาพของการติดตั้งยังไม่ได้มาตรฐาน

วรายุทธ อินอร่าม[8] (2552) ทำการศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบการก่อสร้างเสา-คานสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนักและระบบเดิม ศึกษาในด้านเทคนิคปัญหาการก่อสร้าง อุปสรรคที่ส่งผลต่อการก่อสร้างและข้อดี ข้อเสีย เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาของการก่อสร้างทั้งสามระบบ ซึ่งพบว่าระบบดั้งเดิมมีราคา 9,571 บาทต่อตารางเมตร ระบบเสา-คานสำเร็จรูปมีราคา 9,887 บาทต่อตารางเมตรและระบบผนังรับน้ำหนัก 10,013 บาทต่อตารางเมตร แต่ระบบผนังรับน้ำหนัก จะมีราคาถูกกว่าระบบอื่น ถ้าสร้างถึงจุดคุ้มทุนที่ 300 หลังที่หลังละ 8,934บาทต่อตารางเมตร ซึ่งระบบการก่อสร้างบ้านระบบเสาและคานสำเร็จรูปจะมีราคาแพงกว่าการก่อสร้างระบบเดิมเท่ากับ 316 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างเร็วกว่า ระบบการก่อสร้างระบบดั้งเดิม 15 วัน บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูปจะมีราคาสูงกว่าการก่อสร้างระบบดั้งเดิมเท่ากับ 442 บาทต่อตารางเมตร ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างเร็วกว่าระบบการก่อสร้างระบบดั้งเดิม 60 วัน ระบบ เสาและคานสำเร็จรูปจะมีราคาแพงกว่าบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ าหนักสำเร็จรูปเท่ากับ 126 บาทต่อตารางเมตร ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง ระบบผนังรับน้ าหนักสำเร็จรูปจะเร็วกว่า 45 วัน ปัญหาที่พบคือ แผนงานการก่อสร้างไม่ไป ตามที่กำหนดไว้ และจากปัจจัยที่มีผลต่อผู้ประกอบการเลือกใช้ระบบที่ต่างกัน

---

[7] นรินทร์ พุทธอารักษ์วงศ์. การเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป เสา-คานกับการก่อสร้างระบบเดิม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

[8] วรายุทธ อินอร่าม.การเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ระหว่างระบบดั้งเดิมกับระบบเสาและคานสำเร็จรูปและระบบผนังสำเร็จรูป : กรณีศึกษาโครงการเพอร์เฟคพาร์ค จังหวัดนนทบุรี.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

2.10.2 **ระบบโครงสร้างเสา-คาน เหล็ก**

โยธิน อึ่งกูล[9] (2545) การก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา โดยศึกษาในเรื่องกรรมวิธี ราคา ระยะเวลา ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง และปัจจัยในการเลือกระบบมาทำการก่อสร้างของผู้ประกอบการ พบว่าการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบาใช้ระยะเวลาก่อสร้าง 90 วัน ช่วยลดระยะเวลาก่อสร้างได้ 1 เดือน สำหรับต้นทุนค่าก่อสร้าง รวมทั้งสิ้น 588,117.45 บาท ไม่รวมค่าดำเนินการ และราคาต่อตารางเมตร เท่ากับ 4,356.53 บาท ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม สูงขึ้นกว่าระบบเดิมร้อยละ 14.92 ดังนั้นหากโครงการที่ต้องการลดระยะเวลาก่อสร้าง สามารถเลือกวิธีการก่อสร้งระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบาได้

สรุปผลจากการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป จะทำให้ระยะเวลาการก่อสร้างที่อยู่อาศัย เร็วกว่าระบบเดิม โดยระบบผนังรับน้ำหนักจะทำให้การก่อสร้างเร็วที่สุด รองลงมาคือระบบโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูป แต่ด้านต้นทุนค่าก่อสร้างก็ปรับตัวสูงขึ้น โดยต้นทุนค่าก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักมีค่าก่อสร้างสูงที่สุด แต่หากก่อสร้างในปริมาณมากๆ จะทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างลดลงจนสามารถต่ำกว่าระบบเดิมได้

ปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือด้านเทคนิค เกี่ยวกับความแม่นยำในการติดตั้งและความเชี่ยวชาญของช่างเทคนิค รอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[9] โยธิน อึ่งกูล. การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา : กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นลักษณะเชิงสำรวจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม เพื่อให้ทราบขั้นตอนการก่อสร้าง ระยะเวลา ต้นทุนค่าก่อสร้าง รวมถึงข้อดี และข้อเสียของการก่อสร้างทั้งสองวิธี เพื่อนำผลจากการวิจัยมาสรุปและนำมาใช้เป็นแนวทางตัดสินใจเลือกใช้ระบบการก่อสร้างในอนาคต ซึ่งมีรายละเอียดในการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในเบื้องต้น จะทำการแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม จากตำรา ข้อมูลที่เปิดเผยทางสื่อโฆษณา การดูงานโรงงานหรือฟังบรรยาย การสังเกตการณ์ การถ่ายภาพ จดบันทึกและการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบเดิม

3.1.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ ตำรา รายงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป โดยมีเหตุผลในการเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.ภายในโครงการมีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป และระบบเดิม

2.ตัวอย่างที่นำมาวิจัย เป็นแบบบ้านระบบเดิม และระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป มีพื้นใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน 2 ขนาด คือ ประมาณ 320 ตร.ม.และ ประมาณ 270 ตร.ม.

3.3 เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1.แบบสำรวจ ทำการสำรวจโดยรอบงานก่อสร้าง การเก็บภาพถ่าย

2.แบบสังเกต ทำการสังเกตงานก่อสร้าง การผลิตที่โรงงาน การเก็บภาพถ่าย จดบันทึกอย่างละเอียดลงในบันทึกของผู้วิจัย

3.แบบสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการวิจัย การถาม-ตอบปัญหาตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างผู้ให้สัมภาษณ์ และผู้วิจัย ซึ่งจะนำมาประกอบการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัย

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

1.การเตรียมการก่อนการเข้าเก็บข้อมูล โดยการจัดทำหนังสือขอข้อมูลจากภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และขออนุญาตทำการวิจัย

2. การดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นทั้งสองระบบ ทั้งจากการรวบรวมข้อมูลจาก บทความ เอกสารวิชาการต่างๆ และสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการวิจัย การสอบถามและการตอบปัญหา ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างผู้ให้สัมภาษณ์และผู้วิจัย โดยข้อมูลที่จำเป็น เช่น รายละเอียดเกี่ยวกับการก่อสร้าง กระบวนการก่อสร้าง ขั้นตอนการผลิตและติดตั้งโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ระยะเวลา ที่ใช้ในการก่อสร้าง ต้นทุนค่าก่อสร้างและข้อจำกัดในการก่อสร้าง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ทั้งระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปและระบบเดิมแล้วเสร็จ จึงเริ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและจำแนกเบื้องต้น เป็นการนำข้อมูลที่ได้เบื้องต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านเอกสารวิชาการ การสังเกตการณ์การก่อสร้างที่เกิดขึ้นมาจัดแยกเป็นประเด็นต่างๆ ตามหัวข้อของวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย และทำการตรวจสอบข้อมูลที่ยังไม่สมบูรณ์ เพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ครบสมบูรณ์

2.การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลที่จัดแยกเป็นประเด็นต่างๆ มาแยกวิเคราะห์ออกเป็นเรื่องๆ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยซึ่งมีรายละเอียดและลำดับดังต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง ขั้นตอนการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้าง กับระบบเดิม

2.2 วิเคราะห์ด้าน ต้นทุน ระยะเวลา เป็นการวิเคราะห์ถึงความแตกต่าง ในการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

2.3 วิเคราะห์ข้อดี และข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม ที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์เป็นประเด็นต่างๆ

3.6 การสรุปผลการวิจัย

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะดำเนินการสรุปผลการวิจัยโดยทำการสรุปเป็นประเด็นตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ที่ได้จาก แนวคิด และทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยให้การสรุปผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ข้อมูลรายละเอียดโครงการ

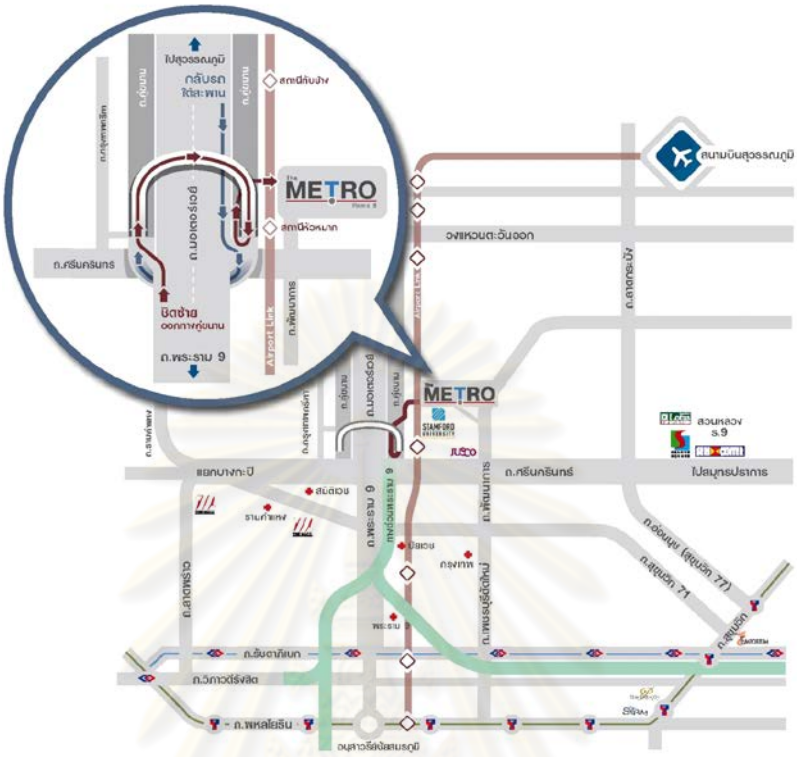
ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกรณีศึกษา เป็นโครงการบ้านจัดสรรที่ดิน ซึ่งมีการก่อสร้างบ้าน เดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปและระบบเดิม ภายในโครงการเดียวกัน โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบ บ้านที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ขนาดตั้งแต่ 270 ตร.ม.ขึ้นไป โดยรายละเอียดของโครงการที่ทำการศึกษามีดังนี้

4.1 รายละเอียดทั่วไปของโครงการ

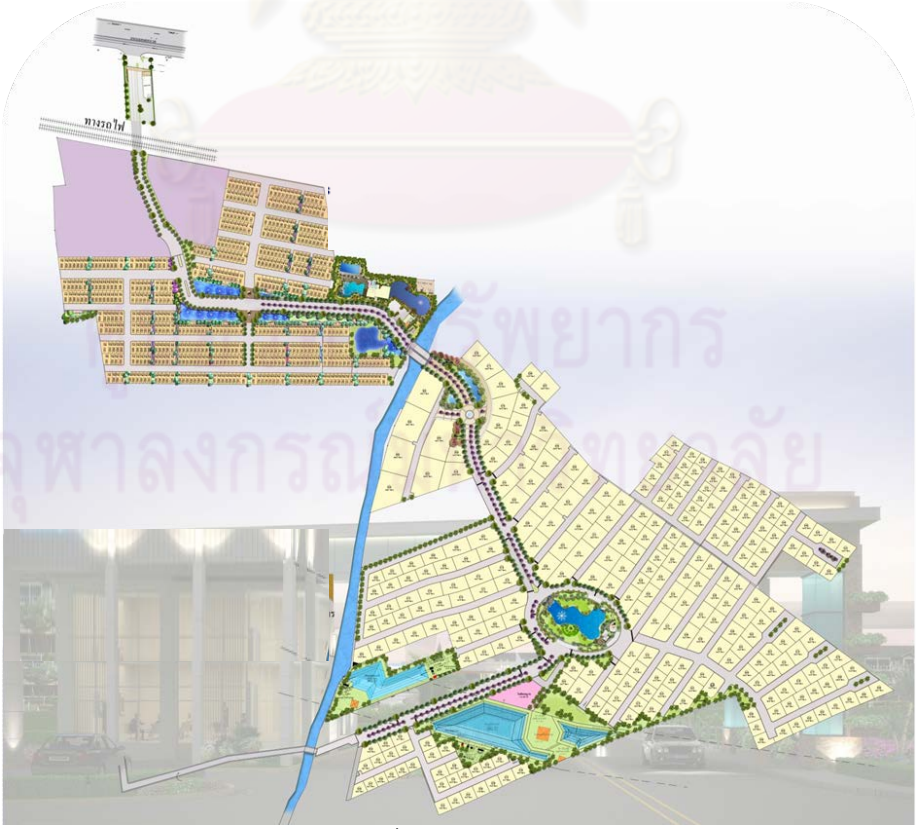
ประเภทโครงการที่อยู่อาศัย รูปแบบบ้านเดี่ยว 2 ชั้น และ ทาว์นเฮาส์ 3 ชั้น

ชื่อโครงการ	เพอร์เฟคมาสเตอร์พีซ พระราม 9	
ที่ตั้งโครงการ	ถนนเลียบมอเตอร์เวย์ กรุงเทพฯ-ชลบุรี แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร	
ขนาดโครงการ	200-1-74.2 ไร่	
จำนวนที่อยู่อาศัย	บ้านแถว	จำนวน 489 หลัง
	บ้านเดี่ยว	จำนวน 284 หลัง
ระบบก่อสร้าง	ระบบเดิม	จำนวน 258 หลัง
	ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	จำนวน 26 หลัง
การดำเนินโครงการ	โครงการเริ่มดำเนินการก่อสร้าง พ.ศ.2550	
	คาดว่าจะแล้วเสร็จ พ.ศ.2555	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-1 แสดงแผนที่ตั้งโครงการ



ภาพที่ 4-2 ผังโครงการ

4.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอย

4.2.1 บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม

แบบบ้าน ก

เป็นที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ก่อสร้างด้วยระบบเดิม โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ มีรายละเอียดพื้นที่ใช้สอยดังนี้

แปลนพื้นชั้นล่าง

เฉลียง	ขนาด	2.50 x 4.00	ม.
โถงทางเดิน	ขนาด	1.00 x 2.80	ม.
ห้องรับแขก	ขนาด	4.00 x 4.50	ม.
ห้องพักผ่อน	ขนาด	3.80 x 5.90	ม.
ห้องนอนชั้นล่าง	ขนาด	3.40 x 3.50	ม.
ห้องอาหาร	ขนาด	3.80 x 4.20	ม.
โถงบันได	ขนาด	2.50 x 4.20	ม.
ห้องเตรียมอาหาร	ขนาด	2.40 x 4.20	ม.
ห้องน้ำชั้นล่าง	ขนาด	1.80 x 2.70	ม.
ห้องแม่บ้าน	ขนาด	2.10 x 2.30	ม.
ห้องครัวไทย	ขนาด	2.70 x 3.60	ม.
ซักรีด	ขนาด	1.40 x 2.30	ม.
ห้องน้ำแม่บ้าน	ขนาด	1.20 x 1.60	ม.
ห้องเก็บของ	ขนาด	1.20 x 1.70	ม.

แปลนพื้นชั้นบน

ห้องนอนใหญ่	ขนาด	4.00 x 5.10	ม.
	ขนาด	1.60 x 1.90	ม.
ห้องแต่งตัว	ขนาด	2.20 x 4.40	ม.
โถงชั้นบน	ขนาด	2.65 x 4.30	ม.
โถงบันได	ขนาด	2.20 x 3.20	ม.
โถงทางเดิน	ขนาด	1.40 x 8.80	ม.
ห้องน้ำใหญ่	ขนาด	2.10 x 6.40	ม.
ห้องน้ำ 1	ขนาด	1.70 x 3.00	ม.
ห้องน้ำ 2	ขนาด	1.70 x 2.80	ม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ห้องน้ำ 3	ขนาด	2.80 x 4.40	ม.
ห้องนอน 3	ขนาด	3.45 x 3.90	ม.
ห้องนอน 4	ขนาด	3.20 x 3.90	ม.
ระเบียง 1	ขนาด	1.30 x 3.80	ม.
ระเบียง 2	ขนาด	1.50 x 4.00	ม.

รวมพื้นที่ใช้สอยประมาณ 353 ตารางเมตร

ภาพที่ 4-3 รูปด้านหน้าแบบ ก

ภาพที่ 4-4 รูปผังพื้นชั้นล่างแบบ ก

ภาพที่ 4-5 รูปผังพื้นชั้นบนแบบ ก

แบบบ้าน ข

เป็นที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยดังนี้

แปลนพื้นชั้นล่าง

เฉลียง 1	ขนาด	1.70 x 2.70	ม.
โถงทางเดิน	ขนาด	1.60 x 4.10	ม.
โถงทางเดิน	ขนาด	1.00 x 2.60	ม.
ห้องรับแขก	ขนาด	4.00 x 4.00	ม.
ห้องพักผ่อน	ขนาด	4.00 x 5.00	ม.
ห้องอาหาร	ขนาด	3.50 x 4.60	ม.
โถงบันได	ขนาด	2.40 x 3.10	ม.
ห้องน้ำชั้นล่าง	ขนาด	1.80 x 2.70	ม.
ห้องแม่บ้าน	ขนาด	2.10 x 2.30	ม.
ห้องครัวไทย	ขนาด	2.80 x 3.10	ม.
ซักรีด	ขนาด	2.00 x 2.20	ม.
ห้องน้ำแม่บ้าน	ขนาด	1.20 x 2.00	ม.
ห้องเก็บของ	ขนาด	1.60 x 2.70	ม.

แปลนพื้นชั้นบน

ห้องนอนใหญ่	ขนาด	4.00 x 5.60	ม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ห้องแต่งตัว	ขนาด	2.10 x 3.50	ม.
โถงชั้นบน	ขนาด	2.60 x 5.40	ม.
	ขนาด	2.20 x3.20	ม.
โถงบันได	ขนาด	2.50 x 3.00	ม.
โถงทางเดิน	ขนาด	1.80 x 2.60	ม.
ห้องน้ำใหญ่	ขนาด	3.00 x 3.30	ม.
ห้องน้ำ 1	ขนาด	2.10 x2.10	ม.
ห้องน้ำ 2	ขนาด	1.60 x 2.70	ม.
ห้องนอน 2	ขนาด	3.50 x 3.50	ม.
ห้องนอน 3	ขนาด	3.50 x 3.70	ม.
ระเบียง 1	ขนาด	1.20 x 2.00	ม.
ระเบียง 2	ขนาด	1.00 x 5.50	ม.

รวมพื้นที่ใช้สอยประมาณ 319 ตารางเมตร

ภาพที่ 4-6 รูปด้านหน้าแบบ ข

ภาพที่ 4-7 รูปผังพื้นชั้นล่างแบบ ข

ภาพที่ 4-8 รูปผังพื้นชั้นบนแบบ ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 แบบก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

แบบบ้าน ค

เป็นที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยดังนี้

แปลนพื้นชั้นล่าง

โถงทางเข้า	ขนาด	2.45 x 3.75	ม.
	ขนาด	0.75 x 1.20	ม.
ห้องรับแขก	ขนาด	5.10 x 4.70	ม.
โถงทางเดิน	ขนาด	2.45 x 4.70	ม.

โถงบันได	ขนาด	2.40 x 2.60	ม.
ห้องนั่งเล่น	ขนาด	4.90 x 3.70	ม.
ห้องอาหาร	ขนาด	4.00 x 3.80	ม.
ห้องเตรียมอาหาร	ขนาด	3.20 x 3.80	ม.
ห้องครัวไทย	ขนาด	2.20 x 3.20	ม.
ห้องทำงาน	ขนาด	3.65 x 4.60	ม.
ห้องน้ำ 5	ขนาด	1.90 x 2.40	ม.
ห้องแม่บ้าน	ขนาด	2.20 x 2.60	ม.
ห้องเก็บของ	ขนาด	1.70 x 2.20	ม.

แปลนพื้นชั้นบน

ห้องนอนใหญ่	ขนาด	4.10 x 4.60	ม.
ห้องน้ำ 1	ขนาด	2.40 x 4.60	ม.
ห้องพักผ่อน	ขนาด	4.70 x 4.70	ม.
โถงทางเดิน 1	ขนาด	2.60 x 4.70	ม.
โถงทางเดิน 2	ขนาด	1.30 x 3.80	ม.
โถงบันได	ขนาด	2.40 x 2.60	ม.
ห้องนอน 1	ขนาด	3.30 x 3.80	ม.
	ขนาด	2.00 x 2.50	ม.
ห้องน้ำ 2	ขนาด	1.60 x 2.40	ม.
ห้องนอน 3	ขนาด	3.60 x 3.70	ม.
ห้องนอน 2	ขนาด	3.50 x 3.70	ม.
ห้องน้ำ 3	ขนาด	1.70 x 2.20	ม.
ระเบียง	ขนาด	1.70 x 4.80	ม.

รวมพื้นที่ใช้สอยประมาณ 288 ตารางเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4-9 รูปด้านหน้าแบบ ค

ภาพที่ 4-10 รูปผังพื้นชั้นล่างแบบ ค

ภาพที่ 4-11 รูปผังพื้นชั้นบนแบบ ค

แบบบ้าน ง

เป็นที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยดังนี้

แปลนพื้นชั้นล่าง

เฉลียงหน้าบ้าน	ขนาด	1.20 x 4.60	ม.
โถงทางเข้า	ขนาด	3.80 x 4.55	ม.
	ขนาด	0.80 x 1.30	ม.
ห้องรับแขก	ขนาด	3.80 x 4.55	ม.
ห้องอาหาร	ขนาด	5.00 x 4.70	ม.
โถงบันได	ขนาด	2.50 x 2.60	ม.
โถงทางเดิน	ขนาด	2.20 x 4.70	ม.
ห้องเตรียมอาหาร	ขนาด	2.20 x 2.80	ม.
ห้องครัวไทย	ขนาด	2.40 x 3.00	ม.
ห้องทำงาน	ขนาด	3.70 x 4.10	ม.
ห้องน้ำ	ขนาด	1.70 x 2.20	ม.
ห้องแม่บ้าน	ขนาด	2.20 x 2.20	ม.

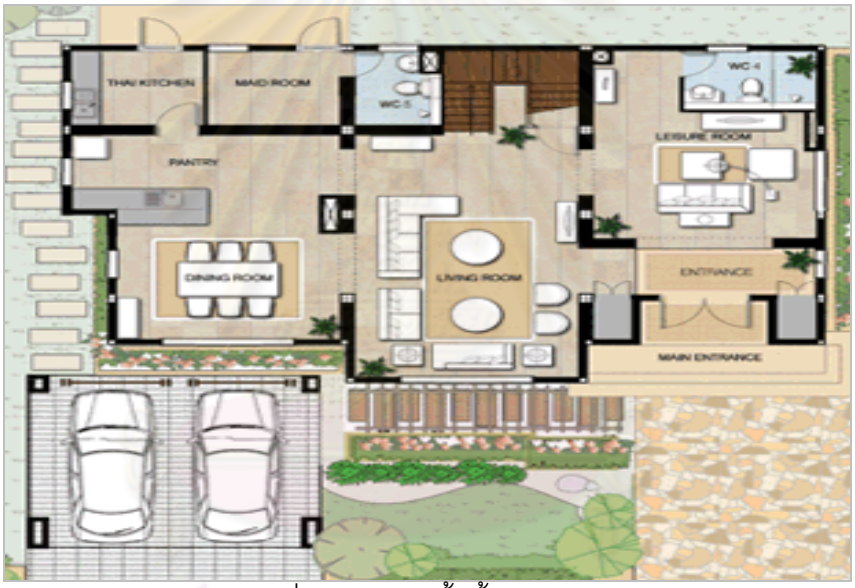
แปลนพื้นชั้นบน

ห้องนอนใหญ่	ขนาด	3.70 x 5.30	ม.
	ขนาด	2.20 x 2.20	ม.
ห้องแต่งตัว	ขนาด	2.20 x 3.00	ม.
ห้องพักผ่อน	ขนาด	4.00 x 4.40	ม.
โถงบันได	ขนาด	2.20 x 4.70	ม.
โถงทางเดิน	ขนาด	1.20 x 4.70	ม.
ห้องน้ำ 5	ขนาด	2.20 x 5.30	ม.
ห้องนอน 2	ขนาด	3.70 x 4.40	ม.
ห้องนอน 3	ขนาด	2.80 x 4.40	ม.
	ขนาด	1.70 x 1.80	ม.
ห้องน้ำ 3	ขนาด	1.50 x 2.60	ม.
ห้องน้ำ 4	ขนาด	1.70 x 2.20	ม.

รวมพื้นที่ใช้สอยประมาณ 275 ตารางเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4-12 รูปด้านหน้าแบบ ง



ภาพที่ 4-13 รูปผังพื้นชั้นล่างแบบ ง

ภาพที่ 4-14 รูปผังพื้นชั้นบนแบบ ง

4.3 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง

4.3.1 ระบบเดิม รายการวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างระบบเดิมจะประกอบไปด้วยรายละเอียดตามตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1รายละเอียดวัสดุประกอบแบบระบบเดิม

No.	รายการ		รายละเอียด
1	**หมวดโครงสร้าง**		
	1.1 เสาเข็ม ชนิดคอนกรีตอัดแรง		ใช้ขนาดและความยาว ตามระบุในแบบเฉพาะ สำหรับโครงการนั้นๆเท่านั้น
	1.2 โครงสร้างคอนกรีต (ฐานราก,เสา,คาน,พื้น)		ใช้ปูนซีเมนต์ผสมเสร็จ หรือปูนซีเมนต์ปอร์แลนด์ประเภทหนึ่ง กำลังอัดคอนกรีต(fc')ไม่น้อยกว่า 210 Ksc.(ทรงกระบอก)
	1.3 พื้นสำเร็จรูป เป็นพื้นคอนกรีตอัดแรง		พื้นชั้นล่างใช้ชนิดลอนไม่ต้องค้ำยัน ของ PCM หรือ DCON ชั้นบนใช้ท้องแผ่นเรียบ Spec ตามผู้ผลิต
	1.4 เหล็กเสริมคอนกรีต		กำหนดให้ใช้เหล็กของ บลส , บลกท , BSI , GSS และ TPS
2	**หมวดหลังคา**		
	2.1 กระเบื้องหลังคา		ใช้กระเบื้อง ซีแพคโมเนีย รุ่น CONTRAZZ COLLECTION สีประกายตะวัน , ประกายทอง บุแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ใต้หลังคาของซีแพ็คแป GALVANIZE ของ ซีแพ็ค หนา 0.55 มม.
	2.2 โครงหลังคาทั่วไป		ใช้โครงสร้างคาสำเร็จรูป SMARTRUSS , CPAC MONIER TRUSS หรือ เหล็กรูปพรรณตามแบบกำหนด
	2.3 เชิงชาย		ใช้ไม้เชิงชายตราช้าง, Conwood หรือ ไม้ฝาเฌอร่ารุ่น CARE ขนาด 6" ผิวทาสีน้ำพลาสติกตามสีชุดหรือตาม Spec. โครงการ
	2.4 กันนก(ไม้ปิดทับ)		ใช้ไม้เชิงชายตราช้าง, Conwood หรือ ไม้ฝาเฌอร่ารุ่น CARE ขนาด 6" ผิวทาสีน้ำพลาสติกตามสีชุด พร้อมแผ่นกันนกของซีแพคโมเนีย
3	**หมวดฝ้าเพดาน**		
	CODE	**รายการ**	**รายละเอียด วัสดุฝ้าเพดานภายใน**
	C1	3.1 ฝ้าเพดานภายใน	ฝ้ายิบซั่มบอร์ดแบบธรรมดา ชนิดขอบลาด หนา 9 มม. ผิวฉาบเรียบทาสีพลาสติกโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี @ 0.40 x 1.20 ม.

	CODE	รายการ	รายละเอียด วัสดุฝ้าเพดาน ภายนอก
	C3 C5 C6	3.3 ฝ้าเพดานภายนอก 3.5 ฝ้าชายคา 3.6 ฝ้าเพดาน	ฝ้ายิบซั่มบอร์ดแบบกันชื้น ชนิดขอบลาด หนา 9 มม.ผิวฉาบเรียบทาสีพลาสติก โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสี@0.4 x1.20 m. ฝ้ากระเบื้องฝ้า PANALE uPVC โครงเคร่าเหล็กชุบสักกะสี 0.40 X 1.00 รุ่น CENTER VENT สีขาว ฉาบปูนเรียบทาสี
4	**หมวดผนัง**		
	4.1 ผนังทั่วไป 4.2 ผนังห้องครัว , ห้องเตรียมอาหาร 4.3 ผนังห้องน้ำทั่วไป 4.4 ผนังห้องน้ำคนรับใช้	ผนังก่ออิฐมอญผิวฉาบปูนเรียบ ทาสีน้ำพลาสติก ผนังก่ออิฐมอญผิวฉาบเรียบ ทาสีน้ำพลาสติก ชนิดทาภายใน กระเบื้องเซรามิคเกรด A 10" x 16" ลายพิเศษ กระเบื้องเซรามิคเกรด A 8" x 8" สีเรียบ บุสูง 8 แถว	
	รายการไม้บัวเชิงผนัง	**บริเวณที่ใช้**	
	4.11 บัวเชิงผนังทั่วไป เป็นบัวไม้เต็งมาเลย์ขัดเรียบ ทาสีน้ำมันสีขาว	- พื้นไม้ทั่วไปภายใน ชั้นล่าง (ยกเว้นห้องน้ำและห้องเก็บของใต้บันได) - พื้นทั่วไปภายใน ชั้นบน ใช้บัว (ยกเว้นห้องน้ำ) - พื้นชานพักบันไดรวมทั้งลูกตั้งลูกนอนบันได	
5	**หมวดพื้น**		
	พื้นชั้นล่าง		**วัสดุที่ใช้ปู**
	5.1 พื้นชั้นล่างทั่วไป 5.2 พื้นห้องเก็บของใต้บันได พื้นห้องเก็บของ ห้องคนรับใช้ 5.3 พื้นเฉลียง,พื้นบันไดเฉลียง และลูกตั้ง (ถ้ามี) 5.4 พื้นบันไดลงจอดรถ และลูกตั้ง (ถ้ามี)		กระเบื้องเซรามิค เนื้อโฮโมจีเนีย เกรด A 18" x18" ลายพิเศษ กระเบื้องเซรามิคเกรด A 8" x 8" สีเรียบ กระเบื้องชนิดปูพื้นเซรามิกเกรด A 12" x 12" เดินขอบทรายล้าง กระเบื้องชนิดปูพื้นเซรามิกเกรด A 12" x 12" เดินขอบทราย

5	**หมวดพื้น**	
	พื้นชั้นล่าง	**วัสดุที่ใช้ปู**
	5.5 พื้นชั้นบนทั่วไป	ปาร์เก้ไม้มะค่า4"x14"
	5.6 พื้นห้องน้ำห้องนอนใหญ่ ชั้นบน	กระเบื้องเซรามิคเกรด A 8" x 8" ลายพิเศษ
	5.7 พื้นห้องน้ำห้องทั่วไป ชั้นบน (ถ้ามี)	กระเบื้องเซรามิคเกรด A 8" x 8" ลายพิเศษ
	5.16 พื้นระเบียง	กระเบื้องเซรามิคเกรด A 8" x 8" ลายพิเศษ
	5.17 พื้นกระบะต้นไม้และพื้น Slab วางแอร์	ผิวซีเมนต์ขัดมัน รวมทั้งผนังขอบแนวตั้งภายในด้วย
6	**หมวดบันได**	
	6.1 โครงสร้างบันไดไม้	(ให้ดูรายละเอียดตามระบุในแบบขยายบันได)
	6.2 ลูกนอน , บังขั้น , พื้นชานพัก และไม้ขอบพื้น	ไม้มะค่า ผิวขัดเรียบ ทำสีตาม spec. โครงการ
	6.3 เสาบันได , ไม้ยึดลูกกรงและไม้ราวล่าง	ไม้มะค่า ผิวขัดเรียบ ทำสีตาม spec. โครงการ
	6.4 ราวจับบน (บันได / กันตก)	ไม้มะค่า ผิวขัดเรียบ ทำสีตาม spec. โครงการ
	6.5 ลูกกรง (บันได/กันตก)	ไม้เนื้อแข็ง ผิวขัดเรียบ ทาสีตาม Spec. โครงการ
7	**หมวดประตู – หน้าต่าง**	
	7.1 วงกบประตู - หน้าต่างทั่วไป	วงกบไม้ชนิดไม้เนื้อแข็ง ขนาดตามรายการประกอบแบบชุดประตู-หน้าต่างไม้
	7.2 บานประตูบาน MAIN ENT	วงกบไม้เนื้อแข็งสำเร็จรูปสีพ่นโพลียูริเทน (สีขาว) ติดตั้งระบบแห้งบานประตูไม้เคลือบฟอร์ไมก้าพ่นสีโพลียูลิเทนผลิตภัณฑ์ของ บ.LEO WOOD
	7.3 บานประตูบานภายนอก SUB ENT	วงกบไม้เนื้อแข็งสำเร็จรูปสีพ่นโพลียูริเทน (สีขาว) ติดตั้งระบบแห้งบานประตูไม้เคลือบฟอร์ไมก้าพ่นสีโพลียูลิเทนตามรูปแบบผลิตภัณฑ์ของ บ.LEO WOOD
	7.4 บานประตูทั่วไปภายใน	วงกบไม้เนื้อแข็งบานประตูไม้หน้าสยาแดง รุ่น Formal ผลิตภัณฑ์ของ บ.LEO WOOD
	7.5 บานประตูห้องน้ำ	วงกบไม้เนื้อแข็งบานประตูไม้หน้าสยาแดง รุ่น Formal (4ช่อง) 2 ช่อง ล่างเป็นเกร็ดไม้ระบายอากาศทาสีน้ำมัน

7	**หมวดประตู – หน้าต่าง**	
	7.7 บานประตูห้องน้ำ MAID 7.8 บานประตูเลื่อน บาน หน้าต่าง – และอุปกรณ์ 7.9 อุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง 7.10 กระจกทั่วไป	เรียบ (สีขาว) มอก.504-2527 ผลิตภัณฑ์ของ บ.LEO WOOD ชุดบานประตูพร้อมวงกบสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์ตรา KING รุ่น K 3 ขนาด 0.20 x 2.00 m. สีขาว ชุด UPVC WINDSOR ขนาดและชนิดตามระบุในรายการประกอบแบบประตู - หน้าต่าง ยี่ห้อ COLT ใช้กระจกเขียวตัดแสง 5 มม. (TINTED GLASS) กระจกฝ้าหนา 5 มม. และกระจกเงาสยามการ์เดียนหรือไทยอาซาฮี ตามแบบขยาย ประตู-หน้าต่าง
8	**หมวดสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์**	
	8.1 สุขภัณฑ์ 8.2 ก๊อกน้ำ 8.3 อุปกรณ์ประกอบ	CRISTINA , COTTO AMERICAN STANDARD , CRISTINA , COTTO COTTO , TOTO , PREMA
9	**หมวดสี**	
	รายการสีที่ใช้ทั้งหมด	- ใช้ของ TOA SUPER SHIELD
	รายการ	**TOA**
	9.1 สีรองพื้นปูน 9.2 สีน้ำอะครีลิค(ทาภายนอก) 9.3 สีน้ำอะครีลิค (ทาภายใน) 9.4 สีรองพื้นไม้ 9.5 สีรองพื้นเหล็ก 9.6 สีน้ำมันทาไม้และเหล็ก	ACRYLIC คอนแทคไพร์เมอร์ 1 เที่ยว TOA SUPER SHIELD (EXT) TOA 4 SEASON UNIVERSAL WOOD PRIMER F 1600 ของ TOA RED LEAD PRIMER G 1264 TOA HIGH GLOSS ENAMEL TOA
9	**หมวดสี**	
	9.7 สีเคลือบผิวแข็ง	TOA POLYUNRETHANC 2K
10	**หมวดประปา**	
	10.1 ระบบน้ำร้อน 10.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย	- ใช้เฉพาะอ่างอาบน้ำ ยกเว้นระบุตามแบบ - ใช้ถังบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ Cotto CN 1600

10	**หมวดประปา**			
	10.3 ถังดักไขมัน 10.4 ถังเก็บน้ำ 10.5 ปั๊มน้ำ	- ใช้ถังดักไขมัน Cotto บนดิน CNGT15 - ถังน้ำ Cotto - ใช้ปั๊มน้ำของ HITACHI ขนาด 300 วัตต์		
11	**หมวดไฟฟ้า**			
	11.1 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า	- ชนิด 1 ยก 2 สาย (220 โวล์)		
	no	**ตู้ Load Center ของBTICINO**	**อุปกรณ์ป้องกันไฟดูด**	**รุ่นของวงจรย่อยที่ใช้ (Branch Circuit)**
	36	BTICINO E109C/36D	BTICINO/ELC B 25A	รุ่น 10 A. สำหรับ วงจรแสงสว่าง (ดวงโคม) FE81-10
		F83H/100 (Main 3-phase 100A)	G723/25AC	รุ่น 16 A. สำหรับ วงจรปลั๊ก FE81-16 รุ่น 20, 32 A. สำหรับ วงจรแอร์ , เครื่องทำน้ำร้อนและปั๊มน้ำ FE81-20, FE81-32
	11.11 หลอดไส้ Incandescent Lamp	- Philipe , Osram		
	11.12 หลอด fluorescent 11.13 ดวงโคมทั่วไป 11.14 พัดลมระบายอากาศ	- Philipe , Osram - Philipe , Osram - ใช้ของ National รุ่น FV-20 AUT 2 (ถ้ามี)		
	รายการดวงโคม , สวิทซ์ , ปลั๊ก และอุปกรณ์			
	รายการ		**รายละเอียด และอุปกรณ์**	
	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าเพดาน ฝาครอบแก้วสีขาวขุ่น Dia. 14"		NO. 9931 K Ø 450 mm. 32 W DAYLIGHT ของ NATIONAL (ครัวไทย, ห้องครัว)	
	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าเพดาน ฝาครอบแก้วสีขาวขุ่น Dia. 14"		NO. C4-78A/14 (แต้ง่วนเซ่งเฮง) 32 W DAYLIGHT PCE/C 18W 3U	
	ดวงโคมกระบอกฝังบนฝ้าเพดาน Dia. 4"		NO. H 227-9 (แต้ง่วนเซ่งเฮง)	
	ดวงโคมกระบอกฝังเพดาน Ø 6" (กันแมลง)		NO. ELC 924 PSE27 (ระเบียง) PLE/C แสง WARM WHITE	

11	หมวดไฟฟ้า	
	รายการดวงโคม , สวิทซ์ , ปลั๊ก และอุปกรณ์	
	ดวงโคมกระบอกฝังบนฝ้าเพดาน Dia. 7"	NO. A 90-100-64 (แต้ง่วนเซ่งเฮง) PLE/C 18W 3U
	ดวงโคมระย้าห้อยจากฝ้าเพดาน	(ลูกค้าจัดหาเอง)
	ดวงโคมไฟกริ่งภายนอกบ้าน ติดสูงจากพื้น 2.00 ม.	NO. 1054 สีขาว E 27 PLE/C 3U 18 W แสง WARMWHITE
	ดวงโคมไฟหัวเสาประตูรั้วหน้าบ้าน	NO. 1054 สีขาว รุ่น TOP หัวเสา ขั้ว E27 PLE/C 3U 13 WARMWHITE ของ Sanneag sathian
	ไฟฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์ พร้อมฝากล่องกันน้ำ ติดผนัง	ชุดสำเร็จรูปของ LAMTAN 18 W แสง DAYLIGHT
	กริ่งไฟฟ้า(กระดิ่งดูโทน 2 เสียงแบบลอย)	Bticino No.74
	สวิทซ์กริ่งไฟฟ้า(1 สวิทซ์ใน 1 ตลับ)	Waterproof Push Button No.89N
	สวิทซ์เปิด - ปิดไฟฟ้า ชนิดทางเดียว	ยี่ห้อ bticino
	เต้าเสียบโทรศัพท์	ยี่ห้อ bticino

4.3.2 ระบบโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูป รายการวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูปจะประกอบไปด้วยรายละเอียดตามตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 รายละเอียดวัสดุประกอบแบบระบบโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูป

1. หมวดโครงสร้าง

	งาน	รายการ
1.1	เสาเข็ม	เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เชื่อมต่อ 2 ท่อน ตามวิศวกรกำหนด ในแบบก่อสร้าง
1.2	ฐานราก	คอนกรีตเสริมเหล็ก ตามขนาดวิศวกรกำหนด
1.3	โครงสร้างเสา – คาน	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เคลือบกันสนิม ตามขนาดวิศวกรกำหนด
1.4	โครงสร้างพื้นภายในบ้าน	แผ่นสมาร์ทบอร์ด หนา 18 มม.บนโครงสร้างเหล็กรูปพรรณเคลือบกันสนิม

	งาน	รายการ
1.5	โครงสร้างพื้นภายนอก(ลานหน้าบ้าน, ลานซักล้าง)	คอนกรีตเสริมเหล็ก

2. หมวดวัสดุปูพื้น

	งาน	รายการ
2.1	พื้นชั้นล่างทั่วไป	เซรามิค COTTO ขนาด 60x60 ซม.GT 24”x24” Aden nano สี Beige, FT 12”x12” ceres matt Ivory
2.2	พื้นชั้นบนทั่วไป	ไม้พื้น Laminate E1 หนา 12 มม.ตราช้าง สี Maple FC-W medium
2.3	พื้นห้องน้ำ	เซรามิค COTTO ขนาด 30x30 ซม.รุ่น FWT 12”x12. noel white, FT 8”x8” Vertigo sand, GP 13”x13” Agra Taupe,GP Palatino Flax 12”x12” GT 12”x12” GL 1000 Ivory R/T
2.4	พื้นครัว	เซรามิค COTTO ขนาด 30x30 ซม.รุ่น FTW 24”x24. Alexander Ivory R/T, GP 12”x12” Naxos Beige
2.5	พื้นลานภายนอก(ลานหน้าบ้าน,ลานซักล้าง)	เซรามิค COTTO ขนาด 30x30 ซม.รุ่น GT 12”x12. Sierablack R/T, FT 8”x8” Vertigo Sand
2.6	พื้นระเบียงชั้น 2	เซรามิค COTTO – Gray ขนาด 30”x30” ซม.FT 8”x8” Sergio Metal

3. หมวดผนัง

	งาน	รายการ
3.1	ผนังทั่วไป	แผ่นสมาร์ทบอร์ด หนา 18 มม.บนโครงเหล็กชุบสังกะสีเบอร์ 24 กรุด้วย wallpaper สี WC-C (GT1527,GT1535,T1534,GT1533,White,GT1523,GT155)
3.2	ผนังห้องน้ำ	แผ่นสมาร์ทบอร์ด หนา 18 มม.บนโครงเหล็กชุบสังกะสีกระด้วยเซรามิค COTTO WT 8”X16”(Hyg),MT 12”X12”,WT 8”X8”,GL12”X12” Glass, WT 8”X16”,WT10”X16”,GL12”X12”

	งาน	รายการ
3.3	ผนังภายนอก	แผ่นสมาร์ทบอร์ด หนา 12 มม.บนโครงเหล็กเคลือบกันสนิม กรุด้วยเซรามิค COTTO ขนาด 8 มม.สีขาว

4. หมวดฝ้าเพดาน

	งาน	รายการ
4.1	ฝ้าเพดานทั่วไป	C2 Smart Board, Wallpaper Plain White
4.2	ฝ้าเพดานห้องน้ำ	C1 Gypsum board 12mm ชนิดกันน้ำ
4.3	ฝ้าครัวไทย	C1Gypsum board 8mm ชนิดกันน้ำ

5. หมวดหลังคา

	งาน	รายการ
5.1	โครงหลังคา	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ เคลือบกันสนิม
5.2	กระเบื้องหลังคา	หลังคาเซรามิค EXCELLA รุ่น Flato coco brown
5.3	วัสดุกันความร้อน	ฉนวนใยแก้ว วางบนฝ้าเพดาน
5.4	เชิงชาย	สมาร์ทวูด ตราช้าง
5.5	ฝ้าชายคา	Smart Board ตราช้าง

6. ประตู-หน้าต่าง

	รายการ	งาน
6.1	ประตูภายใน และอุปกรณ์	วงกบไม้ บานประตู โครงไม้จริงตลอดทั้งบาน ปิดผิวด้วยไม้อัด E1 ทำสี DC-(1)X900 Dark LH126
6.2	ประตูห้องน้ำ และอุปกรณ์	วงกบไม้, บานประตู โครงไม้จริงตลอดทั้งบาน ปิดผิวด้วยไม้อัด E1 DC-(1)X700 Dark LH126
6.3	ลูกบิด / มือจับ	ตามระบุใน Catalogue Classic
	รายการ	**งาน**
6.4	หน้าต่าง	กรอบอลูมิเนียม กระจก 2 ชั้นหนารวม 17 มม. โดยมี AIR GAP 6 มม. (3+3+6+5)

7. บันได

	รายการ	งาน
7.1	โครงสร้างบันได	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ทาสี ตามแบบวิศวกรกำหนด
7.2	ลูกนอน – ลูกตั้ง	Engineered Wood (Rubber wood) Open

	รายการ	งาน
7.3	ราวบันได/ราวกันตก	Engineered Wood (Rubber wood) Open

8. ห้องน้ำ

	รายการ	งาน
8.1	สุขภัณฑ์	COTTO รุ่น SWP-C16817, SWG-C13507, SWC-C186
8.2	อ่างล้างหน้า	COTTO รุ่น SWC-C007, SWC-C002, SWC-SC0285, SWC-C0110
8.3	SHOWER	COTTO รุ่น CT999H#WH(HM)
8.4	ก๊อกน้ำ	COTTO รุ่น 1034A(HM), CT1091C26(NM), CT147A; CT372A(HM), CT1092C26(HM), CT361N, PM105Q2(HM)
8.5	อุปกรณ์อื่นๆ	SWC-C835, SWC-C836, SWC-C837, PM911, BH228BP(H), CT360N, CT179(HM)

9. ไฟฟ้า

	รายการ	งาน
9.1	ระบบไฟฟ้า	มิเตอร์ 30/100 (1 phase)
9.2	สาย Main ภายนอก	Bangkok Cable หรือเทียบเท่า เดินสายไม่เกิน 20 เมตร
9.3	สาย Main ภายใน	Bangkok Cable หรือเทียบเท่า เดินสาย ซ่อนในผนัง
9.4	แผงควบคุมไฟฟ้า	SQUARE D 24 Circuit
9.5	สวิทช์ – ปลั๊ก	Clipsal brand หรือเทียบเท่า
9.6	โคมไฟ – หลอดไฟ	OSRAM lamp, SUKC brand หรือเทียบเท่า

10. ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ

	รายการ	งาน
10.1	ระบบปรับอากาศ	Mitsubishi หรือเทียบเท่า เดินท่อออกผนังด้านนอกโดยมีฝาครอบ ตามระบุในแบบก่อสร้าง (SPLIT TYPE)
10.2	ระบบหมุนเวียนอากาศ	ยี่ห้อ Mitsubishi หรือเทียบเท่า ตามระบุในแบบก่อสร้าง

11. ระบบท่อและสุขาภิบาล

	รายการ	งาน
11.1	ระบบท่อน้ำดี	ท่อ PVC ตราช้าง Class 13.5, PE 100(PN 16)
11.2	ระบบท่อน้ำเสีย	ท่อ PVC ตราช้าง Class 8.5 ขนาดตามระบุในแบบ CT680(AX) 39cm CT680(AX) 24cm
11.3	ปั๊มน้ำ	Hitachi หรือเทียบเท่า ตามระบุในแบบก่อสร้าง
11.4	ถังเก็บน้ำ	COTTO วางบนดิน ขนาดตามรุบุในแบบ
11.5	ถังบำบัดน้ำเสีย	COTTO ฝังใต้ดิน ตามขนาดระบุในแบบ
11.6	ระบบท่อระบายน้ำรอบตัวบ้าน	ท่อ AC 8” พร้อมบ่อพัก ตามขนาดระบุในแบบ

12. งานอื่น ๆ

	รายการ	งาน
12.1	Pantry	โครงไม้ Particle board, กรุผิวด้วยแผ่น MFC สี Dark, TOP ด้วย Artificial Stone สี EG594 Metallic Galaxy
12.2	ครัวไทย	โครงสร้าง Smart Frame, กรุด้วยแผ่น Smart Board, ปูทับด้วย เซรามิค, TOP แกรนิต สี Indian Black
12.3	งาน Furniture Built in (ตู้เสื้อผ้า)	โครงผนัง สมาร์ทบอร์ด, หน้าบานกรุ Particle board, ปิดผิวด้วย Veneer สี F11 Black Walnut
12.4	งาน Furniture Built in (ตู้เก็บรองเท้า)	โครงผนัง สมาร์ทบอร์ด, หน้าบานกรุ Particle board, ปิดผิวด้วย Veneer สี F11 Black Walnut
12.5	ระบบกำจัดปลวก	ฉีดพ่นใต้พื้นบ้าน และเดินท่อ PE ขนาด 1/2” ฝังแบนฐานราก ตามระบุในแบบ

บทที่ 5

ผลการวิจัย

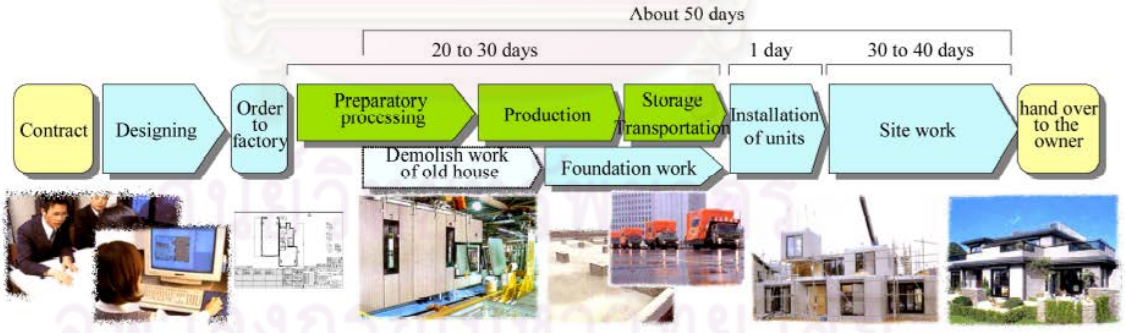
งานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการศึกษากระบวนการก่อสร้าง บ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเหล็ก เสา-คาน สำเร็จรูป และทำการเปรียบเทียบระยะเวลา ต้นทุน ข้อดี ข้อเสียหรือข้อจำกัดของระบบก่อสร้างโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูปกับระบบเดิม

5.1 ผลการศึกษากระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

จากการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตและการสัมภาษณ์ พบว่ากระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยระบบโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูป สามารถจำแนกกระบวนการหลักออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนในโรงงาน และกระบวนการประกอบชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระบบการผลิตและการก่อสร้าง

การผลิตและการก่อสร้างบ้าน Sekisui Heim นี้งานส่วนใหญ่เป็นงานที่เริ่มต้นการผลิตมาจากโรงงาน ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการผลิตรถยนต์ โดยขั้นตอนการผลิตและการก่อสร้าง(ดังภาพที่ 5-1) ซึ่งเป็นขั้นตอนการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นจนส่งมอบบ้าน



ภาพที่ 5-1 ขั้นตอนการผลิตและการก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป[1]

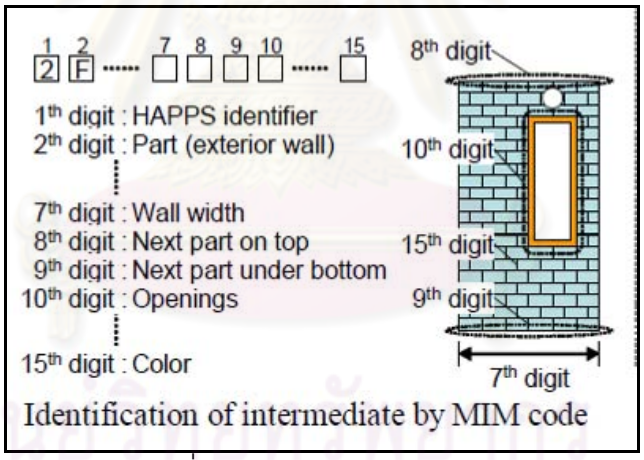
[1] Furuse, Jun. (2006), “Structuring of Sekisui Heim automated parts pickup system (HAPPS) to process individual floor plans”

1.ขั้นตอนการติดต่อกับลูกค้า (Contract)

ลำดับแรกเป็นการเริ่มต้นจากการกำหนดรูปแบบของบ้านและพื้นที่ใช้สอยที่ต้องการระหว่างลูกค้า (Customer) กับวิศวกรฝ่ายขาย (Sale Engineer) โดยหลังจากที่มีรูปแบบ (และแบบก่อสร้าง) ได้มีการสรุปเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่ระบบการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่อไป แต่ขั้นตอนนี้สำหรับโครงการที่ทำการศึกษาซึ่งเป็นลักษณะของโครงการบ้านจัดสรรสร้างเสร็จพร้อมขายจึงเป็นการระบุแบบที่จะก่อสร้าง ลงแปลงที่ดินซึ่งมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดบ้านที่จะก่อสร้างเท่านั้น

2.ขั้นตอนการออกแบบ (Designing)

การออกแบบบ้านจะใช้คอมพิวเตอร์ประมวลผล ซึ่งระบบการออกแบบมีชื่อว่า Heim Automated Parts Pickup System (HAPPS) โดยหลักการออกแบบจะกำหนดลักษณะของผนังเป็นรูปแบบมาตรฐานหลายๆ รูปแบบเพื่อให้สามารถเลือกมาใช้ประกอบให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า แบบมาตรฐานต่างๆ จะกำหนดเป็นตัวเลขตามวัสดุที่ใช้ (ดังภาพที่ 5-2) แล้วคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ประมวลผล ถึงความสอดคล้องของขนาดที่เข้ากันได้



ภาพที่ 5-2 การกำหนดรูปแบบผนัง

3.ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนที่โรงงาน

หลังจากที่ระบบทำการออกแบบบ้านแล้วเสร็จ ก็จะเป็นขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนที่โรงงาน ซึ่งปัจจุบันโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วน เป็นโรงงานชั่วคราวที่ระบบการผลิตเป็นเหมือนการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ และใช้คนทำหน้าที่ประกอบเป็นหลัก ยังไม่ใช่ระบบเครื่องจักรกลอัตโนมัติดังเช่นที่โรงงานประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีกระบวนการผลิตดังต่อไปนี้

3.1 การสั่งซื้อของและเตรียมชิ้นส่วนเหล็ก

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่จะต้องสั่งซื้อวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ในการประกอบชิ้นส่วน โดยวัสดุที่ใช้มีทั้งที่ผลิตและนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น เหล็กโครงสร้าง และที่

ผลิตภายในประเทศ ซึ่งหลังจากที่ได้วัสดุมาแล้ว ก็จะเป็นขั้นตอนการตัดเหล็กให้ได้ขนาดแต่ละชิ้นส่วนตามแบบก่อสร้าง เพื่อพร้อมส่งต่อไปขั้นตอนการประกอบ

ภาพที่ 5-3 แสดงการเตรียมเหล็ก

3.2 การเชื่อมประกอบโครงสร้างเหล็ก

เนื่องจากโรงงานปัจจุบันในประเทศไทยเป็นโรงงานขนาดเล็ก ขั้นตอนต่างๆยังเป็นระบบที่ต้องใช้คนงานเป็นหลัก ดังนั้นการเชื่อเหล็กโครงสร้างเสา-คานจึงต้องใช้คนทำหน้าที่เชื่อม (ดังภาพที่ 5-4) แต่โครงงานที่ประเทศญี่ปุ่นจะเป็นเครื่องจักรกลอัตโนมัติที่ทำการเชื่อมเหล็ก (ดังภาพที่ 5-5) เมื่อทำการเชื่อมเสร็จจะได้โครงสร้างเสา-คาน ที่เป็นลักษณะกล่องสี่เหลี่ยมสามมิติ (ดังภาพที่ 5-6)

ภาพที่ 5-4 การเชื่อมโครงสร้างด้วยคน

ภาพที่ 5-5 การเชื่อมโครงสร้างด้วยเครื่องจักร

ภาพที่ 5-6 โครงสร้างที่ทำการเชื่อมแล้วเสร็จ

3.3 การติดตั้ง สายไฟ สายโทรศัพท์ และท่อต่าง ๆ

ขั้นตอนนี้จะเป็นการเดินสายไฟ สายโทรศัพท์ หรืออุปกรณ์ท่อที่อยู่ภายในผนัง ซึ่งสายไฟจะเป็นชนิด VAF ไม่ต้องเดินท่อร้อยสายไฟ (ดังภาพที่ 5-7) ทำให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

ภาพที่ 5-7 การเดินอุปกรณ์สายไฟ สายโทรศัพท์ อื่นๆ

3.4 การติดตั้งผนังภายนอก

หลังจากทำการเดินสายและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องฝังในผนังแล้ว ก็จะเป็นขั้นตอนการติดตั้งผนังภายนอก โดยวัสดุผิวภายนอกจะเป็นกระเบื้องเซรามิค cotto ที่ทำการประกอบยึดติดผนังสมาร์ทบอร์ด ซึ่งแยกพื้นที่การประกอบไว้แล้ว แล้วจึงยกมาติดตั้ง (ดังภาพที่ 5-8) และมีการติดตั้งฉนวนภายในด้วย

ภาพที่ 5-8 การติดตั้งผนังภายนอก

3.5 การติดตั้งผนังภายในและพื้น

เมื่อผนังภายนอกทำการติดตั้งแล้วเสร็จ กระบวนการถัดไปจะเป็นการติดตั้งผนังภายในด้วยแผ่นสมาร์ทบอร์ด ส่วนพื้นเป็นสมาร์ทบอร์ด (ดังภาพที่ 5-9)

ภาพที่ 5-9 การติดตั้งผนังภายใน

3.6 การติดตั้งอุปกรณ์ตู้และบันได เช่น ตู้ตกแต่ง ตู้แขวน

ขั้นตอนเป็นขั้นตอนที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่ต้องยึดกับผนัง เช่น ตู้แขวน ตู้ต่างๆ (ดังภาพที่ 5-10) และยังมีการติดตั้ง บันได ลักษณะโครงเหล็กและไม้ลูกนอน ซึ่งช่วยให้ขั้นตอนที่สถานที่ก่อสร้างลดลง

ภาพที่ 5-10 การติดตั้งอุปกรณ์และบันได

3.7 การติดตั้ง ประตู หน้าต่าง

เมื่อทำการติดตั้งผนังและอุปรณ์ ภายในแล้วเสร็จก็จะเป็นขั้นตอนการติดตั้งบานประตู และหน้าต่าง ภายนอก (ดังภาพที่ 5-11) โดยกระจกที่ใช้จะเป็นกระจกฉนวน (INSULATED GLASS) เป็นกระจก 2 ชั้นที่นำมาประกบกับขอบเฟรมโดยมีช่องอากาศ (AIR GAP) อยู่ระหว่างกระจก 2 แผ่น จุดประสงค์เพื่อช่วยลดความร้อนและเสียงรบกวน การที่มีช่องอากาศอยู่ระหว่างกระจกนั้นจะทำหน้าที่เป็นฉนวนช่วยลดการถ่ายเทความร้อนและเสียงจากภายนอกอาคารสู่ภายในอาคาร จึงช่วยลดค่าไฟฟ้าในการใช้เครื่องปรับอากาศ และการใช้กระจกฉนวนเป็นหน้าต่างหรือประตูนั้นจะช่วยให้แสงสว่างส่องผ่านเข้ามาได้อย่างเต็มที่จึงไม่จำเป็นต้องเปิดไฟมากนัก

ภาพที่ 5-11 การติดตั้งประตู-หน้าต่างภายนอก

3.8 การตรวจสอบคุณภาพ

หลังจากประกอบแล้วเสร็จ จะเป็นขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จ โดยมีรายการที่ต้องทำการตรวจสอบทั้งสิ้น 325 รายการ เป็นการตรวจสอบเช่นเดียวกับที่ประเทศญี่ปุ่น เพื่อให้ได้คุณภาพที่ดี

ภาพที่ 5-12 การตรวจสอบคุณภาพ

3.9 การผลิตโครงสร้างอื่น ๆ

จากกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้น จะเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง เป็นสายการผลิต แต่ยังมีการผลิตที่นอกเหนือจากสายการผลิตดังกล่าว ได้แก่ การผลิตโครงหลังคา(ดังภาพที่ 5-13) การผลิตระเบียง และการประกอบผนังภายนอกด้วยเช่นกันที่จะต้องติดตั้งเข้ากับแผ่นสมาร์ทบอร์ดก่อนที่จะไปประกอบกับโครงสร้างเสา-คานเหล็ก

ภาพที่ 5-13 การประกอบโครงหลังคา

4.กระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

4.1ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่

1.งานฐานราก

เมื่อทำการปรับพื้นที่ด้วยการถมดิน เมื่อได้ระดับที่ต้องการจึงทำการตอกเข็ม ขนาด I 0.22x0.22x23 m ด้วยปั่นจั่นขนาด ตัน หลังจากนั้นทำการสกัดหัวเสาเข็มเพื่อให้ได้ระดับ เพื่อเตรียมทำฐานราก(ดังภาพที่ 5-14) โดยทำการปรับดินเพื่อเทคอนกรีต (lean concrete) เพื่อเข้าแบบผูกเหล็ก เทคอนกรีตฐานรากและคาน (ดังภาพที่ 5-15 และ 5-16)

ภาพที่ 5-14 การเตรียมพื้นที่ฐานราก

ภาพที่ 5-15 การปรับดินแนวคานและฐานราก

ภาพที่ 5-16 การตั้งแบบเพื่อเทคอนกรีตฐานรากและคาน

2.งานคานและพื้นคอนกรีต

เมื่อทำการเทคอนกรีตฐานรากและคานคอดินแล้วเสร็จ ก็ทำการปรับดินเพื่อผูกเหล็กพื้น คาน และเสา ซึ่งมีความสูงจากระดับดิน ประมาณ 55 ซม. (ดังภาพที่ 5-17 และ 5-18) โดยตำแหน่งคานที่เทคอนกรีตนี้จะอยู่รอบๆผังบ้าน ซึ่งจะทำหน้ารับโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

ภาพที่ 5-17 การผูกเหล็กคานและเสา

ภาพที่ 5-18 การเข้าแบบผูกเหล็กคานและเสา

ภาพที่ 5-19 พื้นที่หลังจากเทคอนกรีตแล้วเสร็จ

การเทคอนกรีตคานและเสาที่กล่าวมา จะมีการเตรียมสลักเกลียว (bolt) ที่จะทำหน้าที่ยึดโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปกับคาน ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ (ดังภาพที่ 5-20)

ภาพที่ 5-20 การติดตั้งสลักเกลียว

เมื่อเทคอนกรีตเสา-คาน ที่ทำหน้าที่รับโครงสร้าง แล้วเสร็จ จะทำการติดตั้งนั่งร้าน โดยรอบความสูงเท่ากับตัวอาคารที่อยู่อาศัย เพื่อเตรียมสำหรับให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งยืนควบคุมการติดตั้งชิ้นส่วน

ภาพที่ 5-21 การติดตั้งนั่งร้าน

3.งานระบบใต้อาคาร

ในระหว่างที่ติดตั้งนั่งร้าน ส่วนพื้นที่ฐานรากที่เทพื้นคอนกรีตจะเป็นพื้นที่สำหรับเดินระบบปรับอากาศ (ดังภาพที่ 5-22) และติดตั้งแผ่นโฟมพอริสไตรีน (Polystylene Foam) ที่ผนังคานรอบบ้าน (ดังภาพที่ 5-23) ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันความร้อนจากคอนกรีตและภายนอก

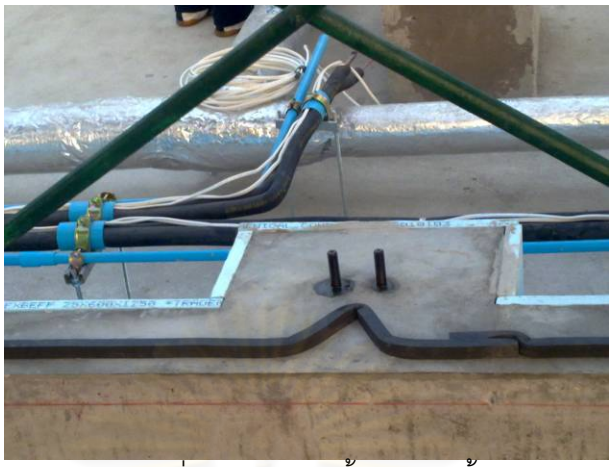
ภาพที่ 5-22 การติดตั้งระบบระบายอากาศ

ภาพที่ 5-23 การติดตั้งแผ่นโฟมพอริสไตรีน (Polystylene Foam)

บริเวณที่ติดตั้งสลักเกลียวที่จะทำหน้าที่ยึดระหว่างโครงสร้างคอนกรีตเสา-คาน และอาคารจะทำการปรับระดับให้เรียบร้อย เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการติดตั้งไม่ลงตัว (ดังภาพที่ 5-24)

ภาพที่ 5-24 การปรับระดับผิวบริเวณจุดยึด

เมื่อทำการปรับระดับเรียบร้อยแล้วจะทำการติดตั้งยางโดยรอบ ซึ่งทำหน้าที่รองรับโครงสร้างและไม่เกิดช่องว่างระหว่างคอนกรีตกับอาคาร(ดังภาพที่ 5-25 และ 5-26) และเมื่อถึงวันติดตั้งจะซักซ้อมกระบวนการกันก่อนที่จะทำการติดตั้ง(ดังภาพที่ 5-27)



ภาพที่ 5-25 การติดตั้งยางรองพื้น

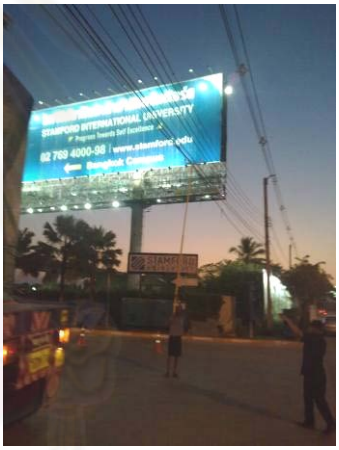
ภาพที่ 5-26 การติดตั้งยางรองพื้น

ภาพที่ 5-27 การอบรมเตรียมความพร้อมก่อนการติดตั้ง

5. กระบวนการขนส่งและติดตั้งโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

1.การสำรวจเส้นทางการขนส่ง

เนื่องจากชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปเป็นโครงสร้าง 3 มิติ และมีจำนวนประมาณ 30-40 โครง ต่อบ้านหนึ่งหลัง จึงต้องใช้รถเทรลเลอร์ เกือบ 20 คันในการขนส่ง (ดังภาพที่ 5-28) ดังนั้นทำให้ต้องทำการสำรวจเส้นทางในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เนื่องจากความสูงของชิ้นส่วนที่บรรทุกบนรถวัดจากพื้นถนน ซึ่งมีความสูงประมาณ 4.80 ม.และความยาวของรถบรรทุกประมาณ 12 เมตร อาจส่งผลต่อเส้นทางที่จะขนส่ง เพราะบางเส้นทางอาจกำหนดเรื่องความสูงของสะพาน หรือปัญหาเรื่องความสูงของสายไฟ ส่วนความยาวจะเป็นปัญหาเรื่องมุมเลี้ยวตามแยก หรือปากซอย ที่ถนนอาจคับแคบ จนไม่สามารถเลี้ยวได้ และด้วยจำนวนรถที่มากและต้องขนส่งพร้อมกันทั้งหลัง ทำให้ต้องใช้รถนำขบวนของตำรวจทางหลวงเป็นผู้นำขบวนเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ



ภาพที่ 5-28 การใช้รถเทรลเลอร์ในการขนส่ง และการยกสายไฟให้พ้นรถเทรลเลอร์

2.ความพร้อมของพื้นที่ก่อสร้าง

จากปริมาณรถที่ต้องใช้จำนวนมากและต้องขนส่งมาพร้อมกัน ทำให้พื้นที่สำหรับจอดรถหรือถนนที่ใช้ในการสลับสับเปลี่ยนรถเข้าออกเพื่อยกติดตั้ง จึงเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาด้วยเช่นกัน (ดังภาพที่ 5-29) เพราะหากพื้นที่สำหรับจอดรถไม่เพียงพอหรือห่างจากสถานที่ทำงานมากอาจส่งผลให้ไม่เกิดความต่อเนื่องของการติดตั้ง ทำให้ต้องใช้เวลามากขึ้นในการติดตั้ง ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมพื้นที่สำหรับจอดรถและถนนที่จะให้ใช้สัญจรควรเป็นถนนคอนกรีตเพื่อความสะดวกและสามารถรับน้ำหนักรถเทรลเลอร์ได้ด้วย

ภาพที่ 5-29 การใช้พื้นที่จอดรถเพื่อรอส่งชิ้นส่วนติดตั้ง

3.การติดตั้งโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

เมื่อการเตรียมหน้างานแล้วเสร็จและชิ้นส่วนโครงสร้างเสาคานถูกขนส่งมาพร้อมที่สถานที่ก่อสร้างแล้ว ก็จะเป็นการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.การติดตั้งรถเครน ซึ่งจะต้องหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สามารถยกชิ้นส่วนได้ทั้งหลัง โดยไม่ต้องทำการขยับ ไม่บดบังวิสัยทัศน์คนควบคุมรถ และไม่ขวางการขนส่งชิ้นส่วนด้วยรถเทรลเลอร์

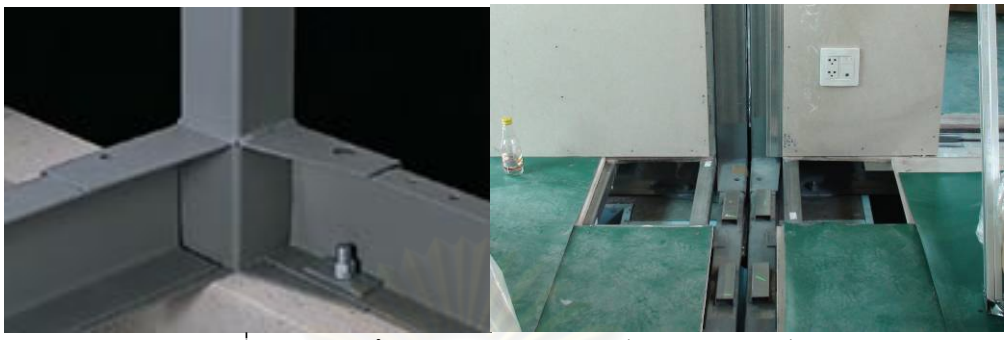
2.เมื่อรถเครนอยู่ในตำแหน่งที่เรียบร้อยแล้ว รถเทรลเลอร์ก็จะเคลื่อนเข้ามายังตำแหน่งที่จะให้รถเครนยกชิ้นส่วน แล้วคนที่ทำหน้าที่ยึดรอกกับโครงสร้างเพื่อยก (ดังภาพที่ 5-30)

3.เมื่อทำการยึดรอกเสร็จ รถเครนจะทำการยกชิ้นส่วนไปยังบริเวณที่จะติดตั้ง (ดังภาพที่ 5-31) ซึ่งจะมีคนงาน 7-8 คนทำหน้าที่ควบคุมชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คานสำเร็จรูปให้ตรงตำแหน่งที่ทิ้งสลักเกลียวโผล่ไว้ เมื่อได้ตำแหน่งแล้วก็ทำการยึดสลักเกลียวด้วยแหวน(ดังภาพที่ 5-32 และ 5-33)

ภาพที่ 5-30 การใช้อุปกรณ์สำหรับยกชิ้นส่วน

ภาพที่ 5-31 ขั้นตอนการยกชิ้นส่วน

ภาพที่ 5-32 ขั้นตอนการวางชิ้นส่วน



ภาพที่ 5-33 การยึดโครงสร้างกับคอนกรีตด้วยสลักเกลียว

4.เมื่อทำการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป จนครบชั้นล่างแล้ว จะเป็นการเดินสายไฟ อุปกรณ์โทรศัพท์ และปูฉนวนกันความร้อน (ดังภาพที่ 5-34 และ 5-35)

ภาพที่ 5-34 การเดินสายไฟก่อนติดตั้งชั้น 2

ภาพที่ 5-35 การปูฉนวนกันความร้อน

5.เมื่อการเก็บรายละเอียดงานชั้นล่างแล้วเสร็จ ก็จะทำการติดตั้งโครงสร้าง ชั้น 2 ต่อ ด้วยการยกติดตั้งเช่นกับชั้นล่าง ส่วนการยึดระหว่างโครงสร้างเสา-คาน ชั้นล่างกับชั้นก็จะเป็นการยึดสลักเกลียวเช่นกันแต่จะทำการติดตั้งสลักเกลียวภายหลัง (ดังภาพที่ 5-36 และ 5-37)

ภาพที่ 5-36 การติดตั้งโครงสร้าง ชั้น 2

ภาพที่ 5-37 การติดตั้งโครงสร้าง ชั้น 2

6.หลังจากติดตั้งโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปชั้น 2 แล้วเสร็จ ก็จะเป็นส่วนโครงสร้างหลังคา ซึ่งประกอบมาสำเร็จแล้วเช่นกัน (ดังภาพที่ 5-38)

ภาพที่ 5-38 ชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคา

ภาพที่ 5-39 งานติดตั้งโครงหลังคา

ภาพที่ 5-40 งานติดตั้งโครงสร้างแล้วเสร็จ

4. ขั้นตอนงานสถาปัตย์

เมื่องานติดตั้งโครงสร้างแล้วเสร็จก็จะเริ่มขั้นตอนงานสถาปัตย์ส่วนที่เหลือและเก็บงานรายละเอียดโครงสร้างบางส่วน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 งานตรวจสอบคุณภาพงานภายใน (QC) ตามรายการที่กำหนดไว้

4.2 งานติดตั้งแปและมุงกระเบื้องหลังคา (ดังภาพที่ 5-41) แล้วต่อด้วยการติดตั้งแผงโซล่าร์เซลล์ (ดังภาพที่ 5-42)

ภาพที่ 5-41 งานติดตั้งกระเบื้องหลังคา

ภาพที่ 5-42 งานติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

4.3 งานติดตั้งเชิงชาย ปั้นลม แล้วจึงติดตั้งฝ้าชายคา

4.4 หลังจากตรวจสอบคุณภาพงานภายใน แล้วเสร็จจะเริ่มทำการอุดรอยต่อ พื้น ผนัง มุม และฝ้าเพดาน

4.5 ทำการรื้อนั่งร้านรอบอาคารหลังจากติดตั้งส่วนหลังคาแล้วเสร็จ

4.6 ในส่วนของห้องน้ำ จะทำการเดินระบบท่อประปา และสุขาภิบาล ซึ่งจะเป็นการเดินท่อเข้าตำแหน่งที่ได้กำหนดและติดตั้งวาล์วไว้ (ดังภาพที่ 5-43) ทำการปูกระเบื้องผนัง และพื้น (ดังภาพที่ 5-44) ตามลำดับ แล้วจึงทำการติดตั้งสุขภัณฑ์ อาทิเช่น อ่างล้างหน้า อ่างอาบน้ำ โถส้วม (ดังภาพที่ 5-45) เป็นต้น

4.7 หลังจากที่ทำการอุดรอยต่อระหว่างโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป และทำการติดตั้งฉากกั้นและฝ้าเพดานที่ไม่ได้ติดตั้งจากโรงงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะเป็นขั้นตอนของการเจียรผนัง สมาร์ทบอร์ด (smart board)

4.8 เพื่อให้เกิดความเรียบของผนังและฝ้า แล้วทำการฉาบยิบซั่ม (Gypsum) ที่ผนังและฝ้าเพดาน ก่อนตามด้วยสีรองพื้น

ภาพที่ 5-43 งานติดตั้งระบบประปา และสุขาภิบาล

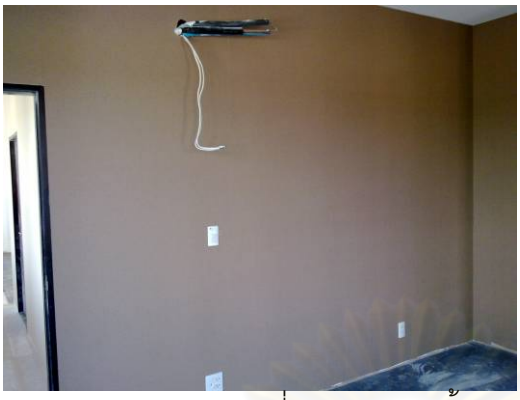
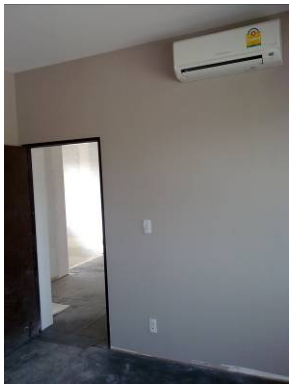
ภาพที่ 5-44 งานปูกระเบื้องผนังห้องน้ำ

ภาพที่ 5-45 งานติดตั้งสุขภัณฑ์

4.9 หลังจากทาสีรองพื้นแล้วเสร็จจะทำการติดตั้งวอล์ลเปเปอร์ งานผนังและฝ้าเพดาน (ดังภาพที่ 5-46)

ภาพที่ 5-46 งานติดตั้งวอลเปเปอร์

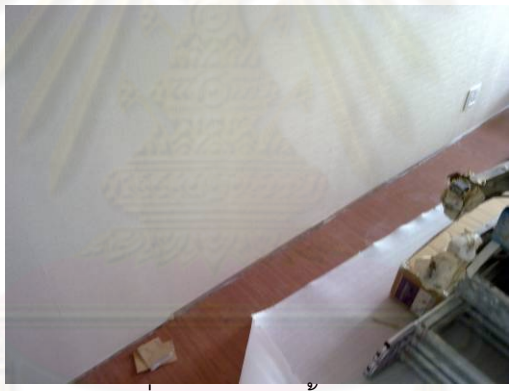
4.10 งานระบบปรับอากาศจะเป็นระบบแยกส่วน (Split Type) แบบติดผนัง ซึ่งจะเดินท่อน้ำยา และระบบไฟผ่านผนัง แล้วทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (ดังภาพที่ 5-47)

ภาพที่ 5-47 งานติดตั้งระบบปรับอากาศ

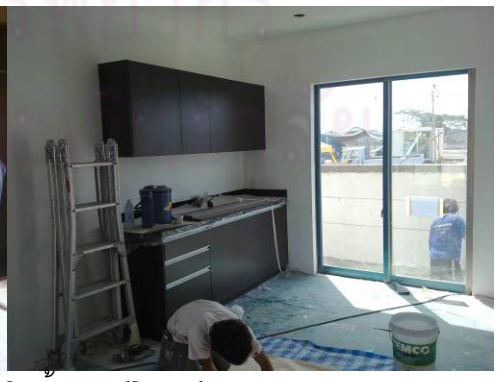
4.11 งานติดตั้งวงกบประตู และบานประตูภายใน

4.12 งานวัสดุปูพื้น ชั้นล่างจะทำการปูพื้นด้วยกระเบื้องเซรามิค และชั้น 2 จะทำการปูลามิเนตชั้นบน (ดังภาพที่ 5-48) หลังจากปูพื้นกระเบื้องเซรามิคและ ลามิเนต เรียบร้อยก็จะทำการติดตั้งบัวพื้น



ภาพที่ 5-48 งานปูพื้นลามิเนต

4.13 งานติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ เป็นการเข้าติดตั้งอุปกรณ์ ตู้ ชั้นวางของ ทำสี

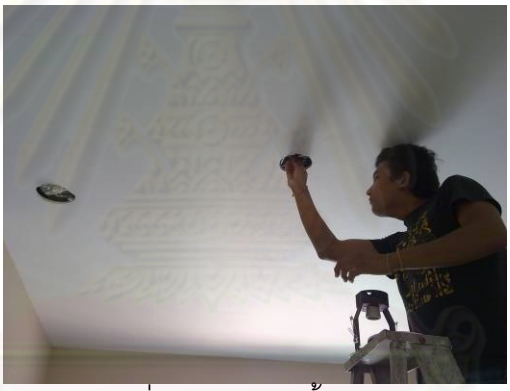


ภาพที่ 5-49 การติดตั้งเฟอร์นิเจอร์

4.14 งานติดตั้งพื้นไม้บันได และราวบันได ซึ่งทำจากไม้ยางพาราง แล้ว ทำสีผิวตามแบบ พร้อมติดกระจก เพื่อกันตก (ดังภาพที่ 5-50)

ภาพที่ 5-50 การติดตั้งไม้บันไดและราวจับ

4.15 การติดตั้งดวงโคม เมื่อทำการปูวอล์ลเปเปอร์ฝ้าเพดาน ก็จะทำการเจาะฝาเพื่อทำการติดตั้งดวงโคม และทำการติดตั้งปลั๊ก สวิทซ์ ตามตำแหน่งที่กำหนดและทิ้งสายไฟไว้แล้ว



ภาพที่ 5-51 การติดตั้งดวงโคม

5. งานภายนอกอาคารที่อยู่อาศัย

1.งานติดตั้งระบบน้ำดี และน้ำเสียภายนอก ได้แก่ การเดินระบบท่อน้ำเข้าถังน้ำดี พร้อมติดตั้งปั๊มน้ำ และการเดินท่อระบายน้ำเสีย การติดตั้งถังบำบัดน้ำเสีย

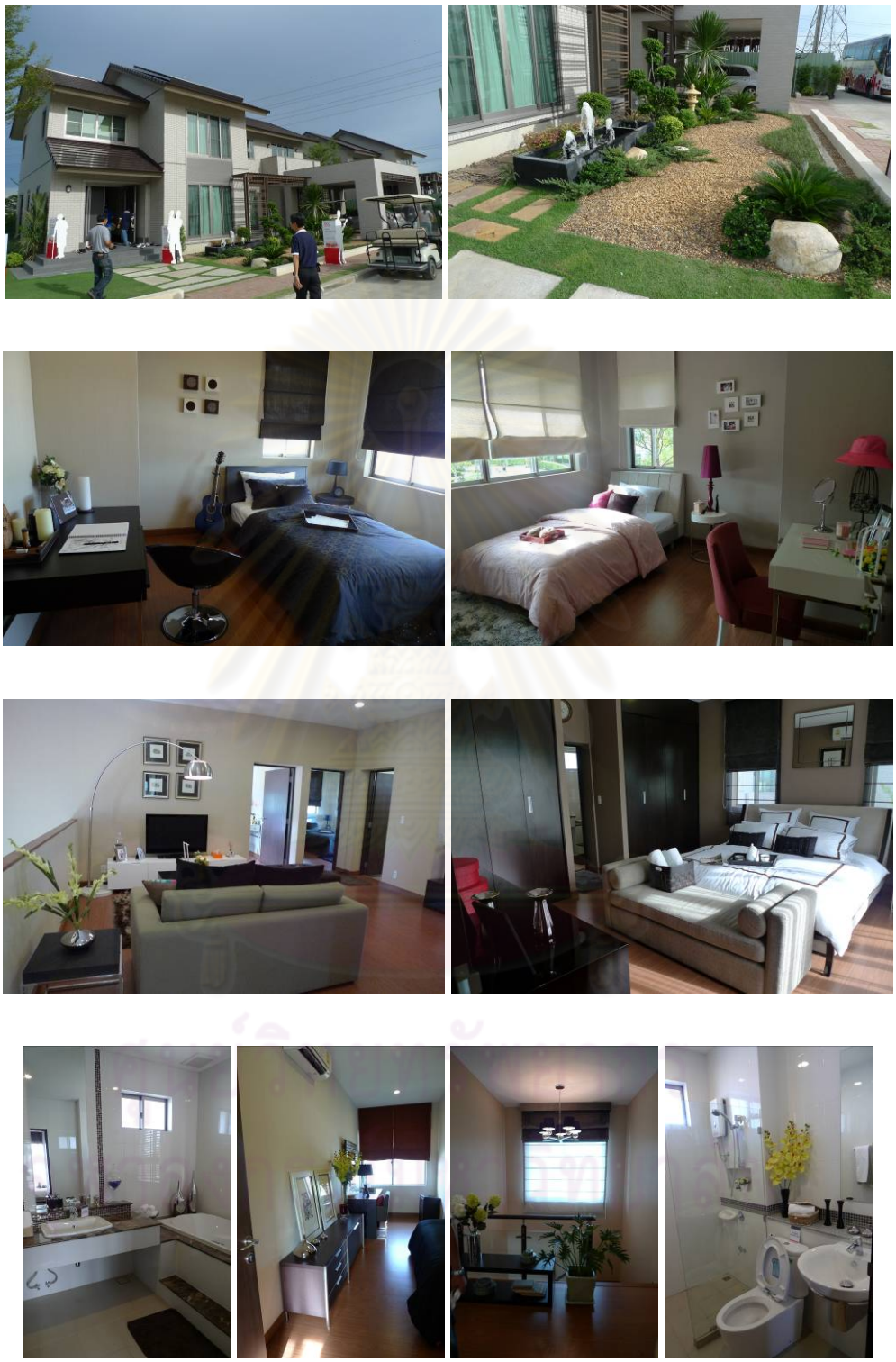
ภาพที่ 5-52 การติดตั้งถังน้ำดี และถังบำบัดน้ำเสีย

2.งานก่อสร้างที่โรงจอดรถ เป็นการก่อสร้างโครงสร้างเสา-คานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ พื้นชั้นบนเป็นพื้นสำเร็จรูป ก่อฉาบ พร้อมทำการปูกระเบื้องพื้น

ภาพที่ 5-53 การก่อสร้างโรงจอดรถ

3.งานตกแต่งสวน และงานประดับต่างๆ งานทำความสะอาด เก็บรายละเอียดของงานทั้งหมดโดยรอบ

ภาพที่ 5-54 ภาพการจัดสวน งานประดับตกแต่งอื่นๆ



ภาพที่ 5-55 ภาพตัวอย่างบ้านที่เสร็จสมบูรณ์

5.2.ผลการศึกษาด้านระยะเวลาก่อสร้าง

การเก็บข้อมูลศึกษาเรื่องระยะเวลาก่อสร้าง ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป กับระบบเดิม มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก เนื่องจากระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป งานส่วนใหญ่เกือบร้อยละ 80 จะผลิตและติดตั้งที่โรงงาน จะเหลืองานสถาปัตย์เพียงไม่กี่เปอร์เซ็นต์ และงานภายนอกเป็นงานคอนกรีตที่ต้องหล่อในที่

5.2.1 ผลการศึกษาระยะเวลาก่อสร้างระบบเดิม

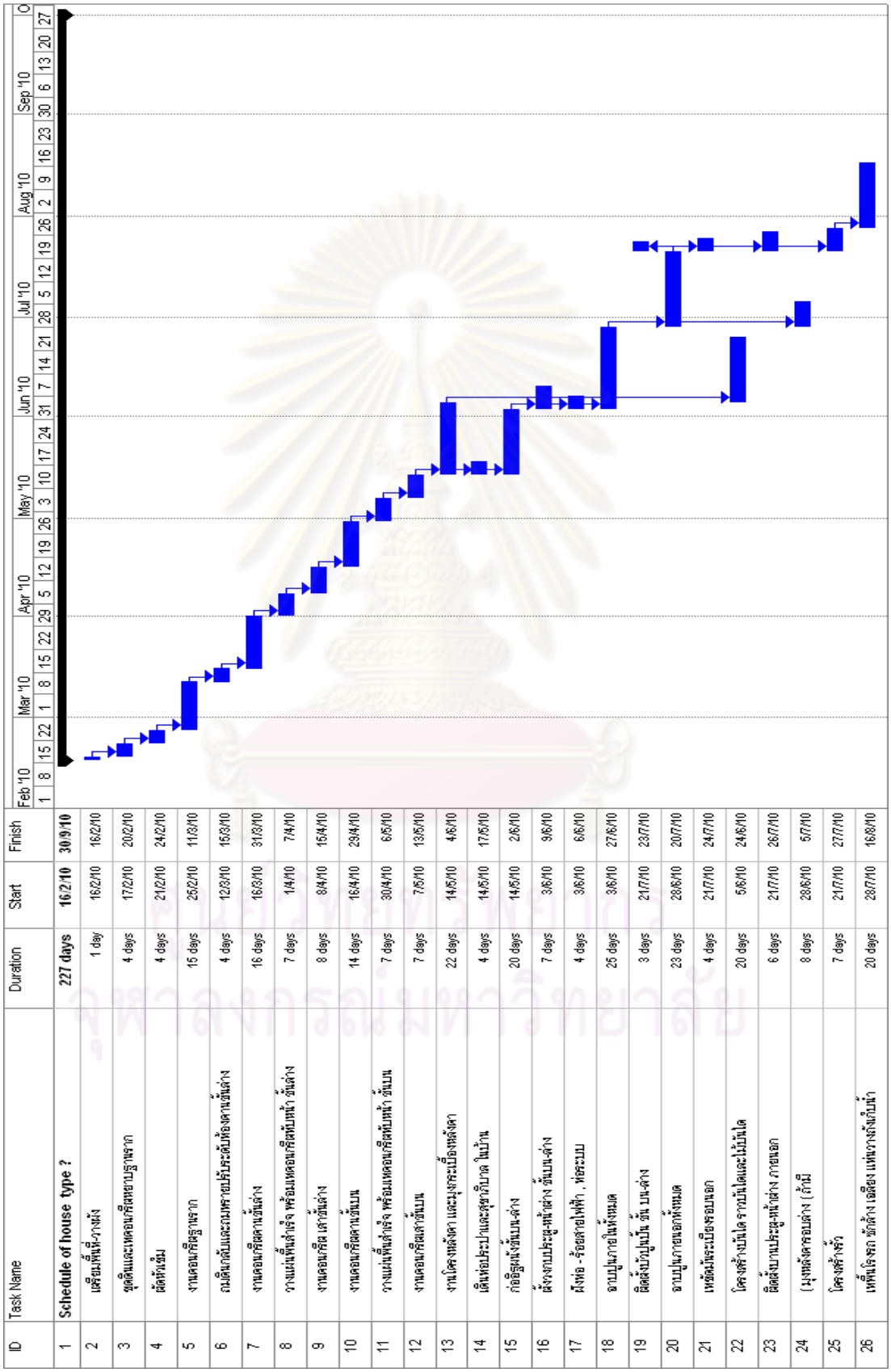
การศึกษาระยะเวลาก่อสร้างบ้านระบบเดิม ผู้วิจัยทำการศึกษาบ้าน 2 แบบ คือแบบ ก และแบบ ข ซึ่งพบว่าระยะเวลาก่อสร้างดังตารางที่ และแผนภูมิที่ ระยะเวลาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5-1 แสดงระยะเวลาก่อสร้างบ้านระบบเดิม

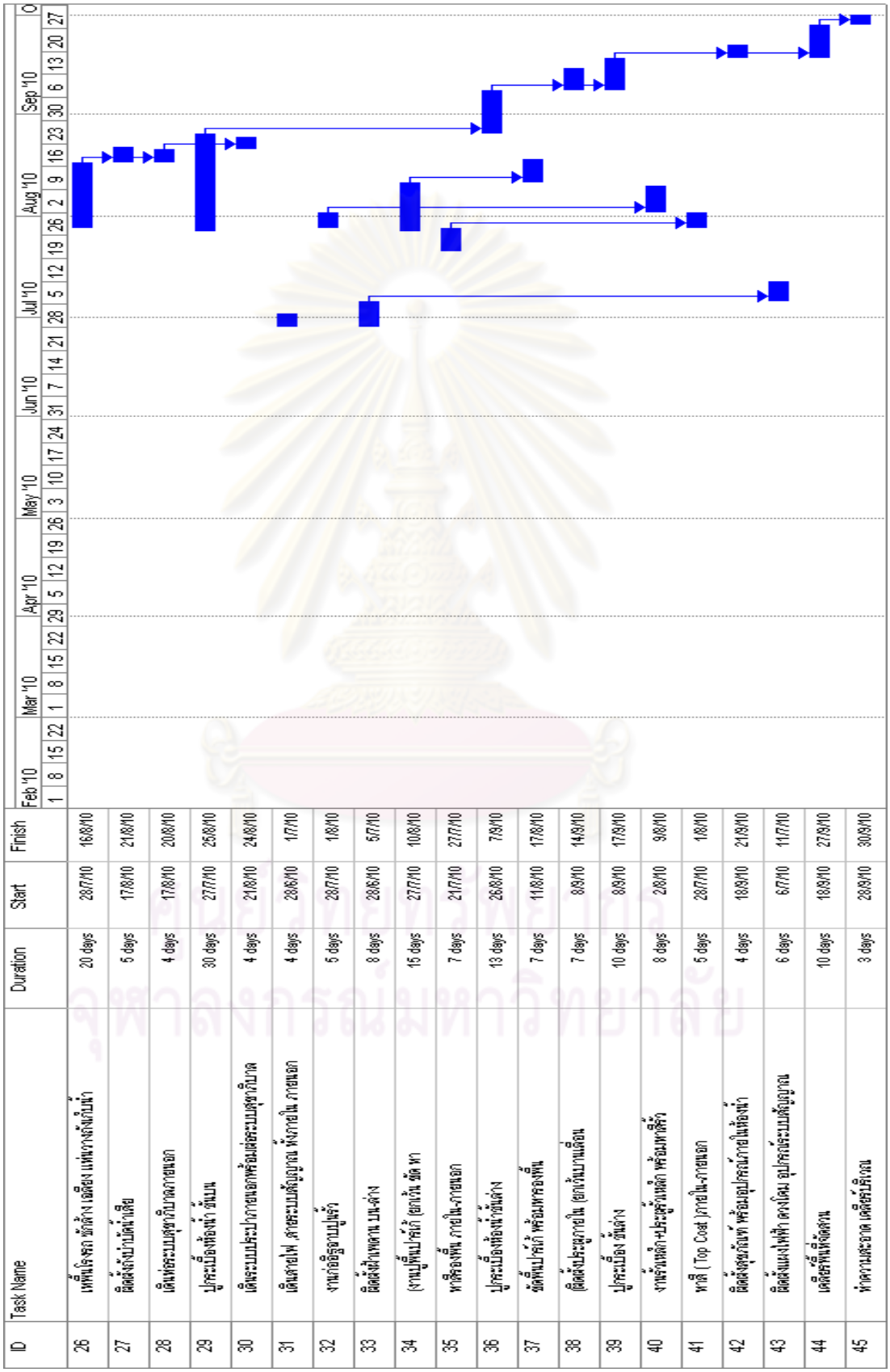
ลำดับ	รายการ	ระยะเวลา(วัน)	
		แบบ ก	แบบ ข
1	งานโครงสร้าง		
	งานเตรียมพื้นที่และวางผัง	1	1
	ขุดดินและเทคอนกรีตหยาบฐานราก	4	4
	งานตัดหัวเข็ม	4	3
	งานคอนกรีตฐานรากและตอม่อ	15	11
	งานถมดินกลับและงานคอนกรีตคานชั้นล่าง	20	17
	งานวางแผ่นพื้นสำเร็จรูป พร้อมคอนกรีตทับหน้า	7	7
	งานคอนกรีตเสาชั้นล่าง	8	8
	งานคอนกรีตคานชั้นบน	14	14
	วางแผ่นพื้นสำเร็จ พร้อมเทคอนกรีตทับหน้า ชั้นบน	7	7
	งานคอนกรีตเสาชั้นบน	7	7
	งานโครงหลังคาและมุงหลังคา	22	22
2	งานสถาปัตย์		
	งานก่อผนัง ชั้นบน-ล่าง	20	14
	งานติดตั้งวงกบประตู หน้าต่าง	7	7
	งานฉาบปูนผนังก่ออิฐภายใน	25	25
	งานเดินท่อประปาและสุขาภิบาล ภายในบ้าน	4	4
	งานฝังท่อ - ร้อยสายไฟฟ้า , ท่อระบบ	4	4

ลำดับ	รายการ	ระยะเวลา(วัน)	
		แบบ ก	แบบ ข
	ฉาบปูนภายนอกทั้งหมด	23	20
	เทขัดมันระเบียงรอบนอก	4	4
	โครงสร้างบันได ราวบันไดและไม้บันได	20	20
	ติดตั้งบานประตู-หน้าต่าง ภายนอก	6	6
	มุงหลังคารอบล่าง	6	8
	โครงสร้างรั้ว	7	7
	เทพื้นโรงรถ ซักล้าง เฉลียง แท่นวางถังเก็บน้ำ	20	20
	ติดตั้งถังบำบัดน้ำเสีย	5	5
	เดินท่อระบบสุขาภิบาลภายนอก	4	4
	ปูกระเบื้องห้องน้ำ ชั้นบน	30	30
	เดินระบบประปาภายนอกพร้อมต่อระบบสุขาภิบาล	4	4
	เดินสายไฟ ,สายระบบสัญญาณ ทั้งภายใน ภายนอก	4	4
	งานก่ออิฐฉาบปูนรั้ว	5	5
	ติดตั้งฝ้าเพดาน บน-ล่าง	8	8
	งานปูพื้นปาร์เก้ (ยกเว้น ขัด ทา)	15	15
	ทาสีรองพื้น ภายใน-ภายนอก	7	7
	ปูกระเบื้องห้องน้ำชั้นล่าง	13	13
	ขัดพื้นปาร์เก้ พร้อมทารองพื้น	7	7
	ติดตั้งประตูภายใน (ยกเว้นบานเลื่อน)	7	7
	ปูกระเบื้อง ชั้นล่าง	10	10
	งานรั้วเหล็ก+ประตูรั้วเหล็ก พร้อมทาสีรั้ว	8	8
	ทาสี (Top Coat)ภายใน-ภายนอก	5	5
	ติดตั้งสุขภัณฑ์ พร้อมอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ	4	4
	ติดตั้งแผงไฟฟ้า ดวงโคม อุปกรณ์ระบบสัญญาณ	6	6
	เคลียร์พื้นที่จัดสวน	10	10
	ทำความสะอาด เคลียร์บริเวณ	3	3

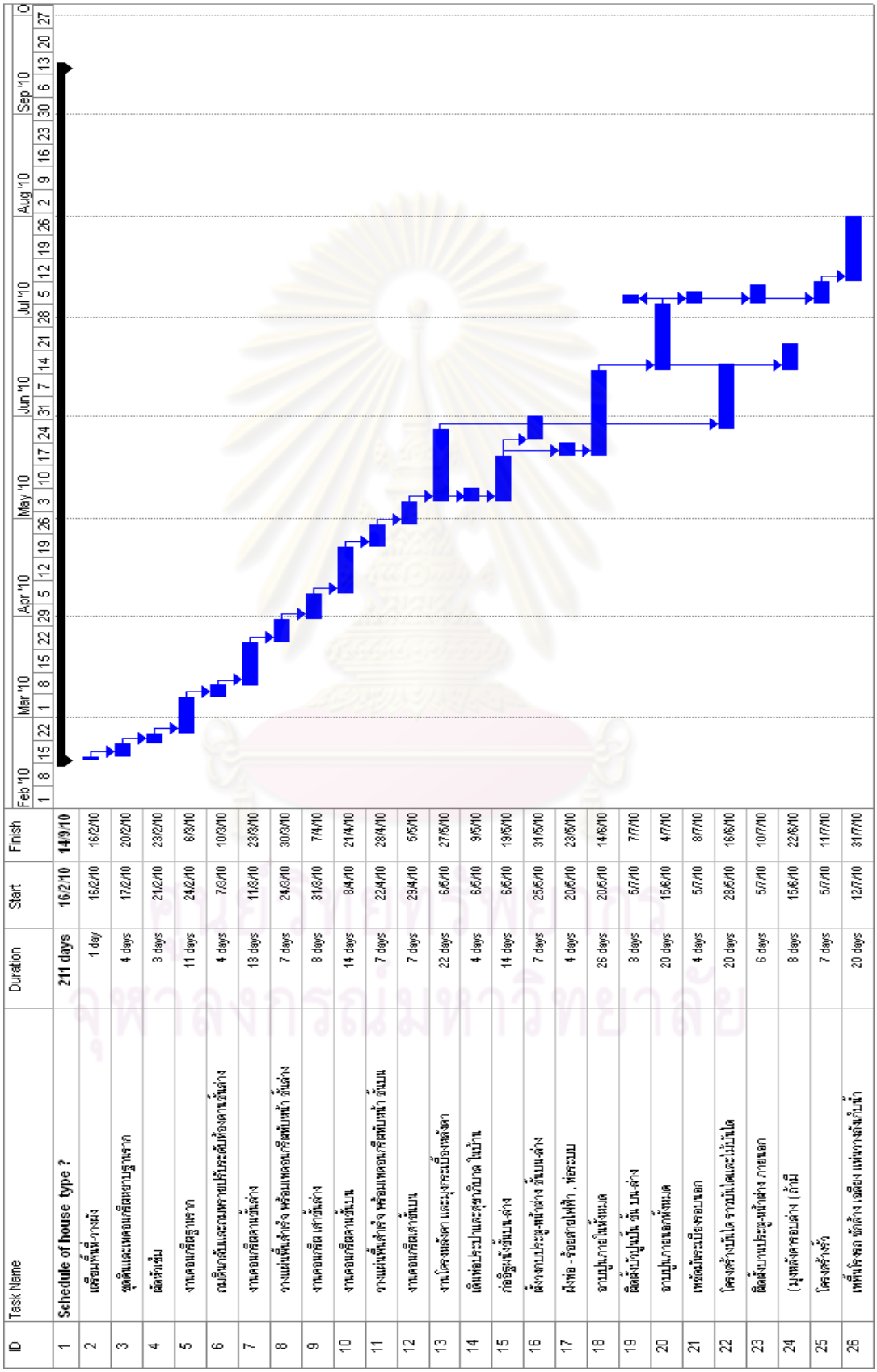
แผนภูมิที่ 5- 1 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบเดิม แบบบ้าน ก



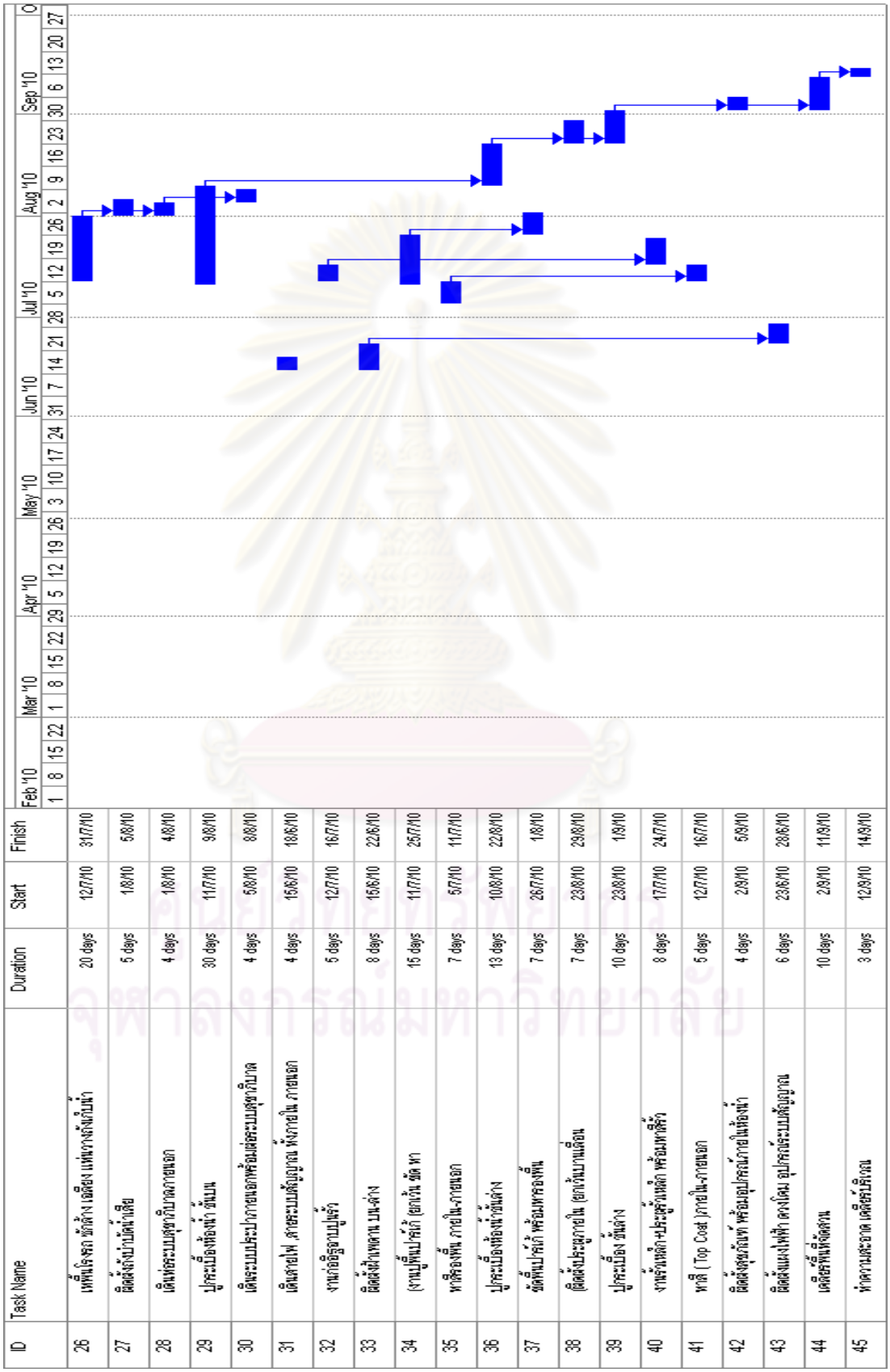
แผนภูมิที่ 5- 1 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบเดิม แบบบ้าน ก (ต่อ)



แผนภูมิที่ 5 - 2 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบเดิม แบบบ้าน ข



แผนภูมิที่ 5 - 2 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบเดิม แบบบ้าน ข (ต่อ)



จากตารางและแผนภูมิข้างต้น สรุปได้ว่าระยะเวลาก่อสร้างระบบเดิมแบบบ้าน ก.ใช้เวลาทั้งสิ้น 227 วัน ส่วนบ้านแบบ ข.ใช้เวลา 211 วัน

5.2.2 ผลการศึกษาระยะเวลาก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

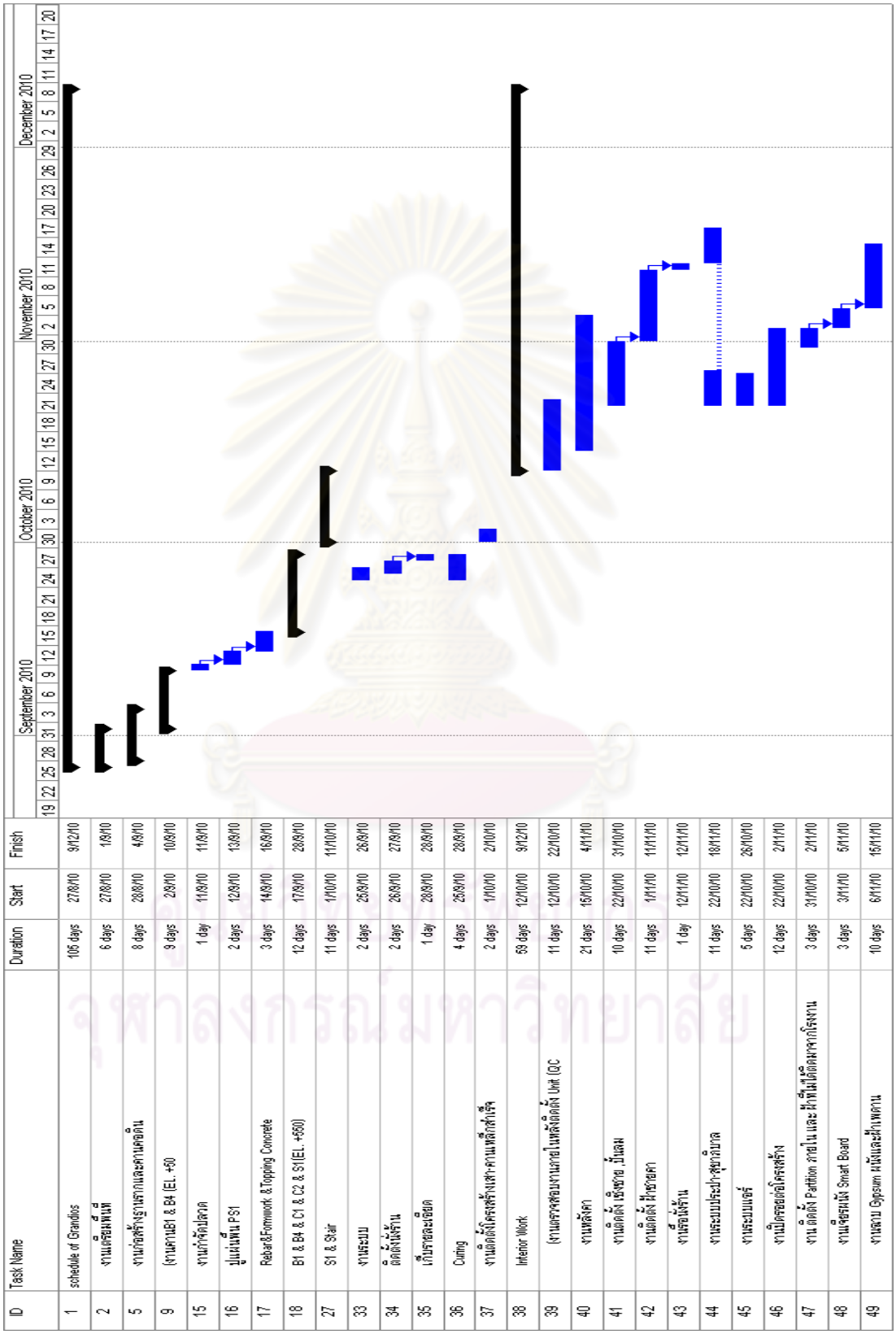
การศึกษาระยะเวลาก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ผู้วิจัยทำการศึกษาบ้าน 2 แบบ คือแบบ ค และแบบ ง ซึ่งพบว่าระยะเวลาก่อสร้างดังตารางที่ และแผนภูมิที่ ระยะเวลาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5-2 แสดงระยะเวลาการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

ลำดับ	รายการ	ระยะเวลา(วัน)	
		แบบ ค	แบบ ง
1	งานประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป 1 หลัง	2	2
2	งานโครงสร้างฐานราก		
	งานเตรียมพื้นที่และวางผัง	3	3
	งานหล่อฐานรากและคานคอดิน	8	8
	งานคอนกรีตคาน (ระดับ +50)	10	10
	งานกำจัดปลวก	1	1
	งานคอนกรีตพื้นใต้ดิน	5	5
	งานคอนกรีตคาน เสาและพื้น (ระดับ +55)	23	23
3	งานระบบใต้ดิน	2	2
4	งานติดตั้งนั่งร้าน เก็บรายละเอียด	3	3
5	งานติดตั้งโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	2	2
6	งานสถาปัตย์		
	งานตรวจสอบคุณภาพ	11	10
	งานหลังคาและฝ้าชายคา	27	27
	งานระบบประปา-สุขาภิบาล	11	11
	งานระบบปรับอากาศ	5	5
	งานปิดรอยต่อโครงสร้าง	12	12
	งานเจียรผนัง และฉาบยิบซั่ม	13	13
	งานทาสีรองพื้น	2	2

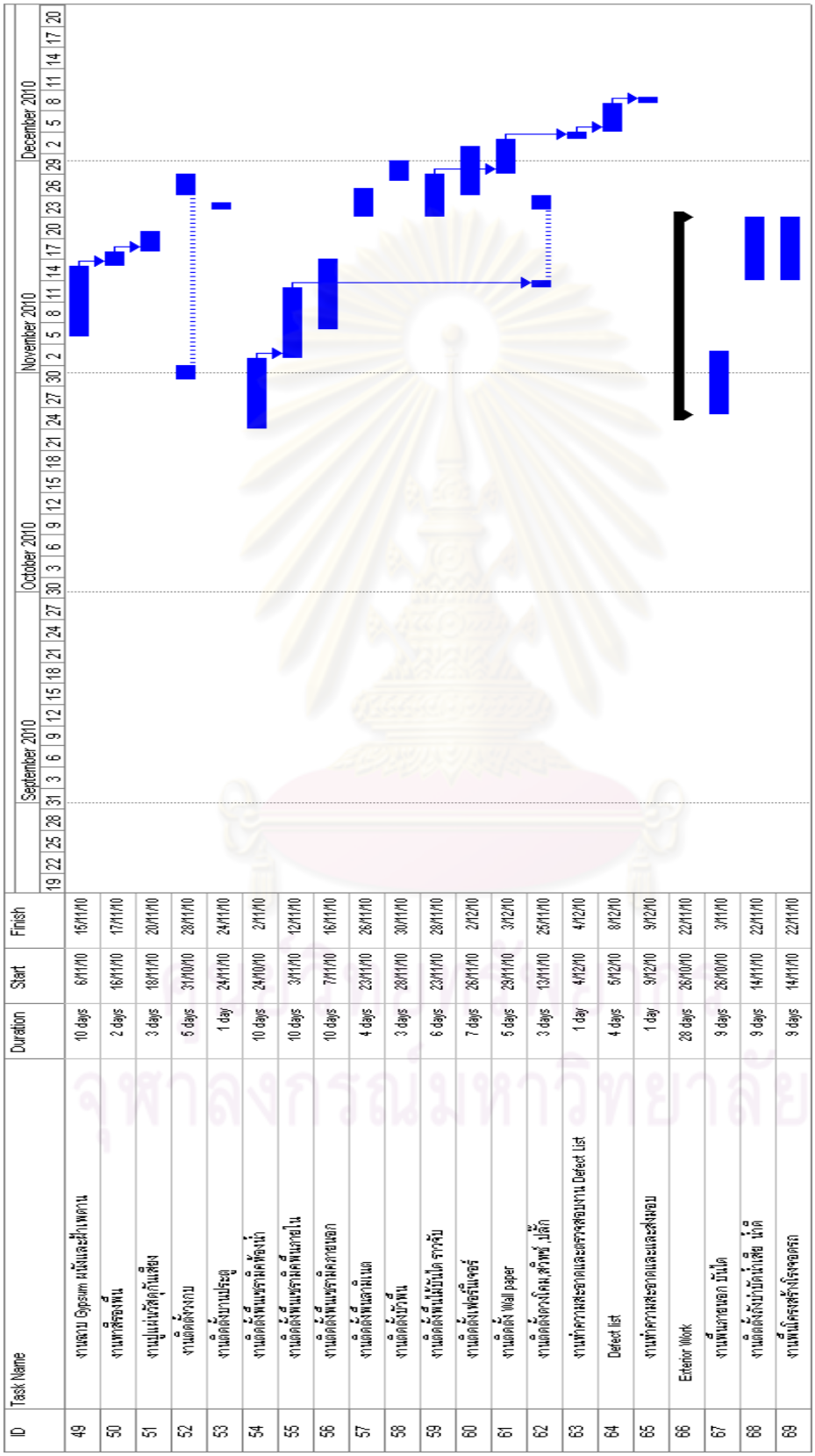
ลำดับ	รายการ	ระยะเวลา(วัน)	
		แบบ ค	แบบ ง
	งานปูแผ่นวัสดุกันเสียง	3	2
	งานติดตั้งวงกบ	5	3
	งานติดตั้งบานประตู	5	5
	งานติดตั้งพื้นเซรามิคห้องน้ำ	10	10
	งานติดตั้งพื้นเซรามิคพื้นภายใน	10	10
	งานติดตั้งพื้นเซรามิคภายนอก	10	10
	งานติดตั้งพื้นลามิเนต	4	4
	งานติดตั้งบัวพื้น	3	3
	งานติดตั้งพื้นไม้บันได ราวจับ	6	7
	งานติดตั้งเฟอร์นิเจอร์	7	7
	งานติดตั้ง Wall paper	5	5
	งานติดตั้งดวงโคม,สวิทซ์ ,ปลั๊ก	3	3
	งานทำความสะอาดและตรวจสอบงาน Defect List	1	1
	Defect list	4	4
	งานทำความสะอาดและและส่งมอบ	1	1
7	Exterior Work		
	งานพื้นภายนอก บันได	9	9
	งานติตตั้งถังบำบัดน้ำเสีย น้ำดี	9	9
	งานพื้นโครงสร้างโรงจอดรถ	9	9

แผนภูมิที่ 5-3 แผนงานก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป บ้านแบบ ค



ID	Task Name	Duration	Start	Finish
1	schedule of Grandios	105 days	27/8/10	9/12/10
2	งานเตรียมพื้นที่	6 days	27/8/10	1/9/10
5	งานก่อสร้างฐานรากและคานคอดิน	8 days	28/8/10	4/9/10
9	(งานคาน B1 & B4 (EL +50	9 days	2/9/10	10/9/10
15	งานถ่ายดินลาด	1 day	11/9/10	11/9/10
16	ปูแผ่นพื้น PS1	2 days	12/9/10	13/9/10
17	Rebar&Formwork &Topping Concrete	3 days	14/9/10	16/9/10
18	B1 & B4 & C1 & C2 & S1(EL. +650)	12 days	17/9/10	28/9/10
27	S1 & Stair	11 days	1/10/10	11/10/10
33	งานระบบ	2 days	25/9/10	26/9/10
34	ติดตั้งผนังฝ้า	2 days	26/9/10	27/9/10
35	เก็บรายละเอียด	1 day	28/9/10	28/9/10
36	Curing	4 days	25/9/10	28/9/10
37	งานติดตั้งโครงสร้างเสา-คานพลีกสำเร็จ	2 days	1/10/10	2/10/10
38	Interior Work	69 days	12/10/10	9/12/10
39	(งานตรวจสอบงานภายในหลังติดตั้ง Unit (QC	11 days	12/10/10	22/10/10
40	งานหลังคา	21 days	15/10/10	4/11/10
41	งานติดตั้ง เซรามิค ปูนสม	10 days	22/10/10	31/10/10
42	งานติดตั้ง ฝ้าชายคา	11 days	1/11/10	11/11/10
43	งานรื้อนั่งร้าน	1 day	12/11/10	12/11/10
44	งานระบบประปาสุขาภิบาล	11 days	22/10/10	18/11/10
45	งานระบบแอร์	5 days	22/10/10	26/10/10
46	งานโครงสร้างโครงสร้าง	12 days	22/10/10	2/11/10
47	งาน ติดตั้ง Partition ภายใน และ ฝ้าที่ไม่ได้ติดตามจากโรงงาน	3 days	31/10/10	2/11/10
48	งานติดตั้ง Smart Board	3 days	3/11/10	5/11/10
49	งานงาน Gypsum ผนังและฝ้าเพดาน	10 days	8/11/10	16/11/10

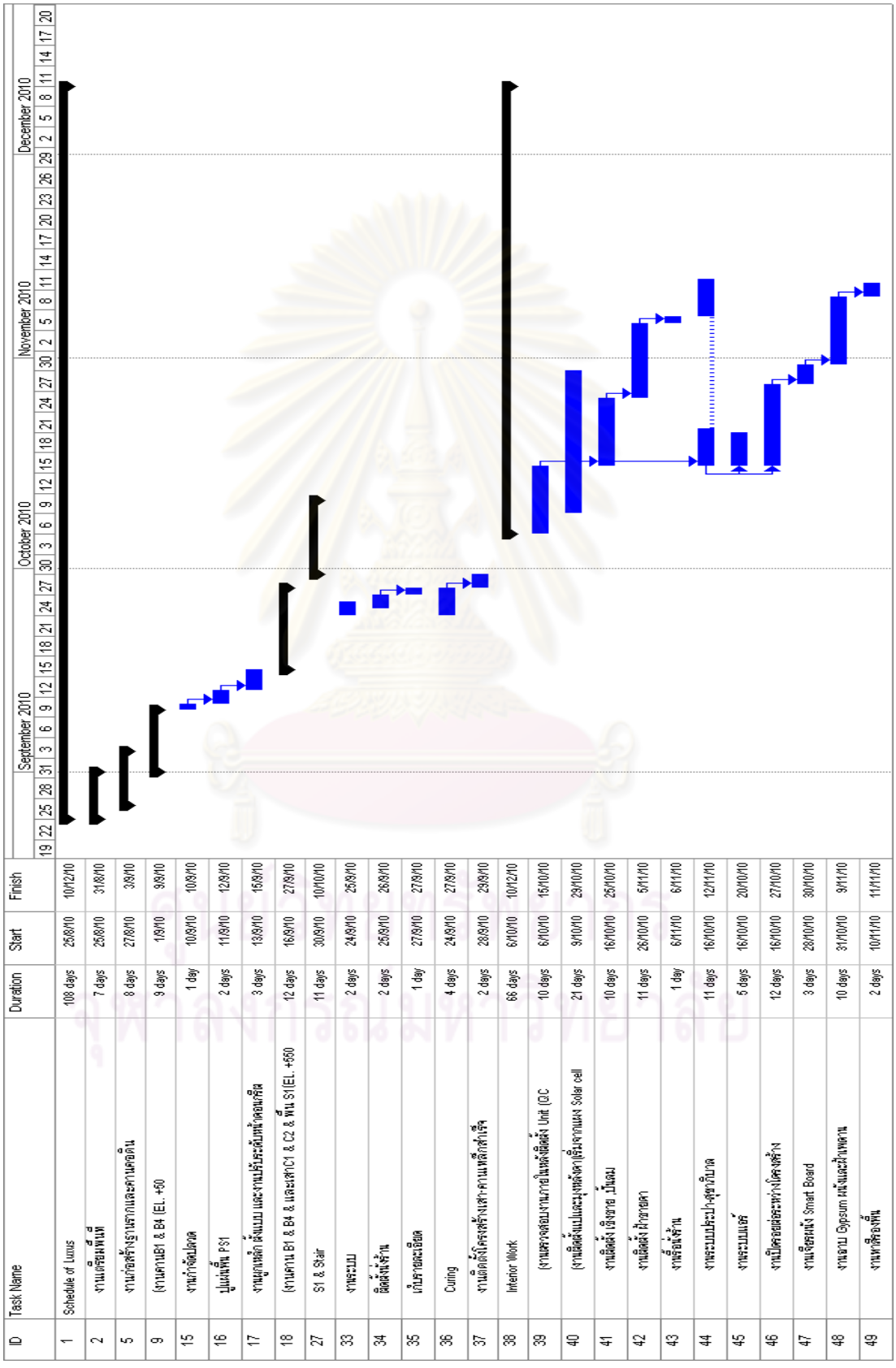
แผนภูมิที่ 5-3 แผนงานก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป บ้านแบบ ค (ต่อ)



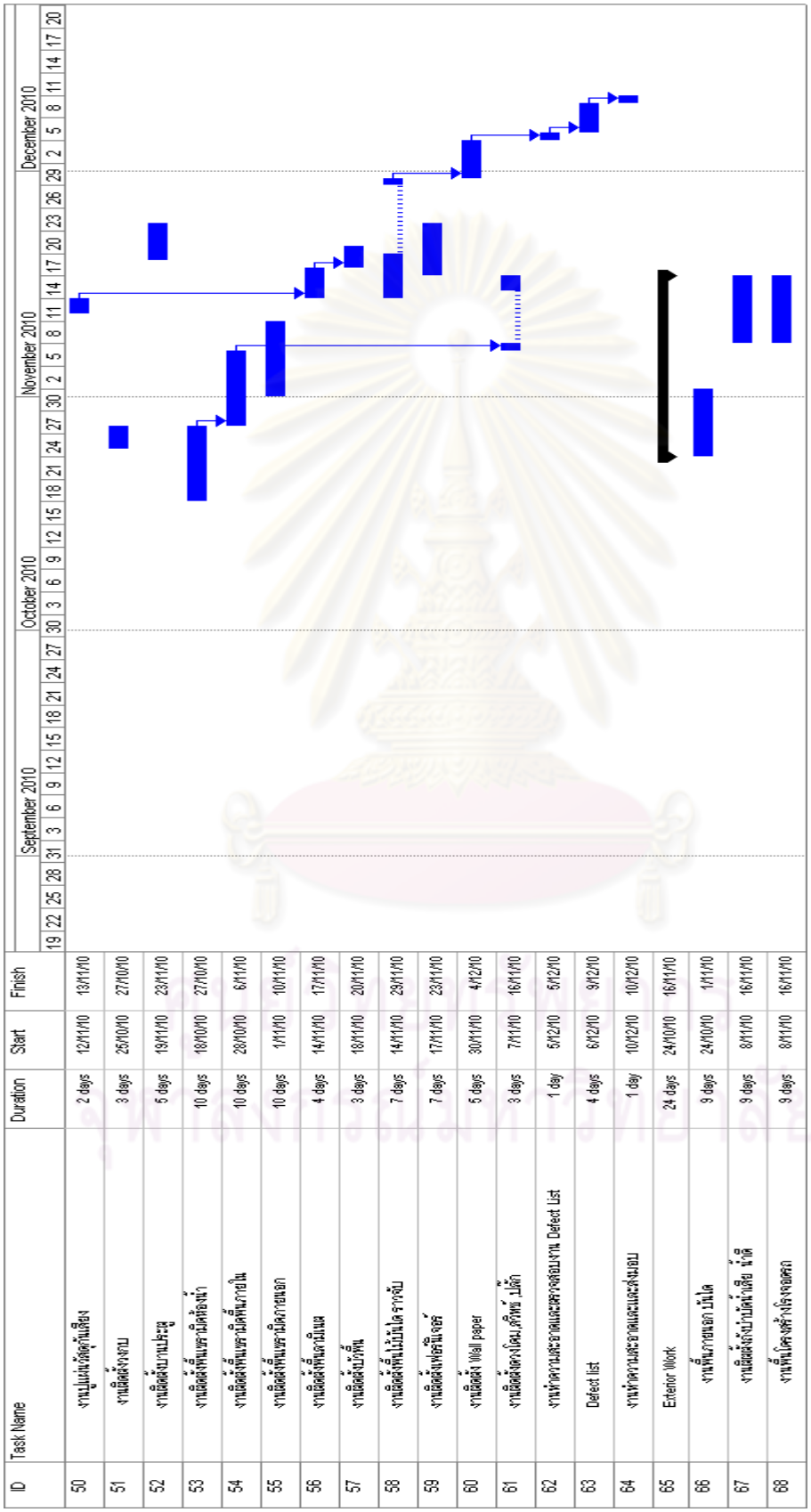
ID	Task Name	Duration	Start	Finish
49	งานฉาบ Gypsum แผ่นและฝ้าเพดาน	10 days	6/11/10	15/11/10
50	งานทาสีรองพื้น	2 days	16/11/10	17/11/10
51	งานปูแผ่นวัสดุกันเสียง	3 days	18/11/10	20/11/10
52	งานติดตั้งวงกบ	5 days	31/10/10	28/11/10
53	งานติดตั้งบานประตู	1 day	24/11/10	24/11/10
54	งานติดตั้งพนังพร้อมฝังท่อน้ำ	10 days	24/10/10	2/11/10
55	งานติดตั้งพนังพร้อมฝังท่อภายใน	10 days	3/11/10	12/11/10
56	งานติดตั้งพนังพร้อมฝังท่อภายนอก	10 days	7/11/10	16/11/10
57	งานติดตั้งพนังภายนอก	4 days	22/11/10	26/11/10
58	งานติดตั้งผ้าฝ้าย	3 days	28/11/10	30/11/10
59	งานติดตั้งพนังไม้ระแนงโค้งกว้าง	6 days	22/11/10	28/11/10
60	งานติดตั้งฟอร์ไมก้าเคาน์เตอร์	7 days	26/11/10	2/12/10
61	งานติดตั้ง Wall paper	5 days	29/11/10	3/12/10
62	งานติดตั้งกระจกเงา,สีกาพู่, ปลั๊ก	3 days	13/11/10	25/11/10
63	งานทำความสะอาดและตรวจซ่อมงาน Defect List	1 day	4/12/10	4/12/10
64	Defect list	4 days	5/12/10	8/12/10
65	งานทำความสะอาดและเคลื่อนย้าย	1 day	9/12/10	9/12/10
66	Exterior Work	28 days	26/10/10	22/11/10
67	งานผนังภายนอก ฉาบปูน	9 days	26/10/10	3/11/10
68	งานติดตั้งโรงจอดรถ	9 days	14/11/10	22/11/10
69	งานพื้นคอนกรีตจอดรถ	9 days	14/11/10	22/11/10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 5-4 แผนงานก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป บ้านแบบ ง



แผนภูมิที่ 5-4 แผนงานก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป บ้านแบบ ง (ต่อ)



ID	Task Name	Duration	Start	Finish
50	งานปูแผ่นฉนัดตุ้นสีชม	2 days	12/11/10	13/11/10
51	งานติดตั้งกรอบ	3 days	25/10/10	27/10/10
52	งานติดตั้งงานประปา	5 days	19/11/10	23/11/10
53	งานติดตั้งหมวดวันติดชักน้ำ	10 days	18/10/10	27/10/10
54	งานติดตั้งหมวดวันติดหินภายใน	10 days	28/10/10	6/11/10
55	งานติดตั้งหมวดวันติดภายนอก	10 days	1/11/10	10/11/10
56	งานติดตั้งหินตกแต่งผนัง	4 days	14/11/10	17/11/10
57	งานติดตั้งบานพับ	3 days	18/11/10	20/11/10
58	งานติดตั้งหินแม่บันไดจากจีน	7 days	14/11/10	23/11/10
59	งานติดตั้งฟรีสไม้เจอร์	7 days	17/11/10	23/11/10
60	งานติดตั้ง Wall paper	5 days	30/11/10	4/12/10
61	งานติดตั้งตกแต่งผนังภายใน	3 days	7/11/10	16/11/10
62	งานทำความสะอาดและตรวจสอบงาน Defect List	1 day	5/12/10	5/12/10
63	Defect list	4 days	6/12/10	9/12/10
64	งานทำความสะอาดและส่งมอบ	1 day	10/12/10	10/12/10
65	Exterior Work	24 days	24/10/10	16/11/10
66	งานทาภายนอก ปูนโต	9 days	24/10/10	1/11/10
67	งานติดตั้งระบบน้ำและน้ำเสีย น้ำดี	9 days	8/11/10	16/11/10
68	งานทาโครงสร้างจริงจอดรถ	9 days	8/11/10	16/11/10

5.3 ผลการศึกษาด้านต้นทุน

ผู้วิจัยทำการศึกษาต้นทุนโดยแบ่งเป็นหมวดหลักๆ ของงานก่อสร้าง และค่าของ ค่าแรงซึ่งรวมค่าดำเนินการและภาษีแล้ว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 ต้นทุนค่าก่อสร้างระบบเดิม

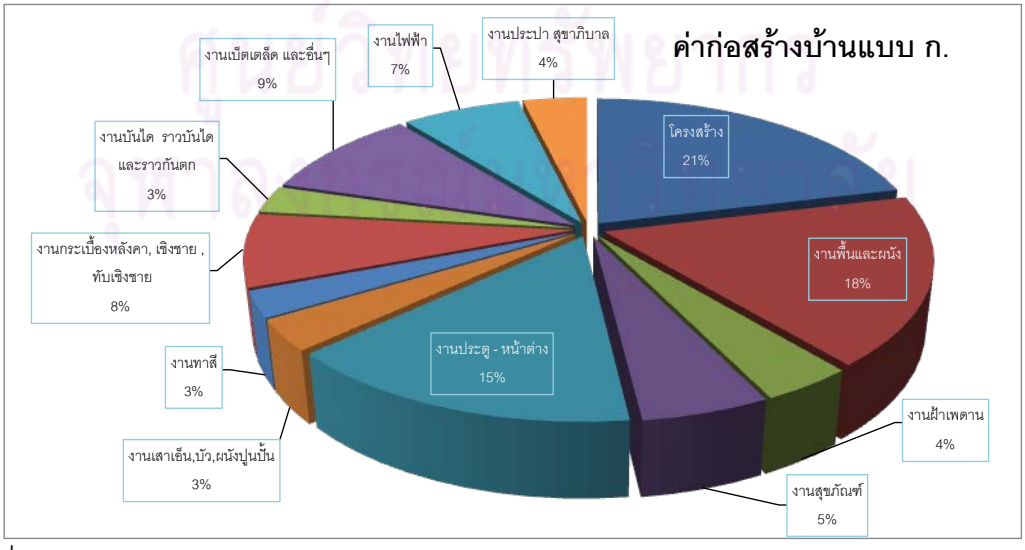
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบ ก.

ตารางที่ 5-3 ค่าก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นระบบเดิม แบบ ก.

ลำดับที่	รายการ	ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	%
1	โครงสร้าง	733,500	139,605	873,105	21%
2	งานพื้นและผนัง	655,154	76,046	731,199	18%
3	งานฝ้าเพดาน	108,873	49,552	158,424	4%
4	งานสุขภัณฑ์	186,225	33,815	220,040	5%
5	งานประตู - หน้าต่าง	594,248	26,756	621,004	15%
6	งานเสาเอ็น,บัว,ผนังปูนปั้น	79,918	54,213	134,131	3%
7	งานทาสี	75,669	37,808	113,477	3%
8	งานกระเบื้องหลังคา, เชิงชาย , ทับเชิงชาย	315,000		315,000	8%
9	งานบันได ราวบันได และราวกันตก	105,731	12,994	118,725	3%
10	งานเบ็ดเตล็ด และอื่นๆ	380,740	15,301	396,041	10%
11	งานไฟฟ้า	240,038	47,730	287,768	7%
12	งานประปา สุขาภิบาล	110,173	45,754	155,928	4%
	รวม	3,585,269	539,572	4,124,841	
	พื้นที่ใช้สอย	353	**ตร.ม.** =	11,685.10	**บาท/ตร.ม.**

ที่มา : จากการสำรวจและวิเคราะห์โดยผู้วิจัย

แผนภูมิที่ 5-5 สัดส่วนค่าก่อสร้างบ้าน แบบ ก.



ที่มา : จากการสำรวจและวิเคราะห์โดยผู้วิจัย

จากตารางที่ 5-3 ค่าก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบบ้าน ก. รวมทั้งสิ้น 4,124,842 บาท หรือ 11,685.10 บาท/ตร.ม. และแผนภูมิที่ 5-1 พบว่าสัดส่วนค่าก่อสร้าง ที่มีปริมาณสูง เป็นหมวดโครงสร้าง งานพื้นและผนัง งานประตูหน้าต่าง

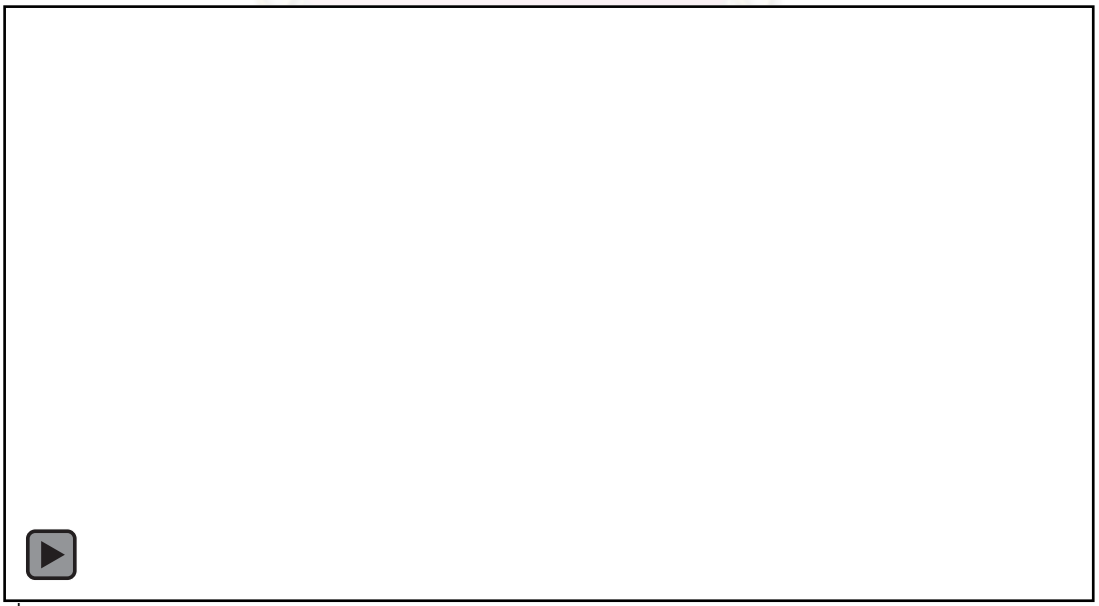
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบ ข.

ตารางที่ 5-4 ค่าก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นระบบเดิม แบบ ข.

ลำดับที่	รายการ	ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	%
1	งานโครงสร้าง	608,498	122,155	730,653	20%
2	งานพื้นและผนัง	575,764	146,901	722,665	20%
3	งานฝ้าเพดาน	69,372	28,190	97,562	3%
4	งานสุขภัณฑ์	202,470	31,720	234,190	7%
5	งานประตู - หน้าต่าง	509,305	25,579	534,884	15%
6	งานเสาเอ็น,บัว,ผนังปูนปัน	66,971	38,782	105,753	3%
7	งานทาสี	65,265	32,850	98,115	3%
8	งานกระเบื้องหลังคา, เชิงชาย , ทับเชิงชาย	265,000		265,000	7%
9	งานบันได ราวบันได และราวกันตก	94,325	12,994	107,319	3%
10	งานเบ็ดเตล็ด และอื่นๆ	319,325	14,271	333,596	9%
11	งานไฟฟ้า	190,468	42,901	233,369	6%
12	งานประปา สุขาภิบาล	99,570	39,621	139,191	4%
		3,066,333	535,965	3,602,298	
	พื้นที่ใช้สอย	288	**ตร.ม.** =	12,507.98	**บาท/ตร.ม.**

ที่มา : จากการสำรวจและวิเคราะห์โดยผู้วิจัย

แผนภูมิที่ 5-6 สัดส่วนค่าก่อสร้างบ้าน แบบ ข



ที่มา : จากการสำรวจและวิเคราะห์โดยผู้วิจัย

จากตารางที่ 5-4 ค่าก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบบ้าน ก. รวมทั้งสิ้น 3,602,298 บาท หรือ 12,507.98 บาท/ตร.ม. และแผนภูมิที่ 5-6 พบว่าสัดส่วนค่าก่อสร้าง ที่มีปริมาณสูง เป็นหมวดโครงสร้าง งานพื้นและผนัง งานประตูหน้าต่าง

5.3.2 ต้นทุนค่าก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

การศึกษาด้านต้นทุน มีข้อจำกัดเรื่องข้อมูลที่ไม่สามารถเปิดเผยได้สำหรับบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ดังนั้นผู้วิจัยจะทำการประมาณค่าก่อสร้างจากราคาขาย เท่านั้น

วิธีการคำนวณต้นทุนค่าก่อสร้าง

คิดจาก กำไรเบื้องต้น (%) ดังนี้

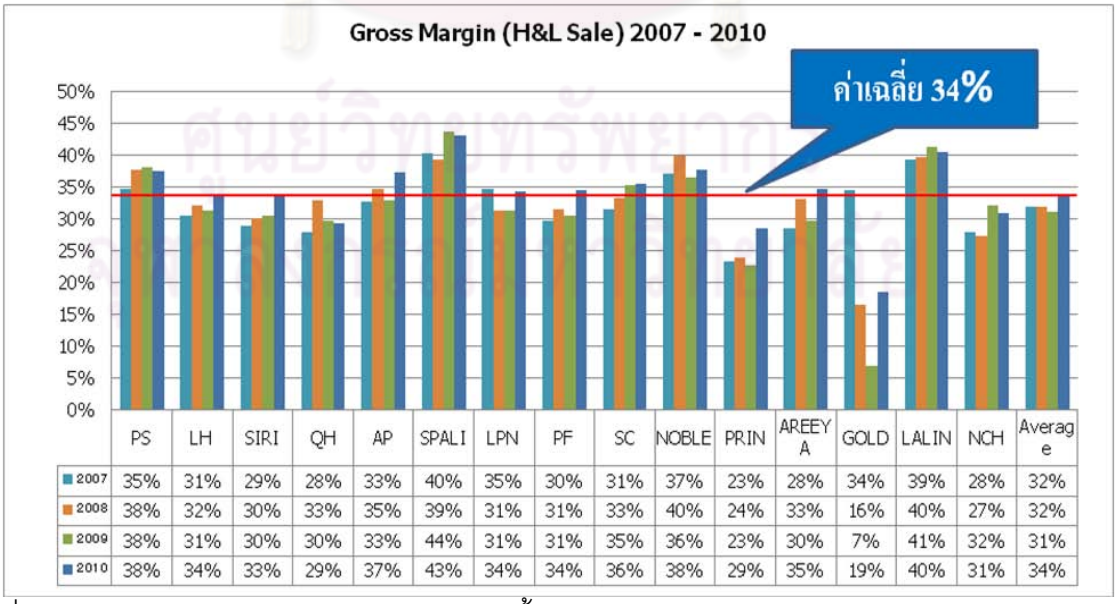
$$\text{กำไรเบื้องต้น (\%)} = \frac{\text{รายได้จากการขายสินค้า} - \text{ต้นทุนของสินค้า}}{\text{รายได้จากการขายสินค้า}}$$

ดังนั้น ต้นทุนของสินค้า = (1- กำไรเบื้องต้น(%)) x รายได้จากการขาย

ต้นทุนของสินค้า = ต้นทุนค่าก่อสร้าง + ต้นทุนที่ดิน

สรุป **ต้นทุนที่ดิน = {(1- กำไรเบื้องต้น(%)) x รายได้จากการขาย}-ต้นทุนที่ดิน**

แผนภูมิที่ 5-7 แสดงค่าเฉลี่ยกำไรเบื้องต้นของบริษัทอสังหาริมทรัพย์ ในตลาดหลักทรัพย์ ปี 2010



	PS	LH	SIRI	QH	AP	SPALI	LPN	PF	SC	NOBLE	PRIN	AREEYA	GOLD	LALIN	NCH	Average
2007	35%	31%	29%	28%	33%	40%	35%	30%	31%	37%	23%	28%	34%	39%	28%	32%
2008	38%	32%	30%	33%	35%	39%	31%	31%	33%	40%	24%	33%	16%	40%	27%	32%
2009	38%	31%	30%	30%	33%	44%	31%	31%	35%	36%	23%	30%	7%	41%	32%	31%
2010	38%	34%	33%	29%	37%	43%	34%	34%	36%	38%	29%	35%	19%	40%	31%	34%

ที่มา : ฝ่ายวิจัยและพัฒนา บริษัท พร็อพเพอร์ตี้ เพอร์เฟค จำกัด (มหาชน)

แบบบ้าน ค.

1.ราคาขายบ้านแบบ ค.		24,340,000	บาท
2.ขนาดที่ดิน		154	ตร.วา.
3.กำไรเบื้องต้น (Gross Magin)		34%	
4.ต้นทุนที่ดิน		65,000	บาท/ตร.วา.
5.พื้นที่ใช้สอย		319	ตร.ม.
ต้นทุนค่าก่อสร้างและที่ดิน	=	(1-34%)*24,340,000	
	=	16,064,400	บาท
ต้นทุนที่ดิน	=	65,000 x 154	
	=	10,010,000	บาท
ดังนั้นต้นทุนค่าก่อสร้าง	=	16,064,400 - 10,010,000	
	=	6,054,400.-	บาท
ต้นทุนต่อตารางเมตร	=	6,054,400/ 319	บาท
	=	**18,979**	**บาท/ตารางเมตร**

แบบบ้าน ง.

1.ราคาขายบ้านแบบ ง.		19,459,000	บาท
2.ขนาดที่ดิน		120.7	ตร.วา.
3.Gross Magin (กำไร)		34%	
4.ต้นทุนที่ดิน		65,000	บาท/ตร.วา.
5.พื้นที่ใช้สอย		275	ตร.ม.
ต้นทุนค่าก่อสร้างและที่ดิน	=	(1-34%)*19,459,000	
	=	12,842,940.00	บาท
ต้นทุนที่ดิน	=	65,000 x 154	
	=	7,845,500	บาท
ดังนั้นต้นทุนค่าก่อสร้าง	=	12,842,940.00- 7,845,500	
	=	4,997,440	บาท
ต้นทุนต่อตารางเมตร	=	4,997,440/ 272	บาท
	=	**18,372**	**บาท/ตารางเมตร**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

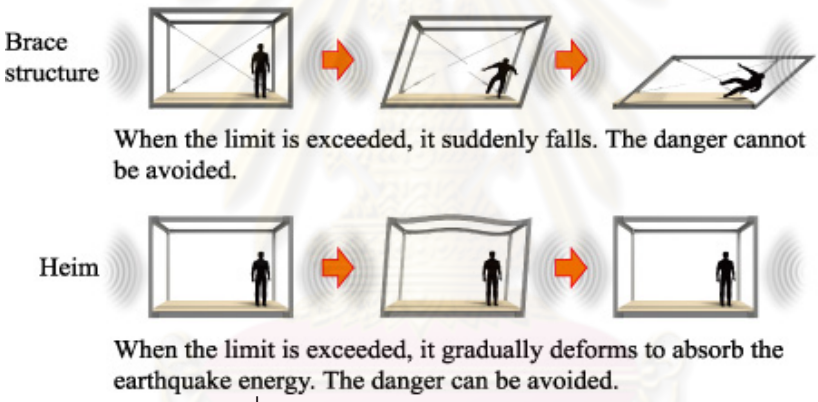
5.4 ผลการศึกษาข้อดี ข้อจำกัด

จากการศึกษา โดยการสังเกตุการณ์และจากการสัมภาษณ์ ผู้ที่เกี่ยวข้อง พบว่าระบบก่อสร้างทั้งสองระบบมีข้อดี ข้อเสียที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปมีข้อดีดังนี้

5.4.1 ข้อดี

1.โครงสร้างที่แข็งแรงและทนทาน

เนื่องจากประเทศญี่ปุ่น เป็นประเทศที่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวบ่อยครั้ง ทำให้การออกแบบบ้านจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยจากการเกิดแผ่นดินไหว ดังนั้นด้วยการออกแบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปที่ดีทำให้สามารถป้องกันความเสียหายอันเกิดจากภัยพิบัติได้เป็นอย่างดี ดังภาพที่ 5-56



ภาพที่ 5-56 แสดงการเสียรูปของโครงสร้างเหล็ก

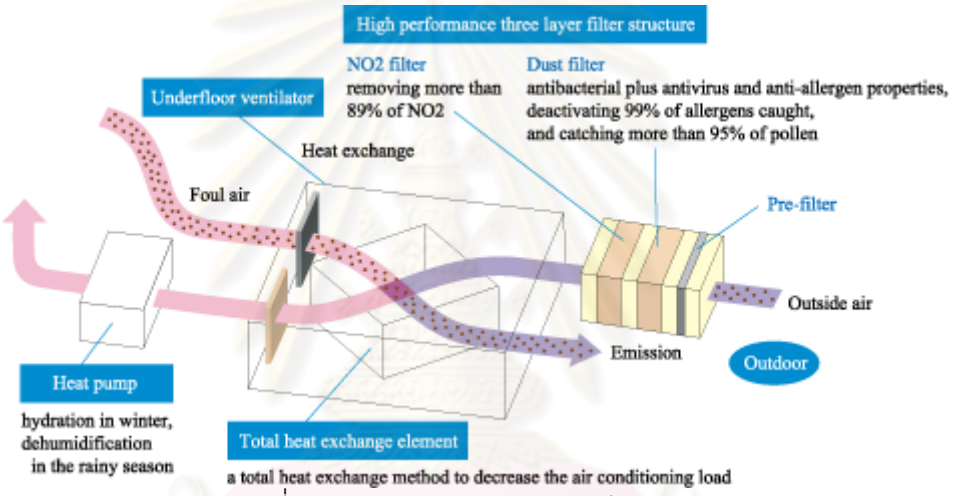
2.ด้านการออกแบบและวัสดุอุปกรณ์

การก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปมีการออกแบบและการใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อการอยู่อาศัยให้มีความสะดวก ปลอดภัยหลายประการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.อากาศบริสุทธิ์ด้วยระบบ Air Factory

นอกจากเรื่องโครงสร้างแล้ว บ้านระบบนี้พยายามที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยในบ้านรู้สึกสบายและผ่อนคลายกับอากาศที่เย็นได้ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นฤดูไหนก็ตาม ซึ่งการถ่ายเทอากาศในบ้านเป็นระบบ Air Factory คือการใช้เครื่องดูดอากาศจากภายนอกเข้ามากักเก็บไว้ที่กล่อง Heat Exchanger แล้วที่ภายในบ้านเองนั้นก็มีเครื่องดูดอากาศคาร์บอนไดออกไซด์ที่เราหายใจทิ้งไว้ในบ้านออกไปภายนอกโดยผ่านกล่องที่ว่าเช่นเดียวกัน การทำงานก็คือ เครื่องดูดอากาศจะดูดอากาศจากภายนอกที่มีความร้อนและความชื้นสูงเข้าสู่ท่อดูดอากาศผ่านตัวกรอง(Filter) ต่าง ๆ ที่ฝังอยู่

ในท่อซึ่งจะมี Profilter เป็นด่านแรกเพื่อดักจับฝุ่นที่มีขนาดมากกว่า 0.5 มม. ถัดไปเป็น Filter กรองฝุ่น ที่สามารถกรองต้นเหตุของโรคภูแพ้ต่าง ๆ เช่น เกสรดอกไม้ ซึ่งสามารถกรองได้ถึงร้อยละ 95 ขึ้นไปและสามารถกรองเชื้อราได้มากกว่าร้อยละ 90Filter ด่านสุดท้ายจะเป็น Filter การกรองกลิ่นจากภายนอกได้ถึงร้อยละ 80 เมื่อพ้นจาก Filter ทั้งสามไปแล้ว อากาศก็จะถูกส่งไปที่กล่อง Heat Exchanger ดังกล่าวเพื่อทำการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิและความชื้นที่อยู่ภายในบ้านที่เป็นอากาศเสียที่เย็นและความชื้นต่ำ ทำให้บ้านมีสภาพแวดล้อมและอากาศที่สะอาด และยังช่วยปรับให้อุณหภูมิภายในบ้านลดลงอีกด้วย



ภาพที่ 5-57 แสดงระบบการหมุนเวียนอากาศ

2.2. การป้องกันความร้อนด้วย Insulation System

กระจกภายในบ้านถูกออกแบบมาเป็นพิเศษ เรียกว่า Insulated Air Glass Window เป็นกระจกถูกปล่อยว่างให้มี space ตรงกลางเล็กน้อย เพื่อทำหน้าที่ป้องกันความร้อนได้ดีกว่ากระจกทั่วไป ส่วนฉนวนกันความร้อนที่บ้านทั่ว ๆ ไปมักจะติดไว้ที่ฝ้าเพดานนั้น ได้ปรับเปลี่ยนการติดฉนวนโดยทำให้เป็นระบบ Insulation System โดยนำฉนวนกันความร้อนไปติดไว้ที่ฝ้าเพดาน ผนังภายนอก และพื้นระหว่างชั้น ตลอดจนการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ ส่งผลให้ความร้อนจากภายนอกส่งผ่านเข้ามาได้ช้า จึงสามารถช่วยประหยัดพลังงาน และอยู่อาศัยได้อย่างเย็นสบาย ซึ่งเจ้าฉนวนที่ว่านี้นอกจากกันความร้อนได้แล้วยังช่วยลดเสียงไม่พึงประสงค์จากภายนอกบ้านได้ด้วย

ภาพที่ 5-58 แสดงลักษณะของหน้าต่าง
(Insulate air glass window)

2.3 การใช้กระเบื้องเซรามิคปิดงานผนังภายนอกทำให้ลดการดูแลรักษาในระยะยาวเนื่องจากมีความคงทน ไม่สึกกร่อน ไม่ต้องทำความสะอาด เหมือนงานทาสีทั่วไป ที่จะเปื้อนลอกร่อน ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาในระยะยาว

3.ด้านระยะเวลา สามารถลดระยะเวลาได้มากเนื่องจากเป็นการผลิตชิ้นส่วนที่โรงงานเป็นส่วนใหญ่ทำให้การทำงานที่สถานที่ก่อสร้างใช้เวลาน้อยลง

4.สถานที่ก่อสร้างสะอาด ไม่มีวัสดุที่กองเกะกะ ไม่สะดวกต่อการทำงาน

ภาพที่ 5-59 สภาพพื้นที่ก่อสร้างระบบเดิม

ภาพที่ 5-60 สภาพพื้นที่ก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

ข้อจำกัด

การศึกษาด้านข้อเสียหรือข้อจำกัดของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป โดยการสังเกตุการณ์ และการสัมภาษณ์พบว่ามีข้อจำกัดหลายด้านดังต่อไปนี้

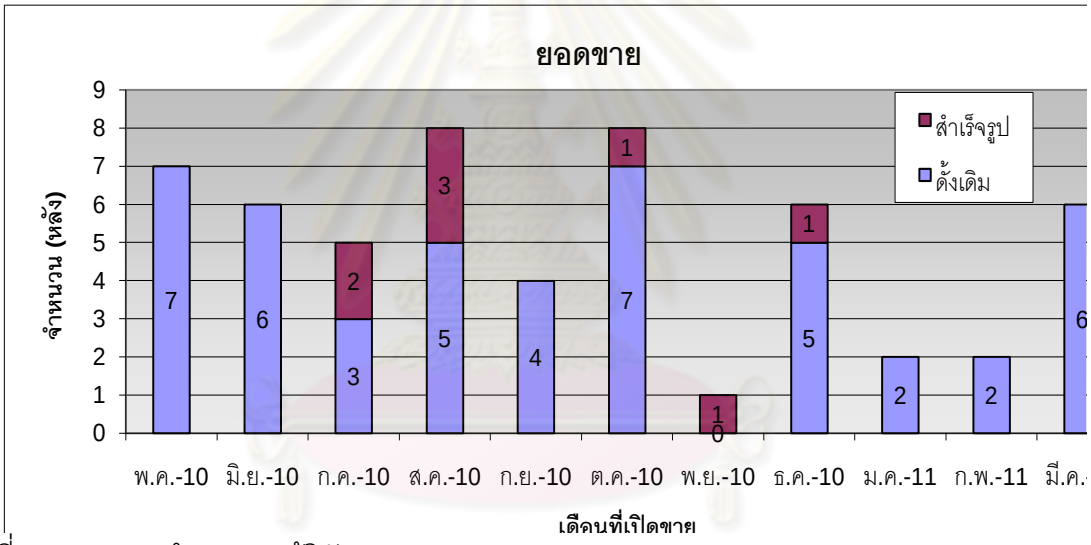
1.ด้านการขนส่ง

เนื่องจากโครงสร้างมีความสูง ทำให้เมื่อวางบนรถเทรลเลอร์ที่ใช้ขนส่ง และพื้นที่จอดรถเป็นข้อจำกัดดังที่ได้กล่าวไว้ในกระบวนการขนส่งแล้ว

2.ด้านราคา

ต้นทุนค่าก่อสร้างที่สูงเมื่อเทียบกับระบบเดิม ทำให้ราคาขายสูง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า เพราะจากการเปิดตัวสินค้า เป็นระยะเวลาประมาณ 11เดือนพบว่าขายไปได้เพียง 8 หลัง เมื่อเทียบกับระบบเดิมที่ขายไปได้ถึง 47 หลัง ตามแผนภูมิ 5-8 โดยลูกค้าที่เข้าชมส่วนใหญ่สนใจเรื่องเทคโนโลยีของบ้านมากกว่า

แผนภูมิ 5-8 แสดงยอดขายบ้านระบบเดิมและระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป



ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย

3.การปรับแบบก่อสร้าง

เนื่องจากการออกแบบจะเป็นการกำหนดด้วยขนาดมาตฐานและใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการออกแบบ ซึ่งความสูงและความกว้างที่กำหนดตายตัวสามารถเปลี่ยนแปลงได้เฉพาะความยาวดังภาพที่ ทำให้การปรับเปลี่ยนแบบให้ได้พื้นที่ตามต้องการเป็นไปได้ยาก และรวมถึงการปรับเปลี่ยนวัสดุที่ต้องใช้วัสดุที่เป็นของบริษัทที่เป็นผู้ผลิตอย่างเดียว

4.สภาพอากาศ

ข้อจำกัดอีกประการที่ส่งผลต่อการติดตั้งเป็นอย่างมากคือ กรณีเกิดฝนตก เนื่องจากชิ้นส่วนโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปผนังภายในเป็นสมาร์ทบอร์ด และมีฉนวนกันความร้อน

ติดตั้งมาแล้ว หากเกิดฝนตกจะไม่สามารถติดตั้งได้เพราะจะทำให้วัสดุเกิดการเสียหายได้ต่อวัสดุดังกล่าวได้

5.ขีดความสามารถการผลิต

เนื่องจากโรงงานเป็นโรงงานขนาดเล็ก ใช้เวลาในการผลิดโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป 1 หลังใช้เวลา 2 วัน หรือ ประมาณ 15 หลังต่อเดือน ดังนั้นหากต้องการก่อสร้างที่มีปริมาณมากกว่านี้ก็ไม่สามารถรองรับได้ ต้องทำการขยายโรงงานหรือก่อสร้างโรงงานเพิ่มเติมเพื่อรองรับการผลิต ซึ่งถือว่าเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นสูงมาก .

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษามาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ โดยทำการวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง ระยะเวลา ข้อดีและข้อเสีย โดยลำดับการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

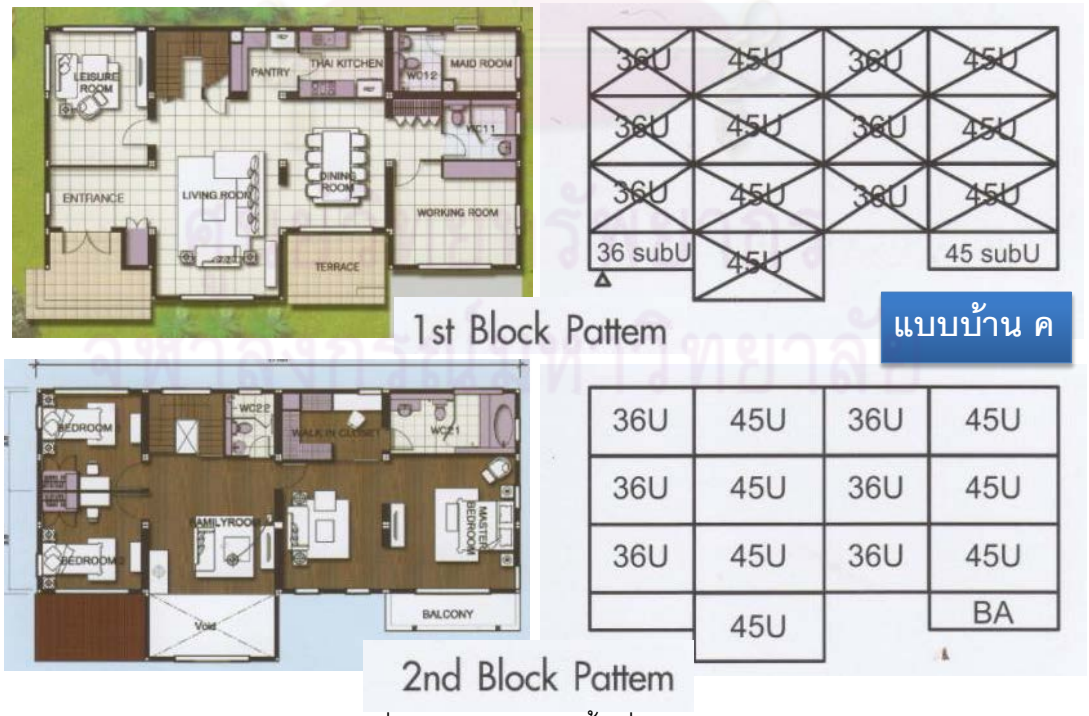
6.1 การวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง

6.1.1 ด้านการออกแบบ

ในการศึกษาพบว่า หลักการของการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปกับระบบเดิม มีความแตกต่างกัน คือ

1.**ระบบเดิม** จะมุ่งเน้นที่ความสวยงามของรูปลักษณ์ภายนอก และพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน ทำให้รูปแบบการก่อสร้างจะมีขั้นตอนที่ซับซ้อนและเพิ่มขั้นตอนการทำงานมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลา เช่น การเพิ่มบัวปูนปั้น

2.**ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป** จะมุ่งเน้นที่พื้นที่ใช้สอยเป็นหลัก โดยขนาดพื้นที่ใช้สอยจะมีขนาดเท่ากับขนาดโครงสร้างมาตรฐานที่ถูกกำหนดไว้ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้วนำมาจัดวางให้ลงตัว ซึ่งใช้ขนาดที่เหมือนกันเป็นส่วนใหญ่ทำให้การผลิตชิ้นส่วนเกิดการใช้ขนาดที่ซ้ำๆ



ภาพที่ 6-1 การกำหนดพื้นที่ใช้สอยแบบ ค

ภาพที่ 6-2 การกำหนดพื้นที่ใช้สอยแบบ ง

ที่มา : เอกสารประกอบการขาย

จากแบบบ้านทั้งสองแบบข้างต้นจะเห็นได้ว่า ใช้โครงสร้างที่มีขนาด แตกต่างกันเพียง 3 ขนาดเท่านั้น คือ 36U 45U และ 54U และแต่ละแบบใช้ขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาดและมีขนาดย่อยเพิ่มมาเท่านั้น คือ 36subU 45subU และ 54subU เป็นรูปแบบการใช้ที่ซ้ำๆ ซึ่งเป็นแนวคิดของระบบอุตสาหกรรม และความเรียบง่ายของการออกแบบทำให้ง่ายในการประกอบชิ้นส่วน นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับผู้อยู่อาศัย เกี่ยวกับการ เช่น ระบบการไหลเวียนของอากาศที่วางระบบไว้ใต้ดิน หรือ การป้องกันความร้อนด้วยฉนวนกันความร้อนและเสียงด้วยกระจกหนาสองชั้น เป็นต้น

6.1.2 ด้านโครงสร้าง

ระบบเดิม โครงสร้างเสาคานเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ส่วนระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปจะเป็นโครงสร้างเสา-คาน ที่ทำจากเหล็กเคลือบพิเศษ ยึดด้วยการเชื่อม มีการออกแบบที่แข็งแรงและทนทาน เนื่องจากโครงสร้างเหล็กเป็นเหล็กรูปพรรณ ซึ่งมีขนาดแน่นอน ดังนั้น โอกาสที่โครงสร้างเหล็กจะเกิดความเสียหายน้อยเพราะเป็นเหล็กที่ได้มาตรฐาน เมื่อเทียบกับการก่อสร้างระบบเดิมที่ต้องใช้แรงงานในการผูกเหล็กและเทคอนกรีต

เพราะหากผูกเหล็กไม่ได้ตามที่ผู้ออกแบบกำหนด หรือแม้แต่การใช้คอนกรีตที่ไม่ได้คุณภาพหรือกำลังคอนกรีตไม่ตรงกับที่คำนวณไว้ ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้ง่าย สำหรับระบบโครงสร้างเหล็กจะเกิดความเสียหายได้จากการเชื่อมที่ไม่ได้คุณภาพเท่านั้น แต่การผลิตที่โรงงานสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีกว่าการเชื่อมที่หน้างานก่อสร้าง

6.1.3 ขั้นตอนการก่อสร้าง

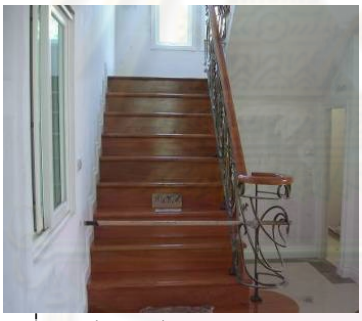
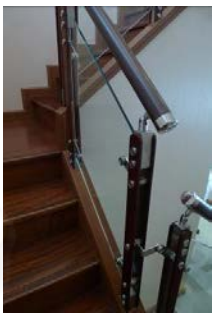
เนื่องจากระบบการก่อสร้างและรูปแบบของบ้านที่แตกต่างกันทำให้กระบวนการก่อสร้างมีความแตกต่างกันมาก เพราะระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปนั้นทำการผลิตจากโรงงานเป็นหลัก ดังนั้นผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบเฉพาะงานที่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการทำงานหรือการใช้วัสดุที่แตกต่างกันเป็นหลักโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6-1 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง

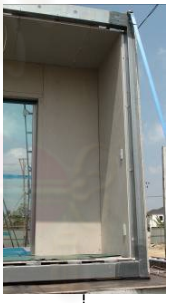
รายการ	ระบบเดิม	ระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป
งานฐานราก	เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ประกอบด้วยฐานราก (Footing) ตอม่อ(column) คานคอดิน (ground beam) โดยทำการเทคอนกรีตที่ละขั้นตอน เพื่อรองรับโครงสร้างเสาคานชั้น 1 และชั้น 2	เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ประกอบด้วยฐานราก (Footing) คานคอดิน (ground beam) ทำผูกเหล็กเข้าแบบการเทคอนกรีตพร้อมกัน และส่วนที่แตกต่างคือมีการเทพื้นคอนกรีต การทำคานคอนกรีตความสูง 55 ซม.โดยรอบอาคารเพื่อทำหน้าที่โครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปและงานระบบระบายอากาศ ซึ่งมีขั้นตอนที่มากขึ้นและใช้เวลามาก การเดินระบบที่สับซ้อนต้องใช้ผู้ชำนาญการ
	ภาพที่ 6-3 งานฐานรากระบบเดิม	ภาพที่ 6-4งานฐานรากระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ	ระบบเดิม	ระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป
โครงสร้างอาคาร	เสา-คานเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ต้องทำการเข้าแบบผูกเหล็กเทคอนกรีตที่ละขั้นตอนไม่สามารถข้ามขั้นตอนได้ ตั้งแต่เสาชั้น1-คานชั้น 2 – พื้นชั้น 2–เสาชั้น 2 และต้องรออายุคอนกรีตที่จะสามารถรับน้ำหนักได้ใช้เวลามาก ต้องควบคุมคุณภาพของการผูกเหล็ก และกำลังคอนกรีตที่ต้องใช้ให้ถูกตามที่วิศวกรออกแบบ ซึ่งอาจส่งผลต่อความเสียหายได้	เสา-คานเป็นเหล็กรูปพรรณพิเศษ (ZAM) ประกอบเป็นโครงสร้างเสา-คานสามมิติหลายๆ หน่วย ด้วยการเชื่อมที่โรงงาน ใช้เวลาในการประกอบรวดเร็ว เหล็กรูปพรรณมีขนาดที่แน่นอน และได้คุณภาพดี ทำให้การผิดพลาดในการผลิตไม่ตรงกับการคำนวณของวิศวกรเป็นไปได้ยาก
	ภาพที่ 6-5 โครงสร้างอาคารระบบเดิม	ภาพที่ 6-6 โครงสร้างอาคารระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป
โครงสร้างพื้น	พื้นทั่วไปเป็นพื้นสำเร็จรูป ยกติดตั้งและเทคอนกรีตทับหน้าปรับระดับ และส่วนห้องน้ำเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ การปรับระดับหากควบคุมไม่ดีจะส่งผลต่อวัสดุปูพื้น เช่น กระเบื้อง และปาร์เก้ ทำให้ระดับไม่สม่ำเสมอ เดินสะดุดได้	พื้นทั่วไปเป็นพื้นสมาร์ทบอร์ดติดตั้งด้วยการสกรูยึดติดกับโครงเหล็ก และส่วนห้องน้ำเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ การใช้สมาร์ทบอร์ดซึ่งผิวเรียบทำให้ปูกระเบื้องได้ง่ายลดขั้นตอนการปรับระดับพื้น
โครงสร้างบันได	เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ลูกตั้ง ลูกนอนบันได และราวจับเป็นไม้ ส่วนราวลูกกรงเป็นเหล็ก ต้องใช้เวลาในการก่อสร้างโครงสร้างบันไดนานเนื่องจากต้องผูก	เป็นโครงสร้างเหล็ก ติดตั้งมาจากโรงงานพร้อมโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ใช้เวลาน้อย ควบคุมคุณภาพได้ดี เนื่องจากระดับขั้นบันไดเกิดจากการตัดเหล็กให้ได้ระยะที่เท่ากัน ส่วนราว

รายการ	ระบบเดิม	ระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป
โครงสร้างบันได(ต่อ)	เหล็กเข้าแบบเทคอนกรีต และต้องให้คอนกรีตได้กำลังที่ออกแบบไว้จึงจะถอดแบบได้ การควบคุมระยะลูกตั้งลูกนอนบันไดยาก ต้องทำการปรับผิวอีกครั้งก่อนติดตั้งไม้บันได	บันไดจะเน้นที่เป็นอุปกรณ์สำเร็จรูป เช่น กระจก และราวจับไม้สำเร็จรูป
	 ภาพที่ 6-7 โครงสร้างบันไดระบบเดิม  ภาพที่ 6-8 ไม้บันไดและราวระบบเดิม	 ภาพที่ 6-9 โครงสร้างบันไดระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป  ภาพที่ 6-10 ไม้บันไดและราวระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป
โครงสร้างหลังคา	เป็นโครงสร้างเหล็กสำเร็จรูปประกอบที่หน้างานและยกติดตั้ง	เป็นโครงสร้างเหล็กสำเร็จประกอบที่โรงงานแล้วยกมาติดตั้ง
	 ภาพที่ 6-11 โครงหลังคาซีแพคทรัส	 ภาพที่ 6-12 โครงหลังคาระบบเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

<table>
<tr>
<td>ผนังภายใน-ภายนอก</td>
<td>ก่ออิฐมอญ ฉาบปูน และทาสี ใช้เวลาการก่อและฉาบนาน และควบคุมไม่ให้เกิดรอยร้าวยาก ความเรียบของผิวฉาบควบคุมยาก ขึ้นอยู่กับคุณภาพของคนงานและวัสดุปูนก่อฉาบ</td>
<td>ผนังภายในเป็นสมาร์ทบอร์ด ฉาบยิบซั่มและปูวอลเปเปอร์ ส่วนผนังภายนอกเป็นสมาร์ทบอร์ด ปิดด้วยกระเบื้องเซรามิค ติดตั้งง่ายใช้เวลาน้อย ผิววัสดุเรียบ ลดปัญหาการเกิดรอยร้าว แต่ข้อเสียของผนังภายในคือความแข็งแรงที่น้อยกว่าการก่ออิฐมอญ</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>
ภาพที่ 6-13 งานก่ออิฐมอญ

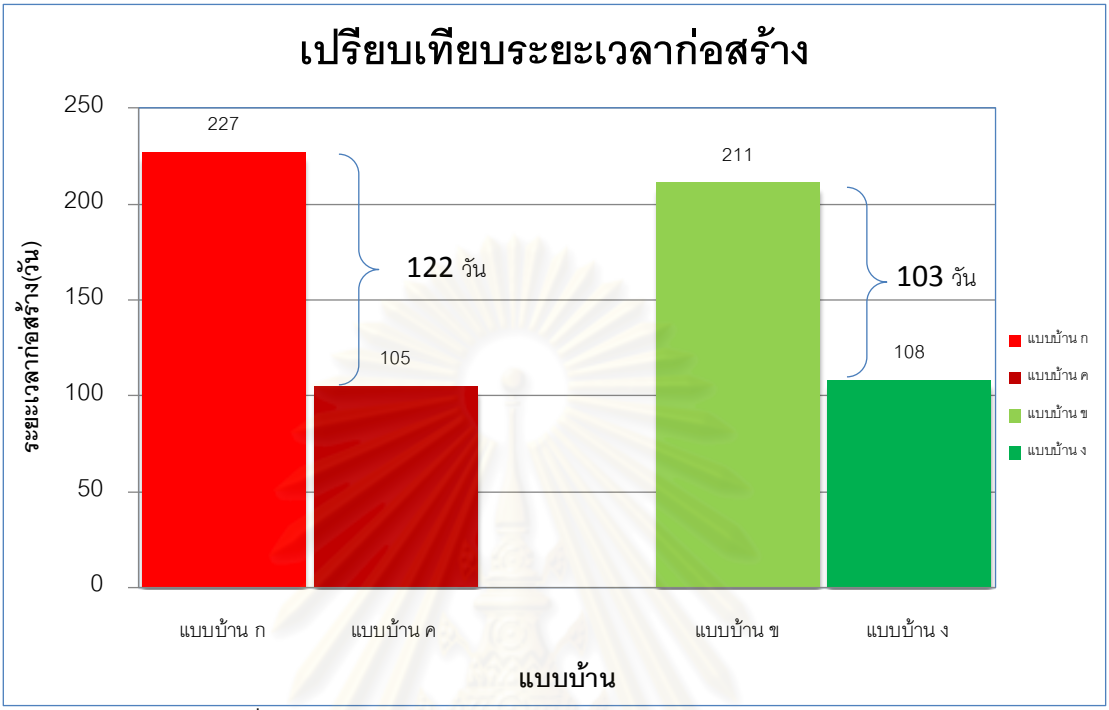
ภาพที่ 6-14 งานฉาบปูน</td>
<td>
 
ภาพที่ 6-15 ผนังภายนอก และผนังภายใน</td>
</tr>
</table>

จากการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างของทั้งสองระบบข้างต้น จะพบว่า ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป จะใช้วัสดุที่สำเร็จรูปเป็นส่วนใหญ่ ทำให้สามารถประกอบติดตั้งจากโรงงานได้ ช่วยให้ลดขั้นตอนการทำงาน และลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดจากวัสดุ และจากคุณภาพของคนงานด้วยเช่นกัน

6.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาการก่อสร้าง

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ ระยะเวลาโดยรวมและส่วนของรายละเอียดแต่ละขั้นตอนเพื่อหาผลของการเปลี่ยนแปลงด้านระยะเวลา แต่เนื่องจากระบบการก่อสร้างมีความแตกต่างกัน จึงต้องนำขั้นตอนที่ เหมือนกันมาเปรียบเทียบ เพื่อให้เห็นถึงระยะเวลาที่เกิดความแตกต่าง ดังต่อไปนี้

แผนภูมิที่ 6-1 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้างรวมของการก่อสร้างทั้งสองระบบ



จากแผนภูมิที่ 6-1 จะเห็นได้ว่าระยะเวลาก่อสร้างของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปก่อสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิม 122 วันและ 103 หรือประมาณ 4 เดือน ซึ่งถือว่าลดระยะเวลาได้มากถึงครึ่งของระบบก่อสร้างเดิม ซึ่งความแตกต่างด้านระยะเวลาดังกล่าวผู้วิจัย จะทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบให้เห็นดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6-2 เปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้างระหว่างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปกับระบบเดิม แบบบ้าน ก และ ค

รายการงาน		ระยะเวลา		ผลต่าง (วัน)
		แบบบ้าน ก.	แบบบ้าน ค.	
1	งานโครงสร้างฐานราก			
	งานคอนกรีตฐานรากและตอม่อ	43	32	11
	โครงสร้างเสา-คานชั้นล่างและชั้น 2	29	4 (ผลิตและ	25
	งานเดินท่อร้อยสายไฟ-ท่อประปาสุขาภิบาล	12		8
	โครงสร้างพื้น-ผนัง	43		39
	ติดตั้งฝ้าเพดาน	8		4
	โครงสร้างบันได	14		10

รายการงาน		ระยะเวลา		ผลต่าง (วัน)
		แบบบ้าน ก.	แบบบ้าน ค.	
	หน้าต่าง-ประตู ภายนอก	13	ติดตั้ง)	9
	งานทาสีภายนอก –ภายใน	12		8
	งานโครงหลังคา	4		0
2	งานสถาปัตย์			
	มุงหลังคา	26	21	14
	งานผนังภายใน	25	30	-5
	งานปูกระเบื้องห้องน้ำ	43	10	33
	งานปูกระเบื้องพื้นชั้นล่าง	10	10	0
	งานวัสดุปูพื้นชั้นบน	22	7	15
	ราวบันไดและไม้บันได	6	6	0
	เทพื้นโรงรถ ซักล้าง เฉลียง แท่นวางถังเก็บน้ำ	20	18	2
	ติดตั้งถังบำบัดน้ำเสีย	5	5	0
	เดินท่อระบบประปาและสุขาภิบาล	12	11	1
	ทาสีรองพื้น ภายใน	4	2	2
	ติดตั้งประตูภายใน	7	5	2
	ติดตั้งสุขภัณฑ์ พร้อมอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ	4	4	0
	ติดตั้งแผงไฟฟ้า ดวงโคม อุปกรณ์ระบบสัญญาณ	6	3	3
	ทำความสะอาด เคลียร์บริเวณ	3	5	-2

ตารางที่ 6-3 เปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้าง ระหว่างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปกับระบบเดิม แบบบ้าน ข และ ง

รายการงาน		ระยะเวลา		ผลต่าง (วัน)
		แบบบ้าน ข.	แบบบ้าน ง.	
1	งานโครงสร้างฐานราก			

รายการงาน		ระยะเวลา		ผลต่าง (วัน)
		แบบบ้าน ข.	แบบบ้าน ง.	
	งานคอนกรีตฐานรากและตอม่อ	43	32	11
	โครงสร้างเสา-คานชั้นล่างและชั้น 2	29	4 (ผลิตและติดตั้ง)	25
	งานเดินท่อร้อยสายไฟ-ท่อประปาสุขาภิบาล	12		8
	โครงสร้างพื้น-ผนัง	43		39
	ติดตั้งฝ้าเพดาน	8		4
	โครงสร้างบันได	14		10
	หน้าต่าง-ประตู ภายนอก	13		9
	งานทาสีภายนอก –ภายใน	12		8
	งานโครงหลังคา	4		0
2	งานสถาปัตย์			
	มุงหลังคา	26	21	14
	งานผนังภายใน	25	30	-5
	งานปูกระเบื้องห้องน้ำ	43	10	33
	งานปูกระเบื้องพื้นชั้นล่าง	10	10	0
	งานวัสดุปูพื้นชั้นบน	22	7	15
	ราวบันไดและไม้บันได	6	6	0
	เทพื้นโรงรถ ซักล้าง เฉลียง แท่นวางถังเก็บน้ำ	20	18	2
	ติดตั้งถังบำบัดน้ำเสีย	5	5	0
	เดินท่อระบบประปาและสุขาภิบาล	12	11	1
	ทาสีรองพื้น ภายใน	4	2	2
	ติดตั้งประตูภายใน	7	5	2
	ติดตั้งสุขภัณฑ์ พร้อมอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ	4	4	0
	ติดตั้งแผงไฟฟ้า ดวงโคม อุปกรณ์ระบบสัญญาณ	6	3	3
	ทำความสะอาด เคลียร์บริเวณ	3	5	-2

จากแผนภูมิและตารางข้างต้น จะพบว่าระยะเวลาที่แตกต่างกันมากของการก่อสร้างทั้งสองระบบ ซึ่งเกิดจากงานก่อสร้างที่แตกต่างกันเนื่องจากได้นำงานก่อสร้างส่วนที่ใช้ระยะเวลามากไปทำการประกอบและติดตั้งที่โรงงานแล้ว ได้แก่

1.โครงสร้างเสา-คาน และงานโครงสร้างบันได ซึ่งการหล่อในที่ต้องรออายุคอนกรีตและต้องเป็นขั้นตอนที่ละชั้น ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยประมาณ 2 เดือน ส่วนโครงสร้างเสา-คานเหล็กสามารถเชื่อมประกอบที่โรงงานใช้เวลาเพียง 2 วันซึ่งแตกต่างกันมาก

2.งานผนัง ซึ่งระบบเดิมจะเป็นการก่ออิฐมอญ ฉาบปูน แล้วทาสี เนื่องจากการก่ออิฐมอญใช้เวลานานประมาณ 3 เดือน ทำให้การใช้ผนังสมาร์ทบอร์ดและการปิดผนังภายนอกด้วยกระเบื้องเซรามิค ซึ่งติดตั้งที่โรงงานทำให้ลดระยะเวลาของงานผนังได้มากโดยใช้เวลาเพียง 1 เดือนเท่านั้น และอีกประการก็คืองานผนังนั้นเป็นงานต่อเนื่องที่จะทำให้เกิดงานในลำดับถัดไป หากงานผนังไม่แล้วเสร็จงานอื่นๆ ก็ไม่สามารถดำเนินการได้ส่งผลให้ระยะเวลาก่อสร้างมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการใช้ผนังที่สำเร็จรูปจึงทำให้งานรวดเร็วขึ้นจากงานผนังเองแล้วยังทำให้งานต่อเนื่องสามารถดำเนินการได้เร็วขึ้นด้วย

3.งานปูกระเบื้องห้องน้ำ เนื่องจากห้องน้ำมีปริมาณและพื้นที่ใหญ่ และรวมถึงอ่างอาบน้ำ อ่างล้างหน้า จะต้องมีการปูกระเบื้อง ทำให้ใช้ระยะเวลาในการปูกระเบื้องนานถึง 40 วัน เพราะต้องทำการปรับผิวก่อนปู แต่สำหรับระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ใช้แผ่นสมาร์ทบอร์ดไม่ต้องปรับผิวใช้วิธีปูปูนกาว จึงลดระยะเวลาได้มาก

4.งานปูพื้นชั้นบน ระบบเดิมเป็นการปูไม้ปาร์เก้ ซึ่งขั้นตอนการทำงานยุ่งยากเพราะการปูจะยึดไม้ด้วยกาวและต้องทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์เพื่อให้กาวยึดติดไม่หลุดร่อน จึงจะเริ่มทำการขัดทำสีได้ ดังนั้นระยะเวลาจึงแตกต่างจากการใช้ไม้ลามิเนต ของบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ซึ่งทำการปูด้วยการเข้าลิ่มรองด้วยวัสดุโฟม ใช้เวลาปูเพียง 7 วันซึ่งรวดเร็วกว่ามากถึง 15 วัน

5.งานติดตั้งประตู-หน้าต่างภายนอก สำหรับบ้านระบบเดิมจะต้องทำการหล่อเสาเอ็นเพื่อใช้ยึดวงกบประตู-หน้าต่าง จะต้องปรับตั้งวงกบให้ได้แนวและขนาด ซึ่งการปรับเป็นเรื่องที่ยากถึงแม้จะใช้ประตูหน้าต่างสำเร็จรูป ก็ต้องมาปรับแก้ที่หน้างานทำให้เสียเวลา แต่สำหรับการติดตั้งประตู-หน้าต่างของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปนั้นจะใช้โครงเหล็กทำหน้าที่ยึดทำให้สามารถติดตั้งได้ง่ายที่โรงงาน ซึ่งระยะเวลาของการติดตั้งประตูหน้าต่างภายนอกนั้นแตกต่างกันถึง 10 วัน และหน้าต่างประตู ก็เป็นงานที่ส่งผลต่อเนื่องกับงานอื่นเช่นกับงานผนัง

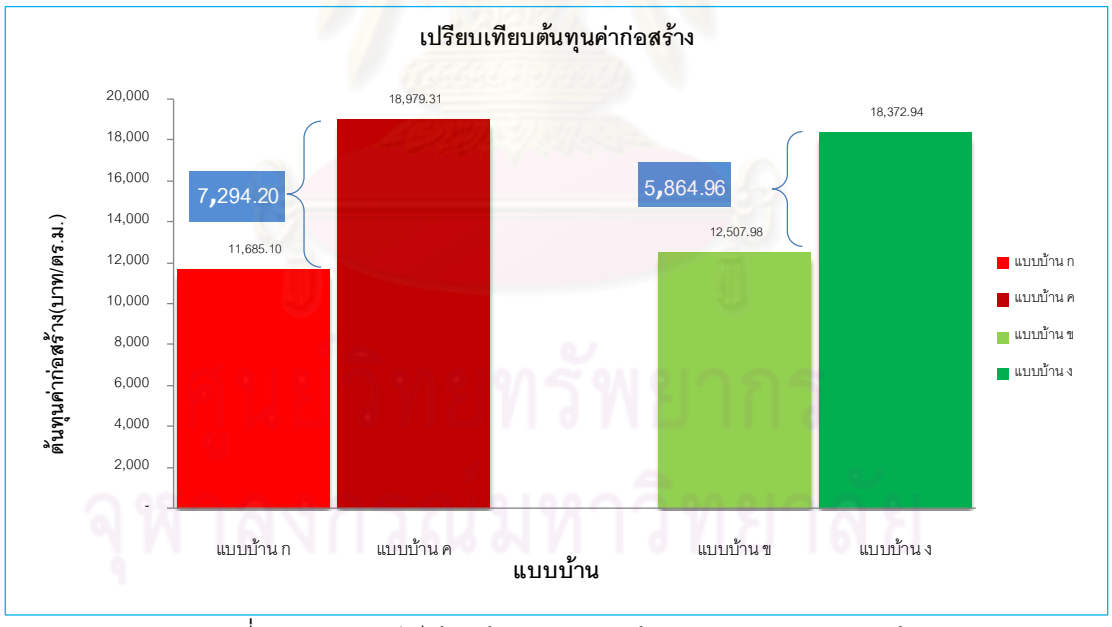
ในส่วนของงานสถาปัตย์อื่นๆ นั้นเป็นขั้นตอนงานที่เหมือนกัน ดังนั้นระยะเวลาก่อสร้างจึงแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยตามปริมาณงานนั้นๆ

ดังนั้นจากการวิเคราะห์เรื่องระยะเวลานั้น ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปนั้นนำงานที่เป็นงานที่ใช้ระยะเวลามากและเป็นงานที่ส่งผลต่อเนื่องกับงานอื่นๆที่จะตามมา เช่นงานโครงสร้าง งานผนัง- พื้น งานประตู-หน้าต่าง หรือแม้แต่งานบันได นำไปผลิตและติดตั้งจากโรงงาน ทำให้งานสามารถลดระยะเวลาก่อสร้างได้เป็นอย่างมาก และด้วยการใช้วัสดุที่สำเร็จรูปทำให้การควบคุมคุณภาพได้โดยไม่ต้องพึ่งฝีมือแรงงาน

6.3 การวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้าง

ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบต้นทุนรวมของบ้านแต่ละระบบ และทำการวิเคราะห์จากรายละเอียดของต้นทุนบ้านระบบเดิมเป็นหลัก ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องถึงปัจจัยที่ทำให้ต้นทุนมีความแตกต่างกันและจากการสังเกตของผู้วิจัยเอง ดังนี้

แผนภูมิที่ 6-2 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างรวมของการก่อสร้างทั้งสองระบบ



จากแผนภูมิที่ 6-2 จะเห็นได้ว่าต้นทุนค่าก่อสร้างของระบบเดิมแบบบ้าน ก กับระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป แบบ ค พบว่าต้นทุนของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปมีต้นทุนที่สูงกว่าโดยแตกต่างกัน 7,294.20 บาทต่อตารางเมตร เป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 38 และ บ้านระบบเดิมแบบ ข กับโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป แบบ ง แตกต่างกัน 5,864.96 บาทต่อตารางเมตร คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 32

จากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องของผู้ผลิตระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ถึงต้นทุนค่าก่อสร้างที่สูงของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปเนื่องจากต้นทุนหลักๆ ดังต่อไปนี้

1.ต้นทุนโรงงาน

2.ต้นทุนด้านวัสดุ ได้แก่

2.1 โครงสร้างที่ใช้เหล็กรูปพรรณพิเศษ (ZAM) นำเข้าจากต่างประเทศ

2.2 ประตู-หน้าต่าง ที่ใช้แบบฉนวนกันความร้อน

2.3 ระบบปรับอากาศภายในบ้าน เป็นส่วนที่เพิ่มไม่มีในระบบบ้านเดิม

2.4 ผนังภายนอกที่เป็นกระเบื้องเซรามิคราคาต่อตารางเมตรสูงกว่าการทาสีทั่วไปของบ้านระบบเดิม

2.5 สุขภัณฑ์ที่ใช้เป็นเกรดคุณภาพสูงกว่าบ้านระบบเดิม

3.ต้นทุนแรงงาน ทีมงานบางส่วนเป็นทีมงานจากประเทศญี่ปุ่น ที่ทำหน้าที่เป็นคนควบคุมการทำงานหลักๆ ไม่ว่าจะเป็นผู้ควบคุมระบบภายในโรงงาน หรือแม้แต่การติดตั้งโครงสร้างที่สถานที่ก่อสร้าง และคนงานทั่วไปเป็นคนงานที่มีฝีมือ เมื่อเทียบกับระบบเดิมที่ใช้แรงงานต่างด้าว

4.ต้นทุนค่าขนส่ง ตามที่ได้กล่าวไปแล้วว่าการขนส่งต้องใช้รถบรรทุกเทรลเลอร์ ประมาณ 20 คัน/หลัง และระยะทางขนส่งจากโรงงานถึงโครงการ ประมาณ 90 กิโลเมตร ซึ่งหากเป็นการเช่าราคาเช่าประมาณ คันละ 6,500 บาท ดังนั้นค่าขนส่งเป็นเงิน 130,000 บาท/หลัง ซึ่งถือว่าสูงพอสมควร

6.4 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยระบบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป หากนำมาพิจารณาว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้ก่อสร้างในโครงการบ้านจัดสรรซึ่งเป็นลักษณะการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม จากการวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง ระยะเวลาการก่อสร้าง ต้นทุนรวม ข้อดีข้อจำกัด โดยการสำรวจ จดบันทึก ถ่ายภาพ และการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปความเหมาะสมในการนำมาก่อสร้างบ้านได้ดังนี้

6.4.1 ด้านกระบวนการก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้างโครงสร้างเสา- คานเหล็กสำเร็จรูปจะพบว่า ระบบนี้จะนำงานก่อสร้างของระบบเดิมส่วนใหญ่ซึ่งได้แก่ งานโครงสร้างอาคาร งานผนังก่อ-ฉาบอิฐมอญ และงานทาสี งานติดตั้งประตู-หน้าต่าง และงานโครงสร้างบันได นำไปประกอบติดตั้งที่โรงงานเป็นหลัก แต่วัสดุของงานโครงสร้างอาคาร งานผนัง หรือแม้แต่งานประตูหน้าต่าง ก็ใช้วัสดที่

แตกต่างกันโดยมุ่งเน้นที่วัสดุสำเร็จรูป ทำให้สามารถนำมาประกอบและติดตั้งได้ง่าย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6-4 แสดงการเปรียบเทียบการใช้วัสดุที่แตกต่างกัน

รายการ	ระบบเดิม	ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป
โครงสร้างเสา-คาน	คอนกรีตเสริมเหล็ก	เหล็กรูปพรรณพิเศษ
วัสดุผนัง	ปูนก่อฉาบอิฐมอญ	ผนังสมาร์ทบอร์ด
ผิวผนังภายใน	ทาสี ติดวอล์ลเปเปอร์	ทาสี ติดวอล์ลเปเปอร์
ผิวผนังภายนอก	ทาสี	กระเบื้องเซรามิค
ประตูหน้าต่าง	หน้าต่างสำเร็จรูปยูพีวีซี	หน้าต่างสำเร็จรูปอลูมิเนียม
โครงสร้างบันได	คอนกรีตเสริมเหล็ก	เหล็กรูปพรรณและไม้สำเร็จ

สรุปได้ว่าด้านกระบวนการก่อสร้างของโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างบ้านระบบอุตสาหกรรม เพราะทำให้การก่อสร้างลดขั้นตอนการทำงานที่สถานที่ก่อสร้าง และการใช้วัสดุที่เป็นสำเร็จรูปทำให้สามารถทำงานได้ง่ายและควบคุมคุณภาพได้ดีกว่าการใช้ฝีมือแรงงานในการก่อสร้าง ซึ่งตรงกับแนวคิดในการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป

6.4.2 ด้านระยะเวลาก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ด้านระยะเวลาก่อสร้างโดยรวมของทั้งสองระบบพบว่าระยะเวลาก่อสร้างมีความแตกต่างกันดังนี้

บ้านที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตารางเมตร บ้านแบบ ค. ที่เป็นระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ใช้เวลา 105 วัน เร็วกว่าการก่อสร้างบ้านแบบ ก. ที่เป็นระบบเดิม ที่ใช้เวลาก่อสร้าง 227 วัน เท่ากับ 122 วัน คิดเป็นระยะเวลาที่เร็วขึ้นร้อยละ 54

ส่วนบ้านที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 300 ตารางเมตร บ้านแบบ ง. ที่เป็นระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ใช้เวลา 108 วัน เร็วกว่าการก่อสร้างบ้านแบบ ข. ที่เป็นระบบเดิม ที่ใช้เวลาก่อสร้าง 211 วัน เท่ากับ 103 วัน คิดเป็นระยะเวลาที่เร็วขึ้นร้อยละ 50

สรุปได้ว่าด้านของระยะเวลาการก่อสร้างของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการ

เลือกใช้ระบบสำเร็จรูป เพราะสามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างได้ถึงร้อยละ 50 ของการก่อสร้างระบบเดิม

6.4.3 ด้านค่าก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ด้านต้นทุนเวลาก่อสร้างโดยรวมของทั้งสองระบบพบว่าต้นทุนก่อสร้างมีความแตกต่างกันดังนี้

บ้านที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตารางเมตร บ้านแบบ ค. ที่เป็นระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ค่าก่อสร้าง 18,939.31 บาทต่อตารางเมตร สูงกว่าการก่อสร้างบ้านแบบ ก. ที่เป็นระบบเดิม ที่มีค่าก่อสร้าง 11,685.10 บาทต่อตารางเมตร เท่ากับ 7,294.20 บาทต่อตารางเมตร คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 38

ส่วนบ้านที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 300 ตารางเมตร บ้านแบบ ง. ที่เป็นระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป ค่าก่อสร้าง 18,372.94 บาทต่อตารางเมตร สูงกว่าค่าก่อสร้างบ้านแบบ ข. ที่เป็นระบบเดิม ที่มีค่าก่อสร้าง 12,507.98 เท่ากับ 5,864.96 บาทต่อตารางเมตร คิดเป็นระยะเวลาที่เร็วขึ้นร้อยละ 32

สรุปได้ว่าด้านของต้นทุนค่าก่อสร้างของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปยังเป็นข้อจำกัดของการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากแบบบ้านและวัสดุที่ใช้แตกต่างกันมาก ต้องนำมาพิจารณาโดยขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการถึงการยอมรับได้มากน้อยเพียงใด

6.4.4 ด้านข้อดี ข้อจำกัด

ตารางที่ 6-5 ข้อดี ข้อจำกัดของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป

ข้อดีของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป	ข้อจำกัดของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป
1.โครงสร้างมีความแข็งแรง ทนทาน	1.ต้นทุนค่าก่อสร้างสูง
2.การออกเพื่อผู้อยู่อาศัยเช่นระบบปรับอากาศภายในบ้าน กระจกกันเสียงและความร้อน	2.ข้อจำกัดเรื่องการขนส่งเนื่องจากความสูงของชิ้นส่วนโครงสร้าง
3.ก่อสร้างได้รวดเร็ว	3.ข้อจำกัดด้านพื้นที่จอดรถรอการติดตั้งชิ้นส่วน
4.ลดค่าดูแลรักษาบ้านในอนาคต	4.การปรับขนาดโครงสร้างยาก
5.ควบคุมคุณภาพได้ดี	5.สภาพอากาศส่งผลต่อการติดตั้ง
6.สถานที่ก่อสร้างสะอาด	6.ขีดความสามารถของการผลิต

6.5 ข้อเสนอแนะ

6.5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

เนื่องจากระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปเป็นลิขสิทธิ์ของผู้ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น ดังนั้นการจะนำระบบนี้มาใช้ได้นั้นจะเป็นลักษณะการร่วมทุนกับผู้ผลิตจากประเทศญี่ปุ่นเท่านั้น ดังที่เกิดขึ้นที่โครงการเพอร์เฟคมาสเตอร์พีชพระราม 9 นี้ เพราะต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป นี้

สิ่งที่น่าสนใจที่ผู้วิจัยสังเกตได้จากการกระบวนการผลิตระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูป คือการพัฒนาวิธีการก่อสร้างที่ลดขั้นตอนการก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างเหล็กแทนคอนกรีตเสริมเหล็ก และการใช้ผนังสมาร์ทบอร์ดแทนผนังก่ออิฐมอญ หากผู้ประกอบการสามารถนำหลักการเหล่านี้ไปพัฒนา โดยไม่จำเป็นต้องผลิตชิ้นส่วนที่โรงงาน แต่นำวัสดุทดแทนหรือกระบวนการก่อสร้างที่ลดขั้นตอนงานก่อสร้างที่ใช้เวลานานเหล่านี้ได้ก็จะทำให้ระยะเวลาก่อสร้างเร็วขึ้น ซึ่งปัจจุบันก็เริ่มมีการคิดค้นเทคนิคต่างๆ เพื่อลดเวลา เช่น แซนวิชวอลล์แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือผนังแบบนี้จะเน้นเรื่องความสวยงามของบ้านได้ยากเนื่องจากมีข้อจำกัดไม่สามารถเล่นลวดลายได้เหมือนโครงสร้างคอนกรีต

ส่วนด้านต้นทุนที่สูงของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปนั้น เป็นผลจากต้นทุนในการลงทุนโรงงาน วัสดุที่ใช้มีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นเหล็กรูปพรรณพิเศษ (ZAM) กระจกฉนวนกันความร้อน หรือระบบปรับอากาศภายในบ้าน ดังนั้นหากผู้ประกอบการปรับเรื่องของวัสดุให้เป็นมาตรฐานที่บ้านเราใช้กันทั่วไป ผู้วิจัยคิดว่าต้นทุนค่าก่อสร้างก็จะไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งจะทำให้ระบบดังกล่าวมีความเหมาะสมในด้านราคาเพิ่มขึ้นด้วย

6.5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการก่อสร้าง ต้นทุน ระยะเวลา ข้อดี ข้อจำกัดในด้านก่อสร้าง ซึ่งเป็นการศึกษาด้านผู้ผลิตเพียงอย่างเดียว ยังไม่ได้ศึกษาด้านผู้บริโภค ดังต่อไปนี้

1.ด้านการยอมรับของผู้บริโภค

สำหรับการยอมรับของผู้บริโภคนั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจว่าระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กสำเร็จรูปนั้น มีความเหมาะสมในการนำมาใช้หรือไม่ หากไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ไม่ว่าจะด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง วัสดุที่ใช้ หรือแม้แต่ราคาขาย อาจส่งผลทำให้ไม่สามารถขายได้ ระบบดังกล่าวก็ถือว่าไม่เหมาะสมถึงแม้ว่าจะสามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างได้มากก็ตาม

2.ด้านการอยู่อาศัยจริงของผู้บริโภค

เนื่องจากเป็นเทคโนโลยี่ที่นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งอาจเหมาะสำหรับสภาพภูมิประเทศ หรือภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อผู้บริโภคเข้าอยู่อาศัยจริง อาจเกิดปัญหาด้านการอยู่อาศัยขึ้นได้ ดังนั้นจึงควรศึกษาผลกระทบเมื่อเข้าอยู่อาศัยจริง เพื่อนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการก่อสร้างต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. อุตสาหกรรมเหล็กกับการก่อสร้างบ้านในอนาคต. พิมพ์ครั้งที่ 2.: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พ.ศ.2547.

ชวลิต นิตยะ. Industrialized Building.เอกประกอบการสอนวิชา Housing Construction Technolgy. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ธนพล สินธุยนต์.แนวทางการนำระบบเสา-คานสำเร็จรูปมาใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบเดิมในโครงการบ้านจัดสรร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ธฤษวรรณ บัวมาศ.การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสา-คานและระบบผนังรับน้ำหนัก ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว : กรณีศึกษาหมู่บ้านกานดา สมุทรสาคร.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

นรินทร์ พุทธอารักษ์วงศ์.การเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน กับการก่อสร้างระบบเดิม.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ประพัฒน์ ตันติประภา และพิบูลย์ จินาวัฒน์.การวางแผนงานก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. เอกสารการสอนชุดวิชาการวางแผนงานก่อสร้าง.สาขาวิชาวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2542.

โยธิน อึ่งกูล. การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา : กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

วรายุทธ อินอร่าม.การเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ระหว่างระบบดั้งเดิมกับระบบเสาและคานสำเร็จรูปและระบบผนังสำเร็จรูป : กรณีศึกษาโครงการเพอร์เฟคพาร์ค จังหวัดนนทบุรี.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

อินทิรา บางภิภพ. การเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในร่วมกับระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

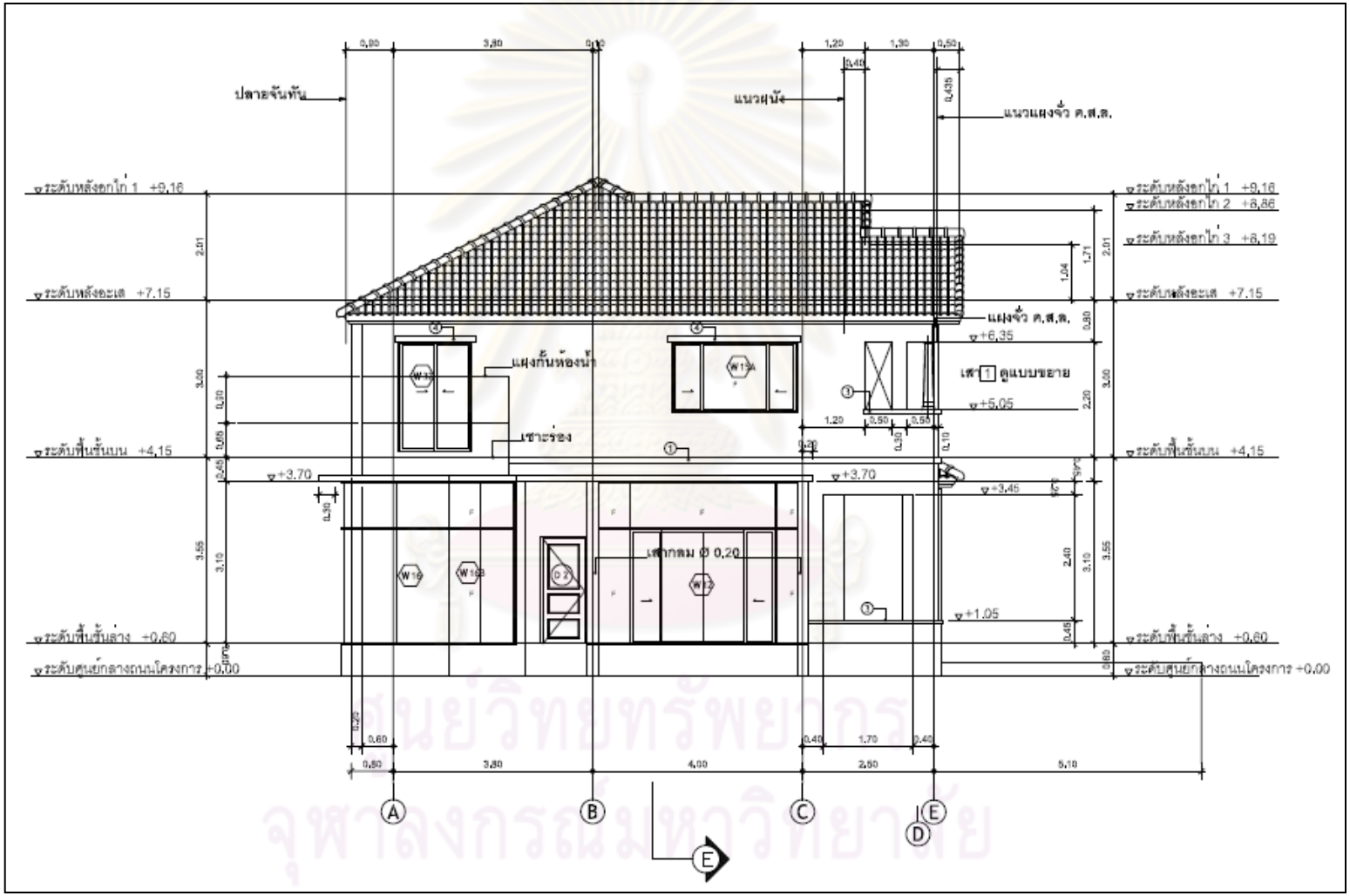
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

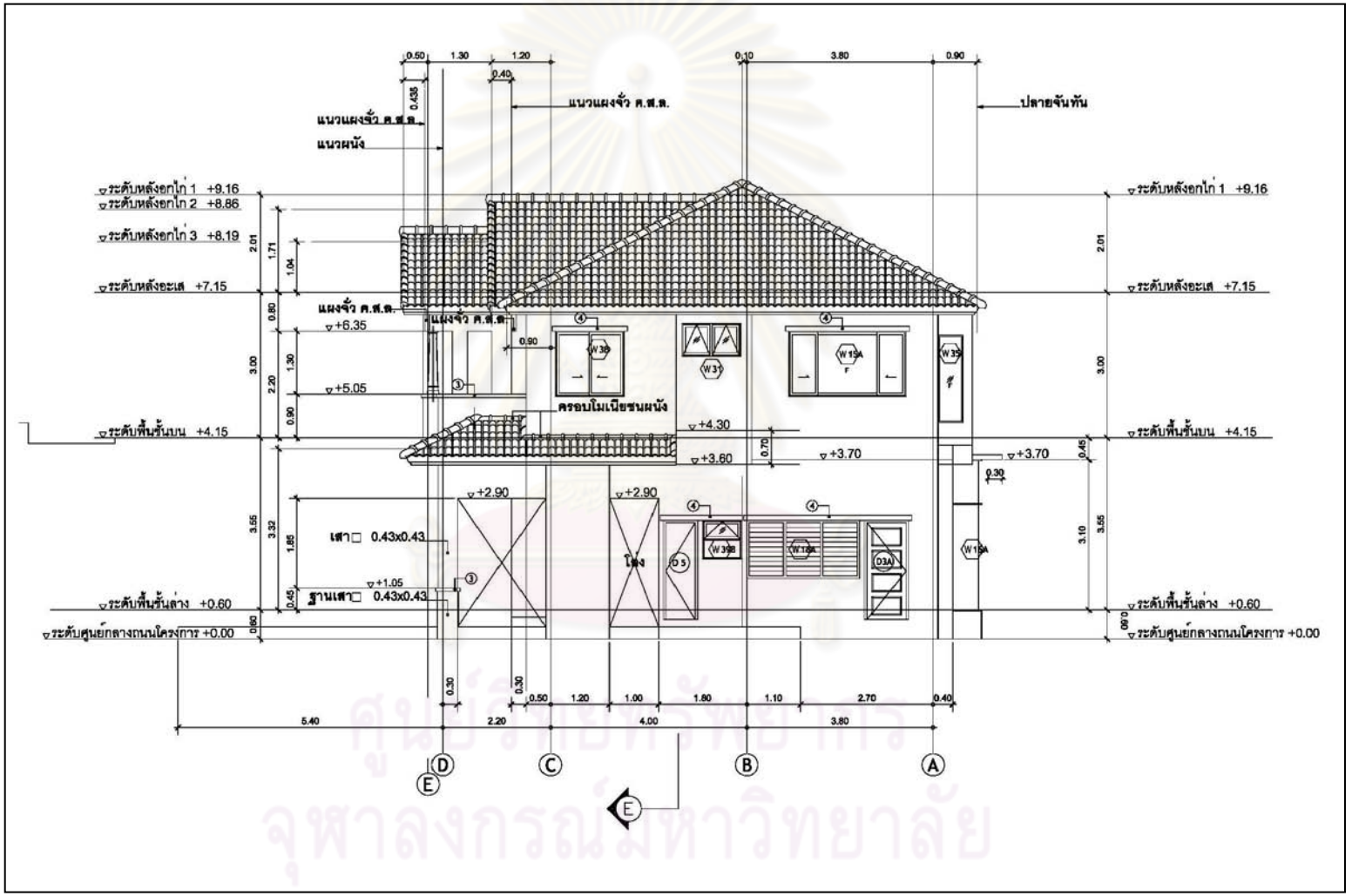
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

125



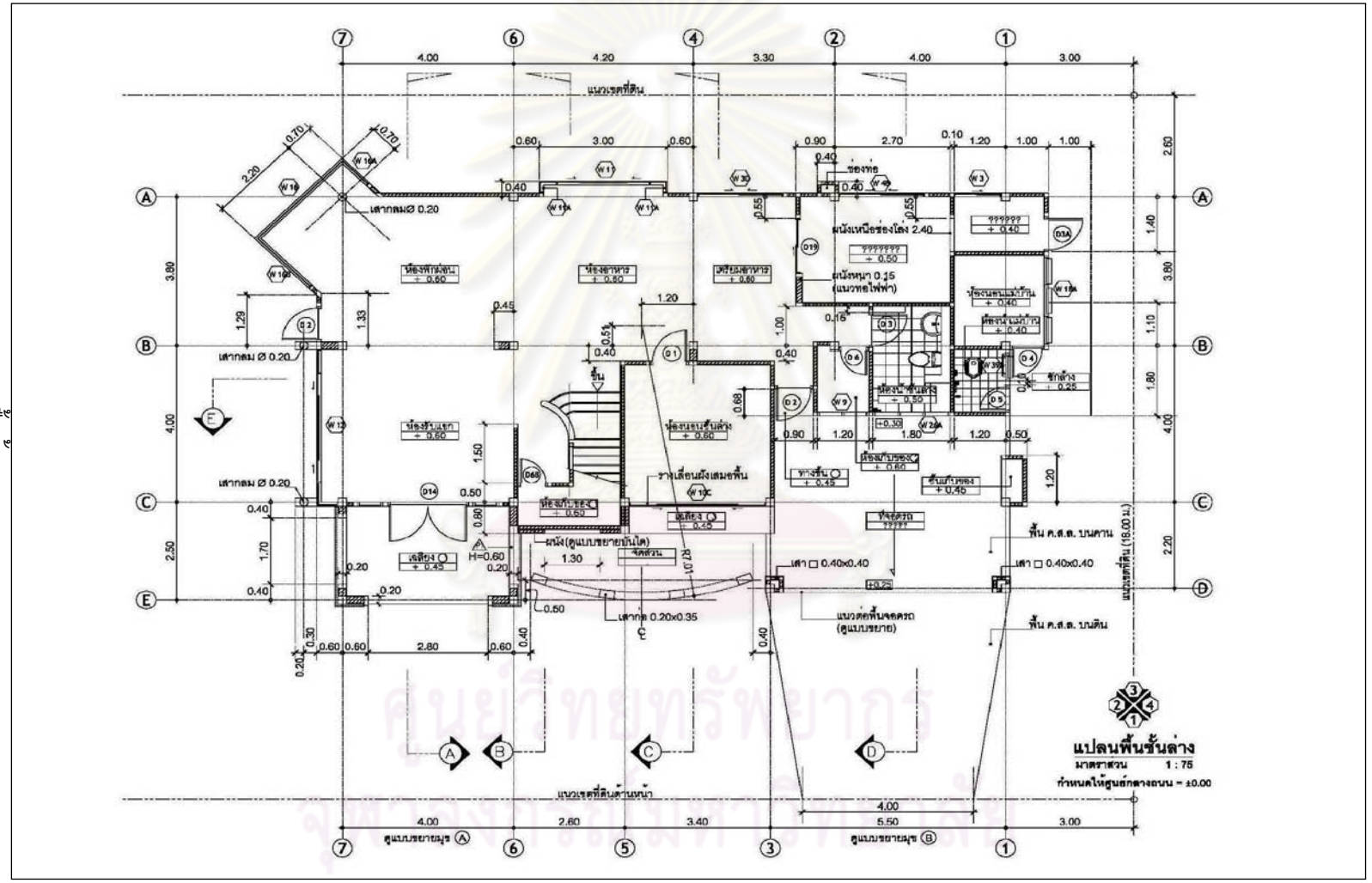
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

126



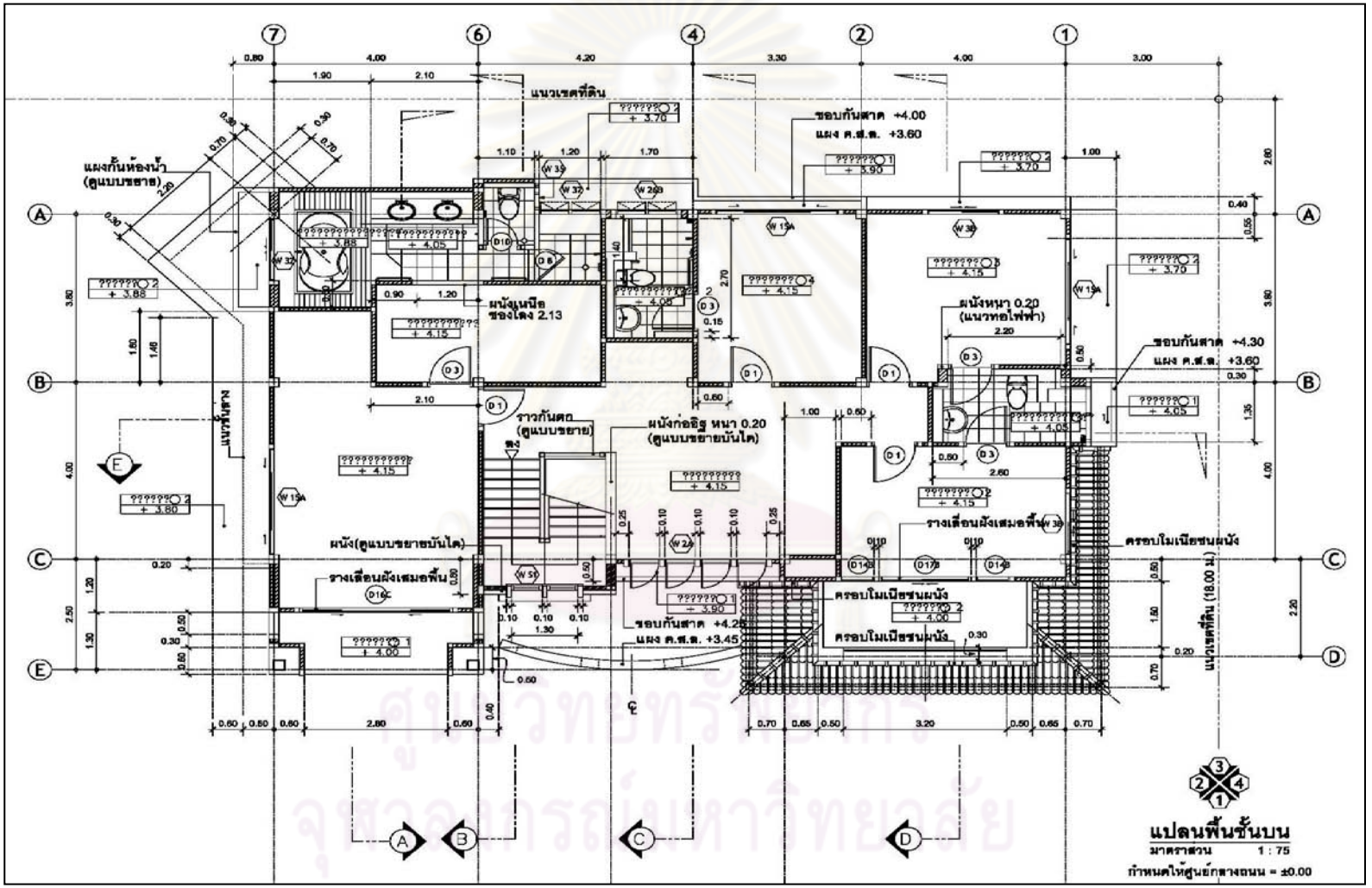
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

127



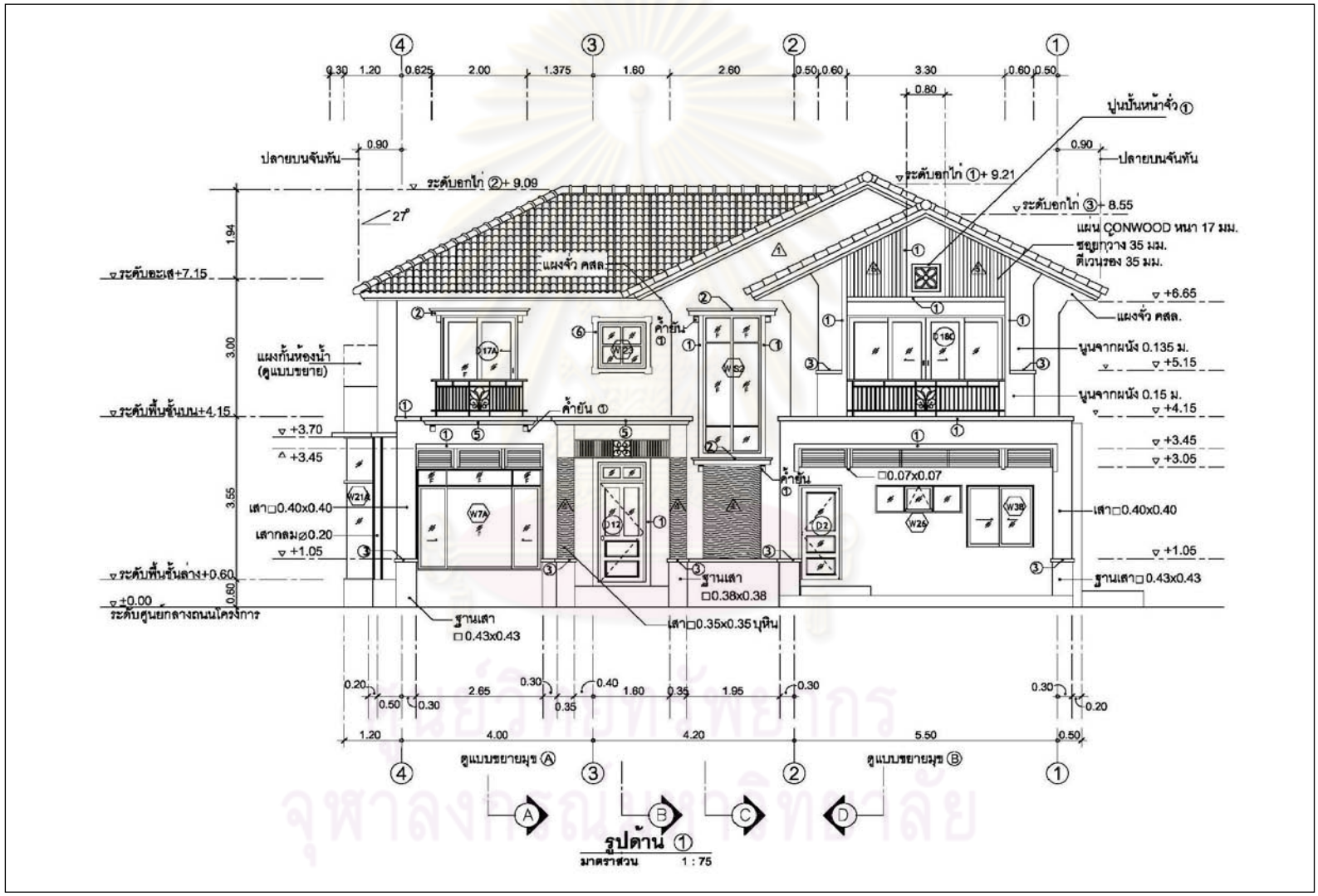
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

128



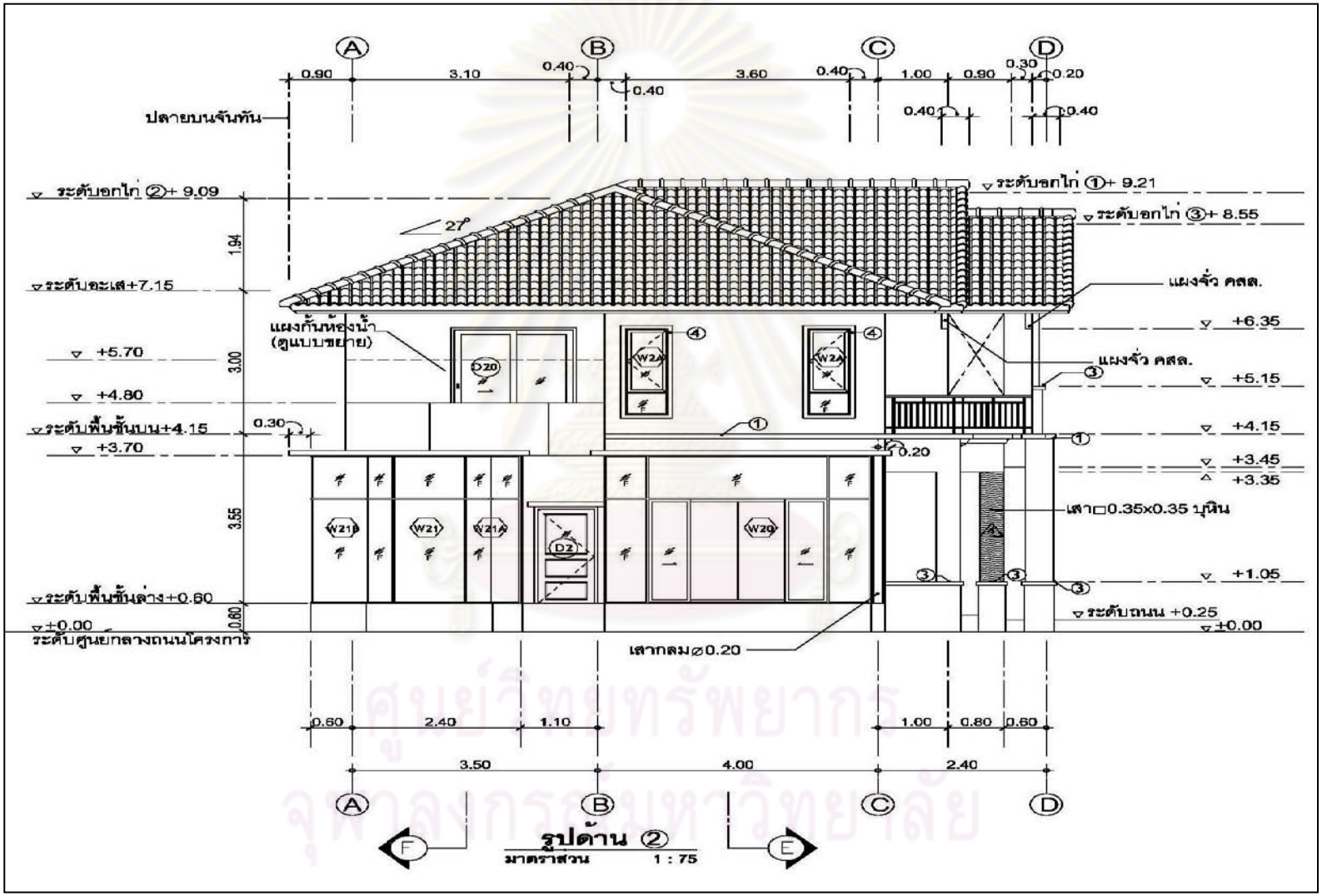
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

129

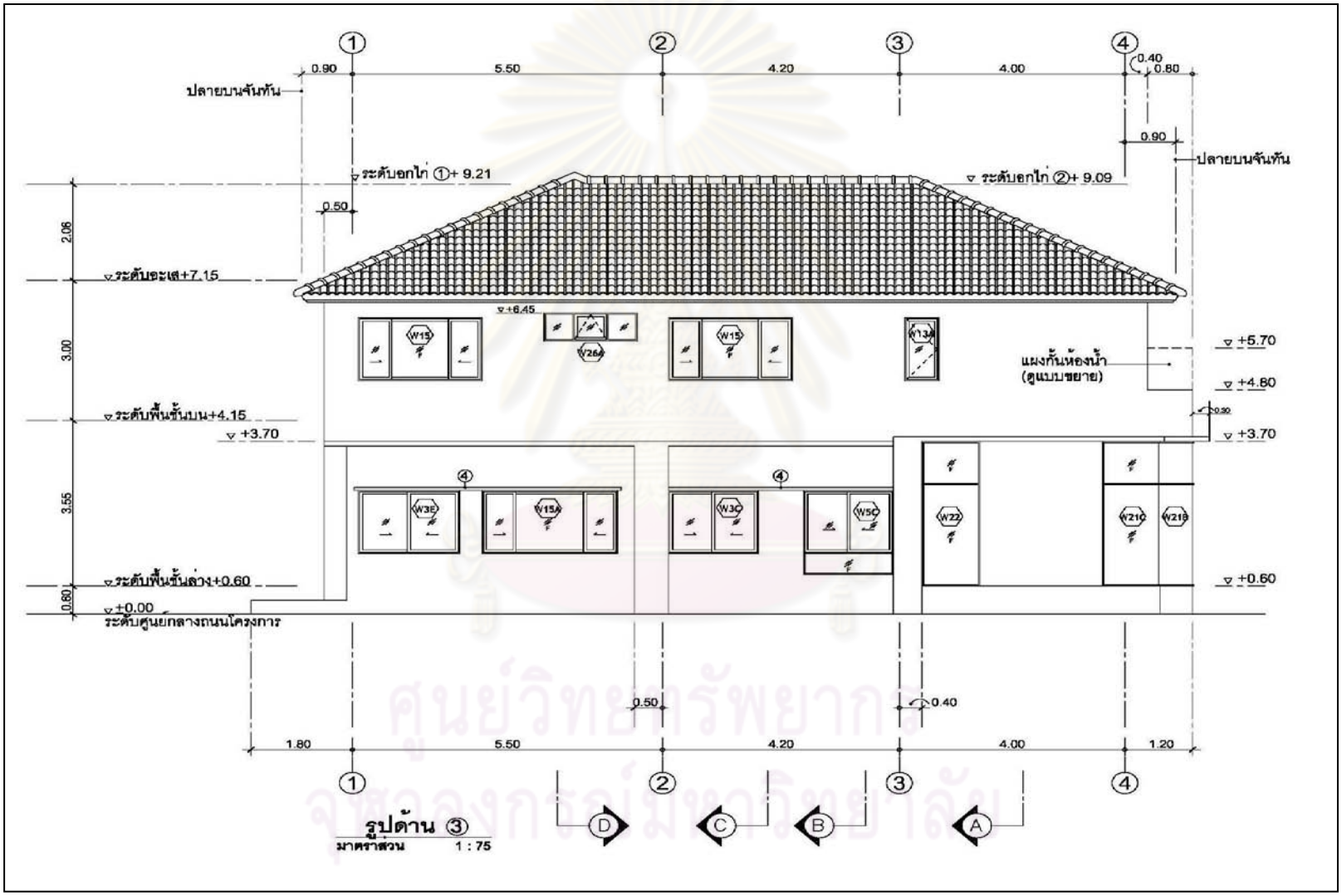


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

130

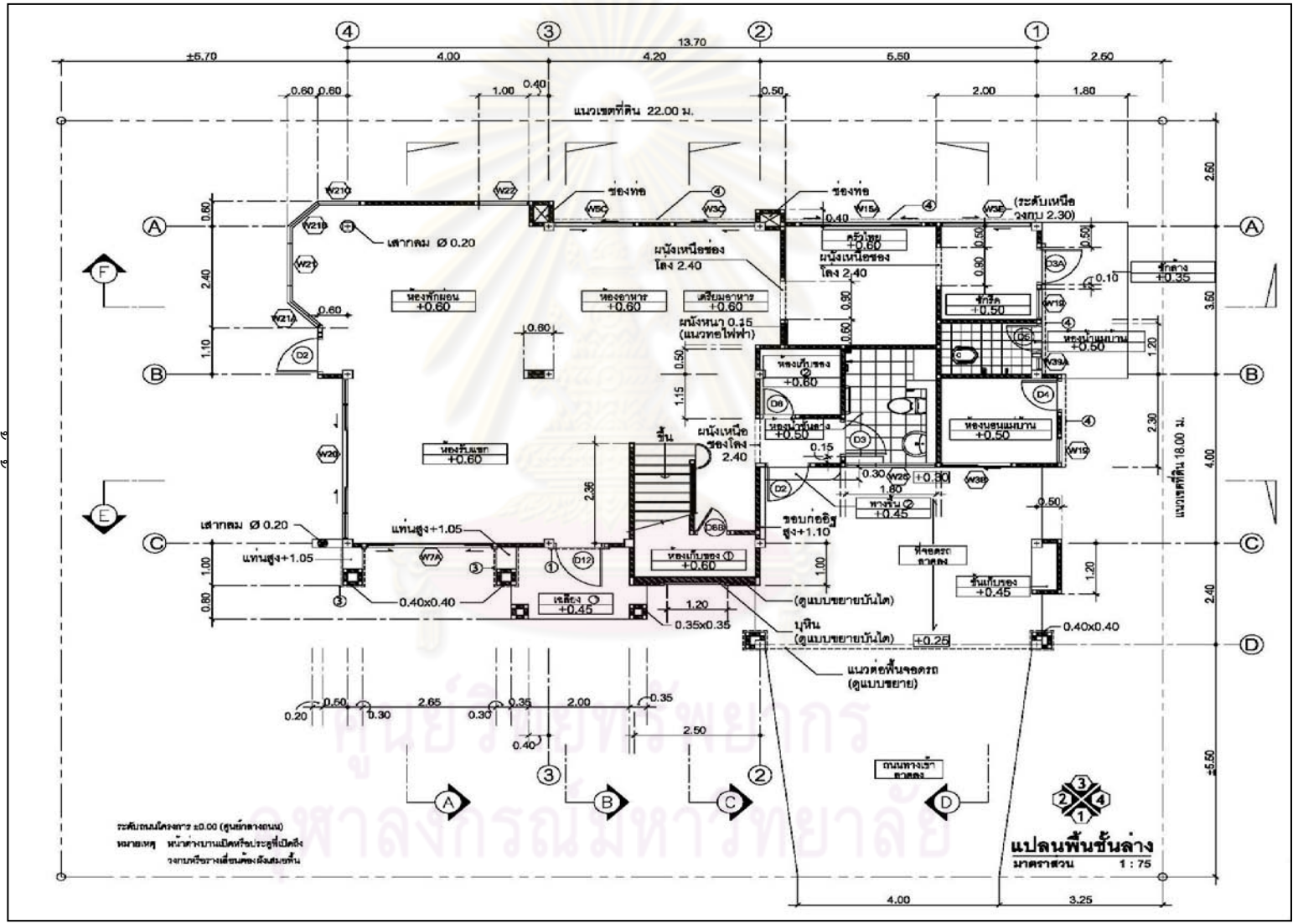


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

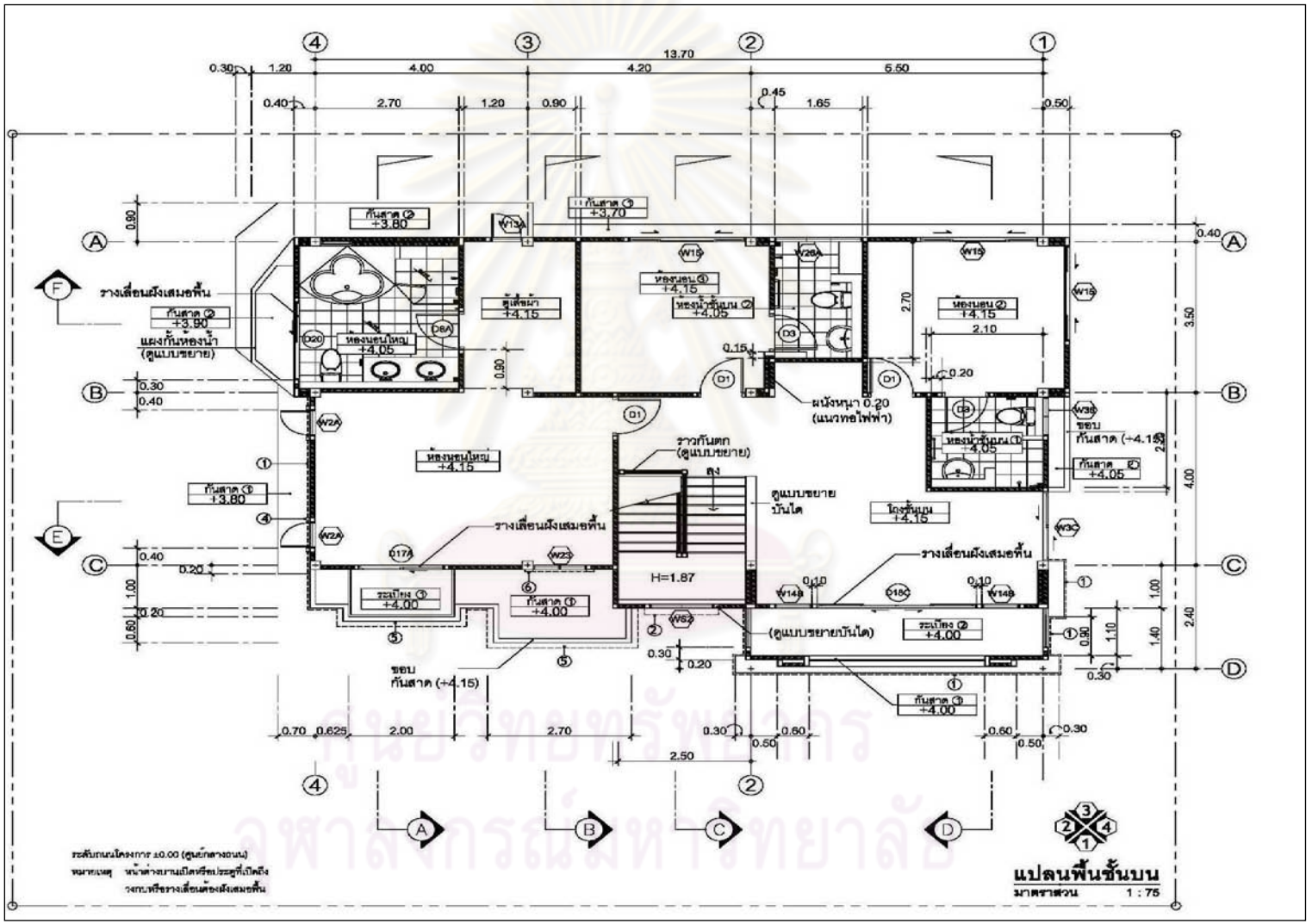


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

132



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

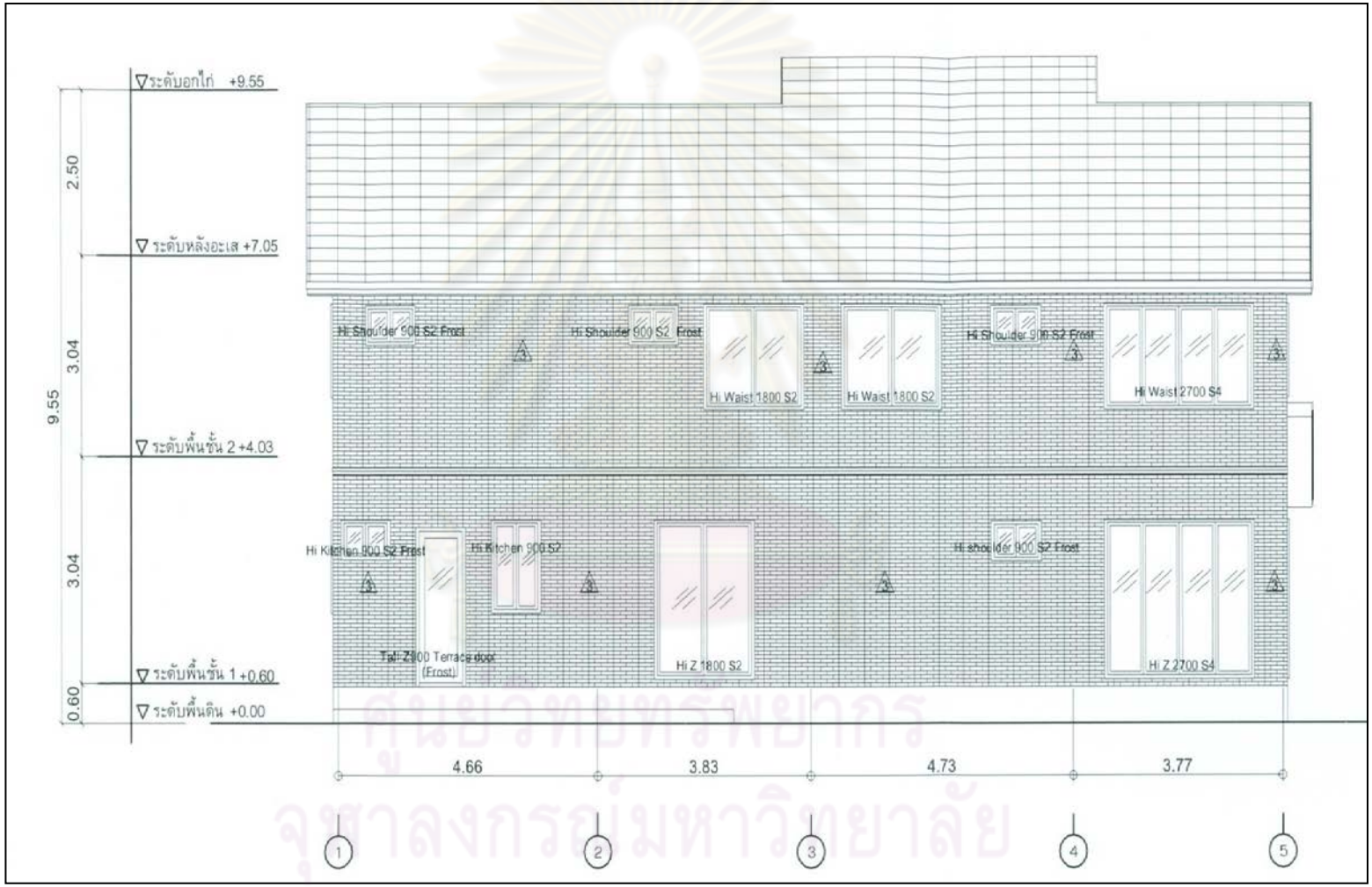


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

134

ภาพที่ ๔ แบบรูปด้านหน้าอาคาร

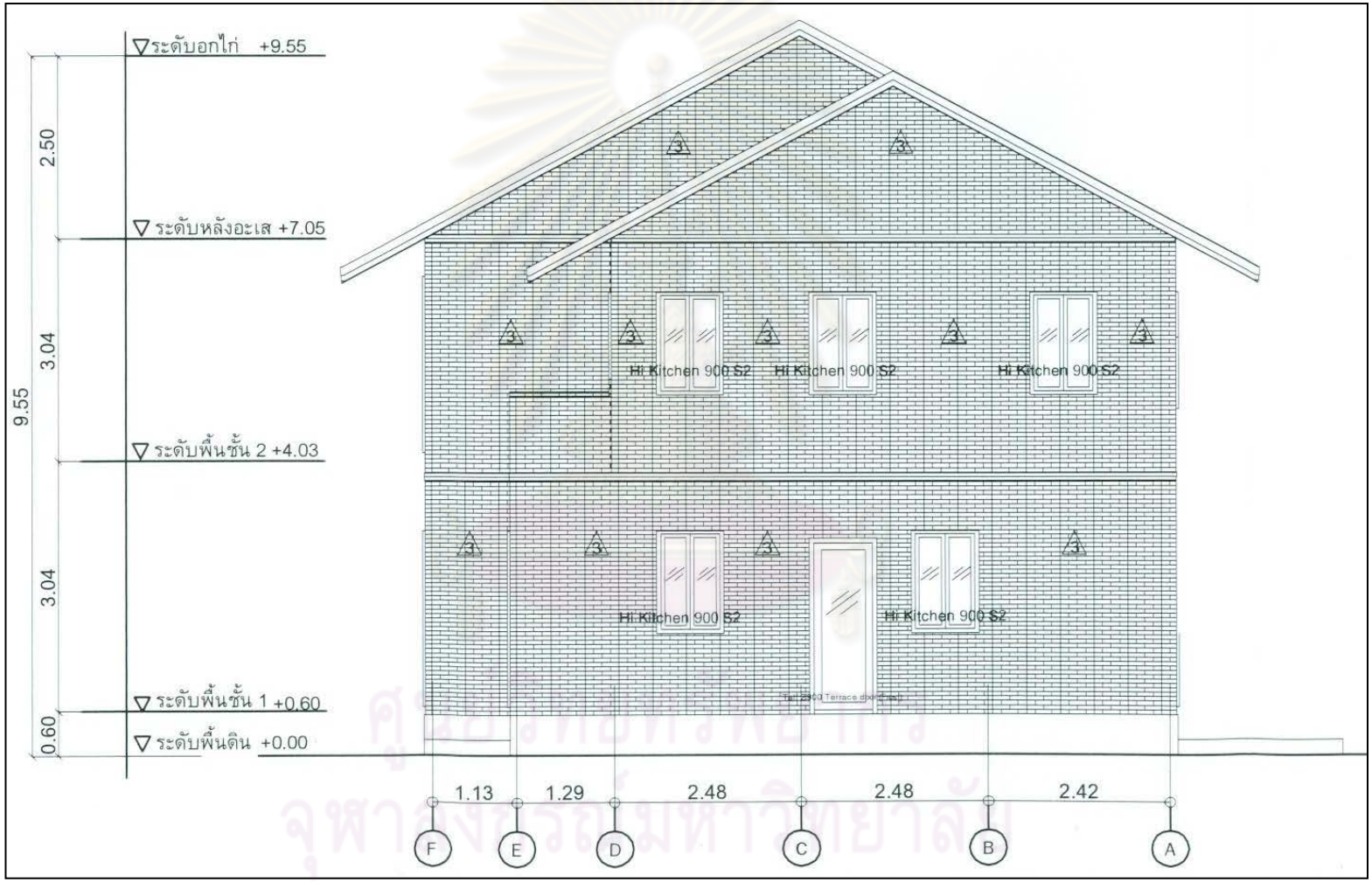
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



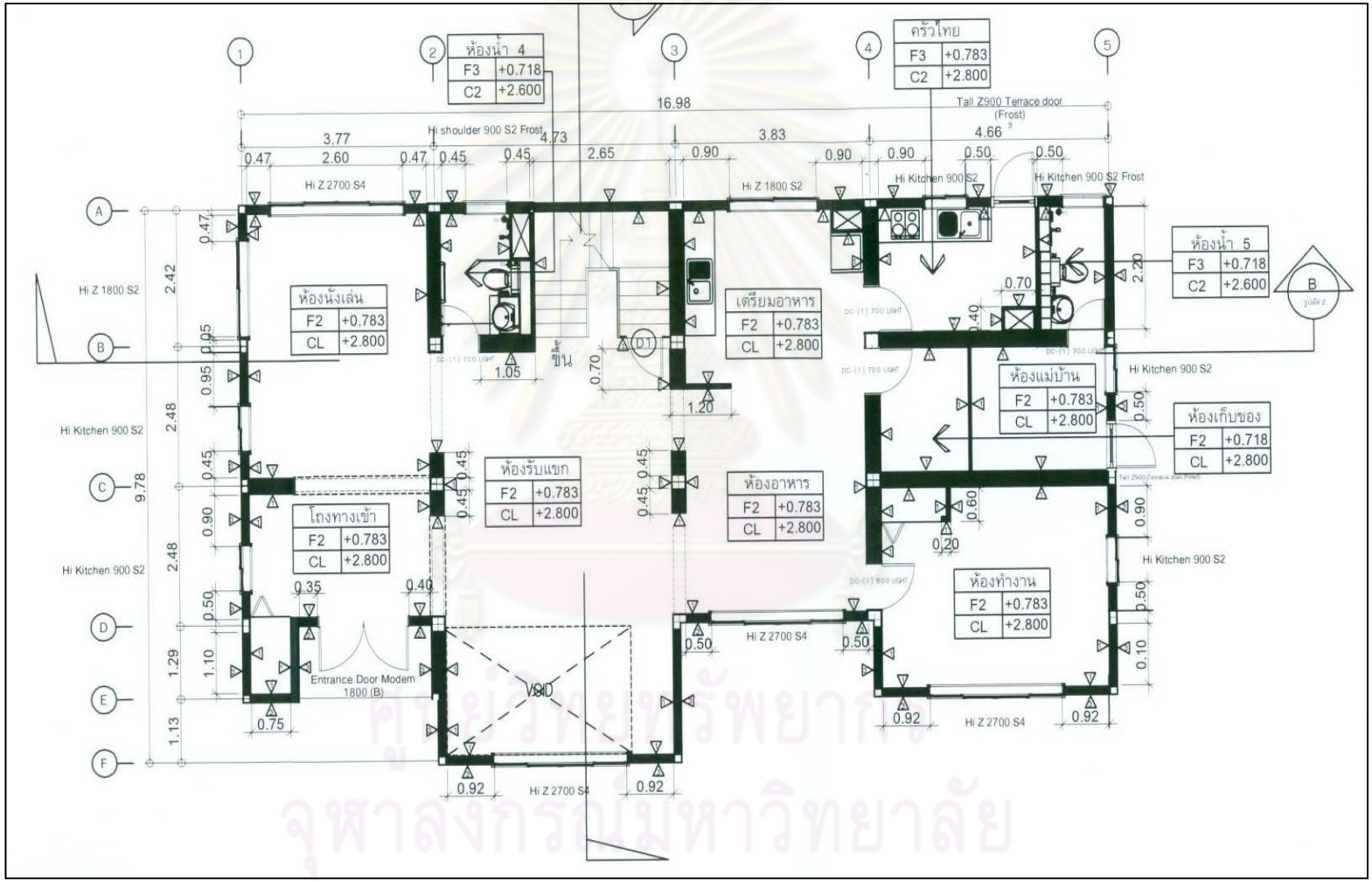
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

136

ภาพที่ 4.1 ด้านหน้าอาคาร

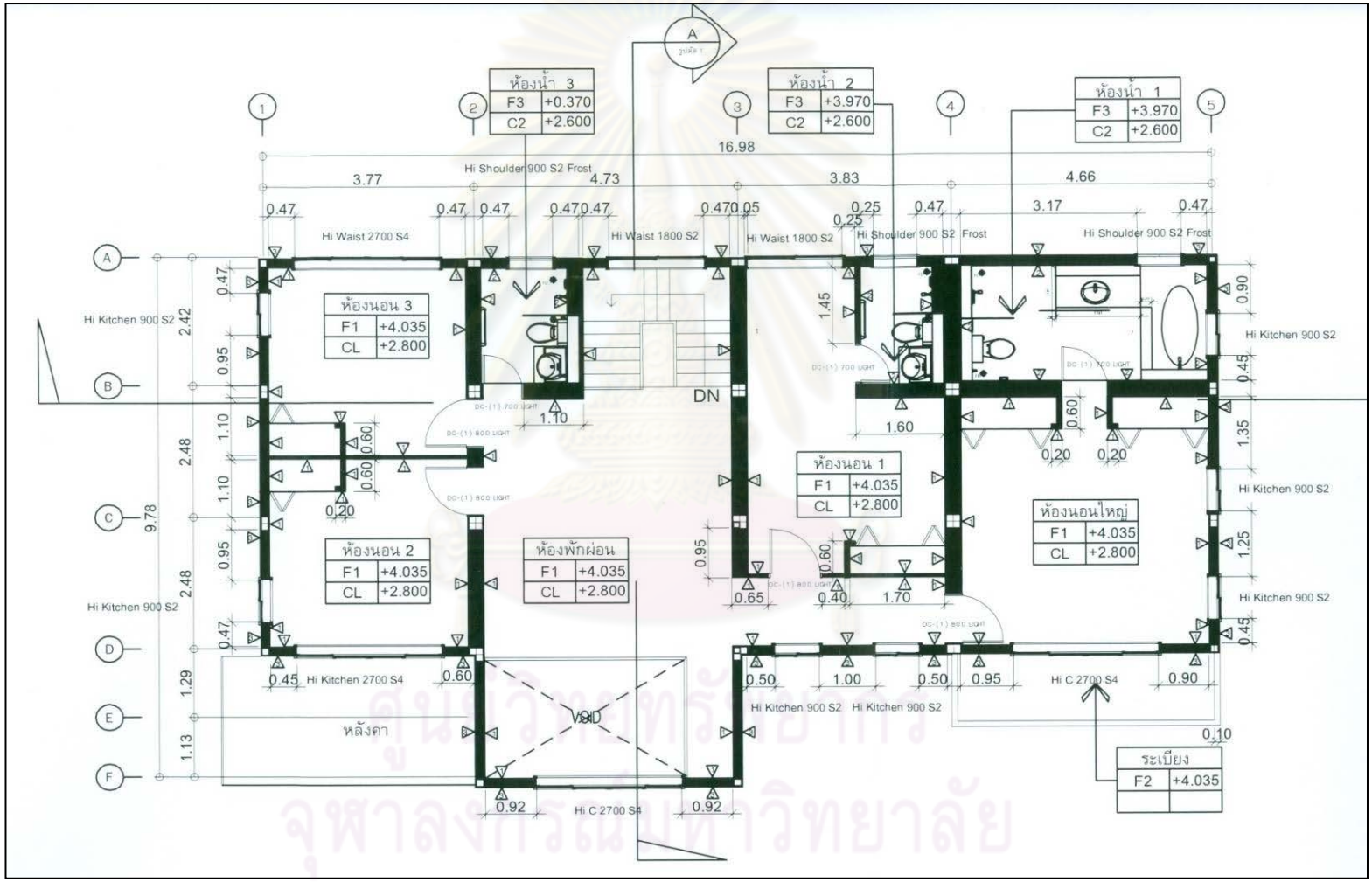


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



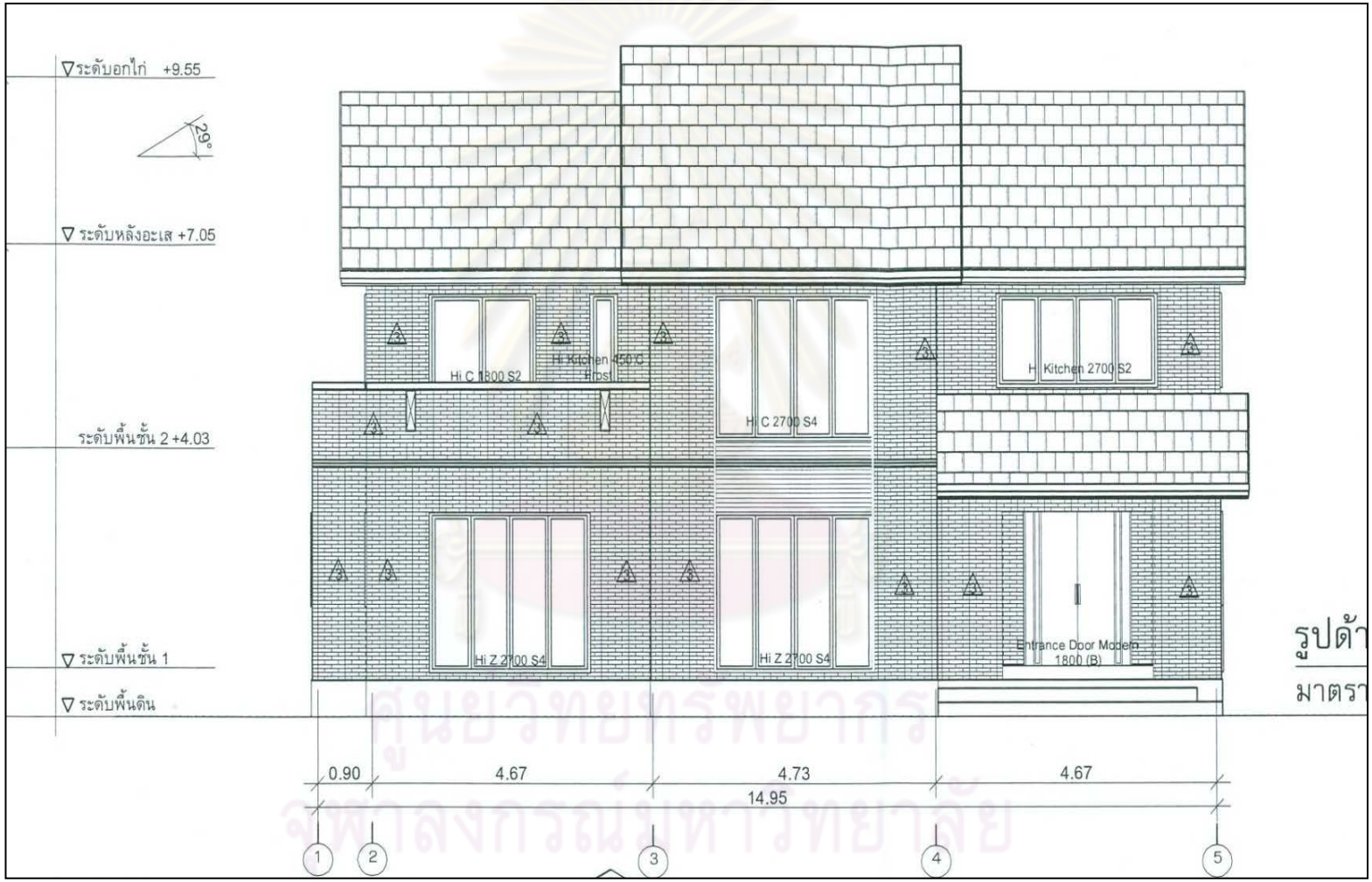
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

138



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

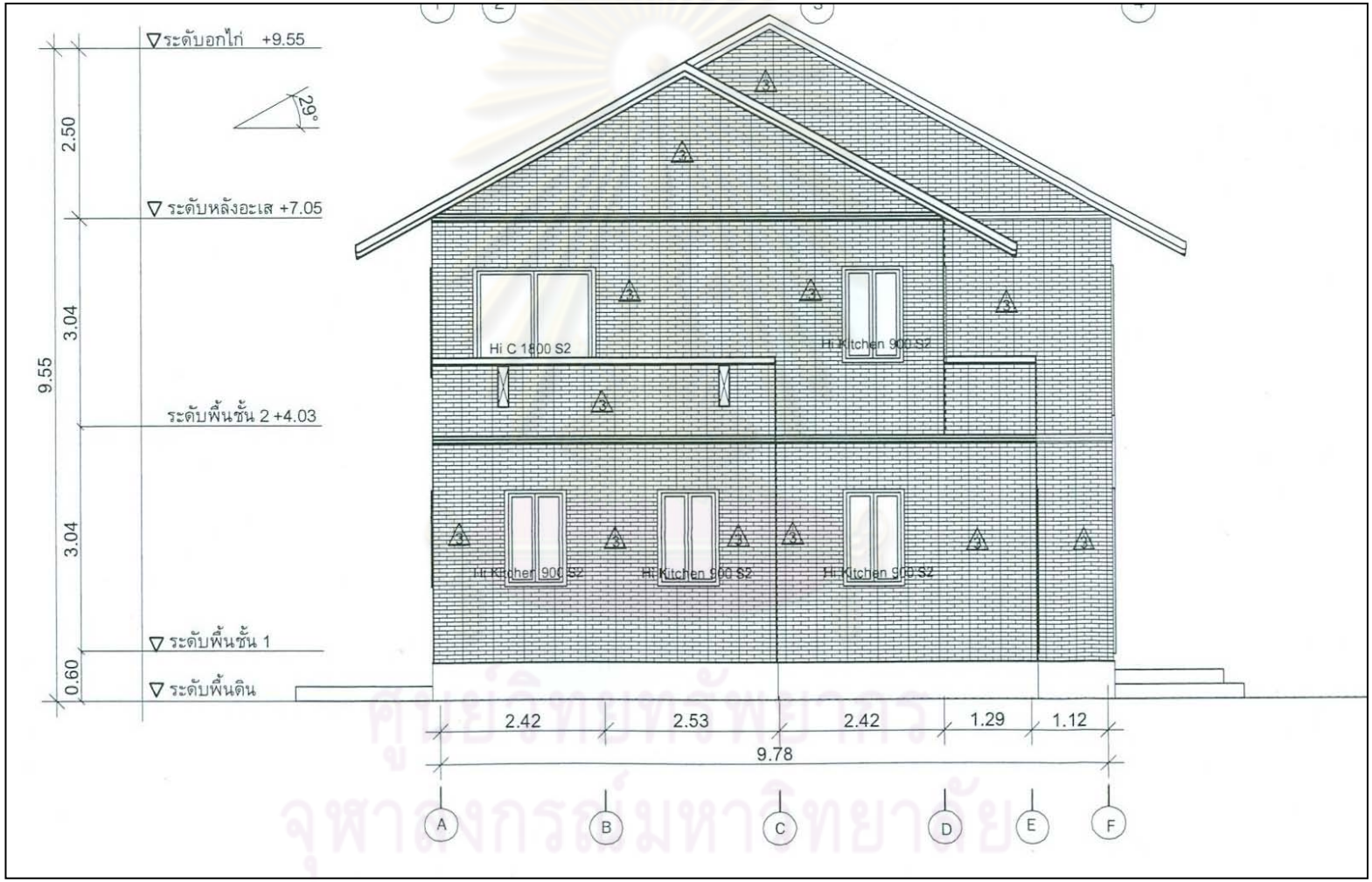
139



รูปด้า
มาตรา

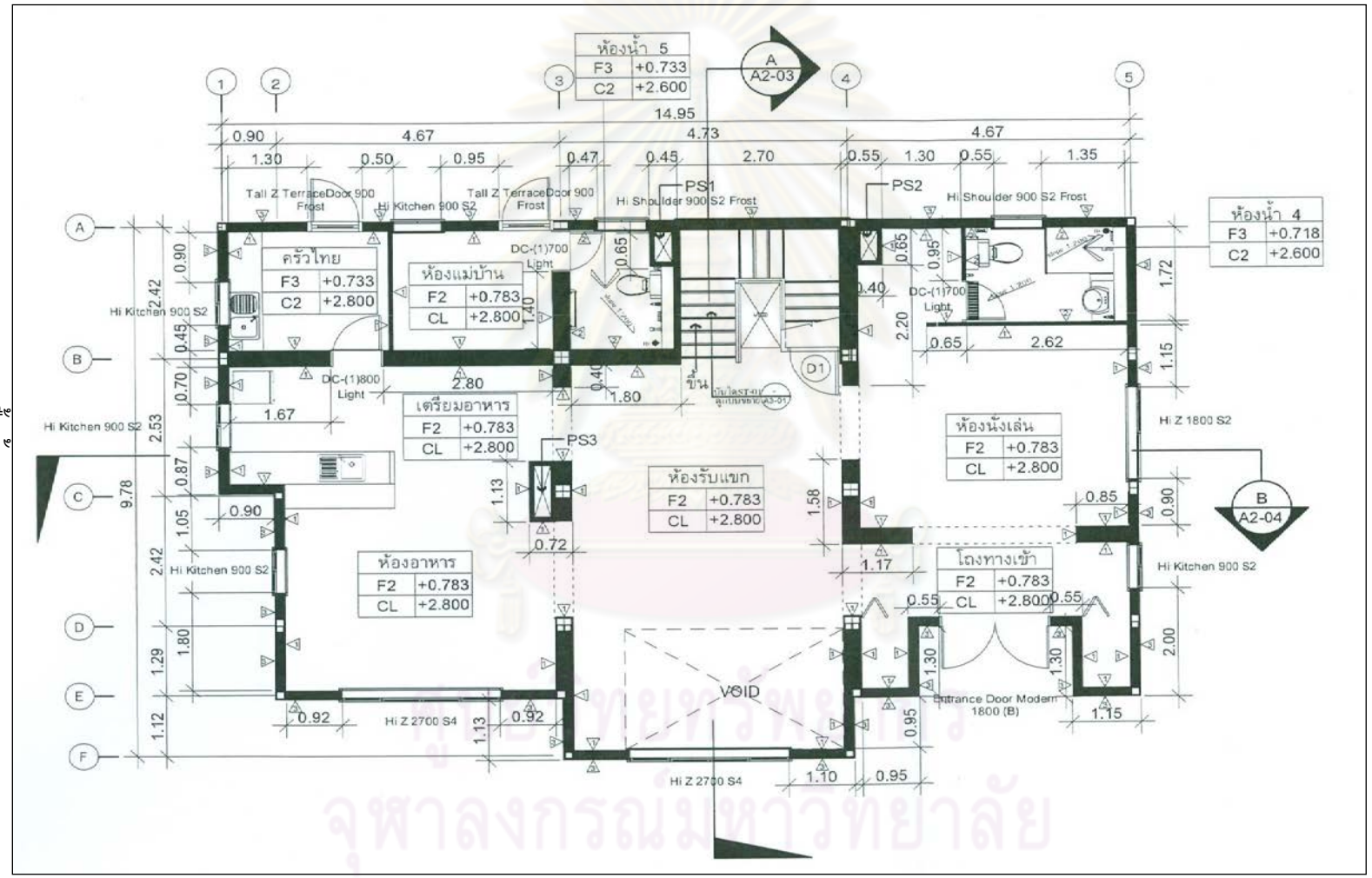
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

140



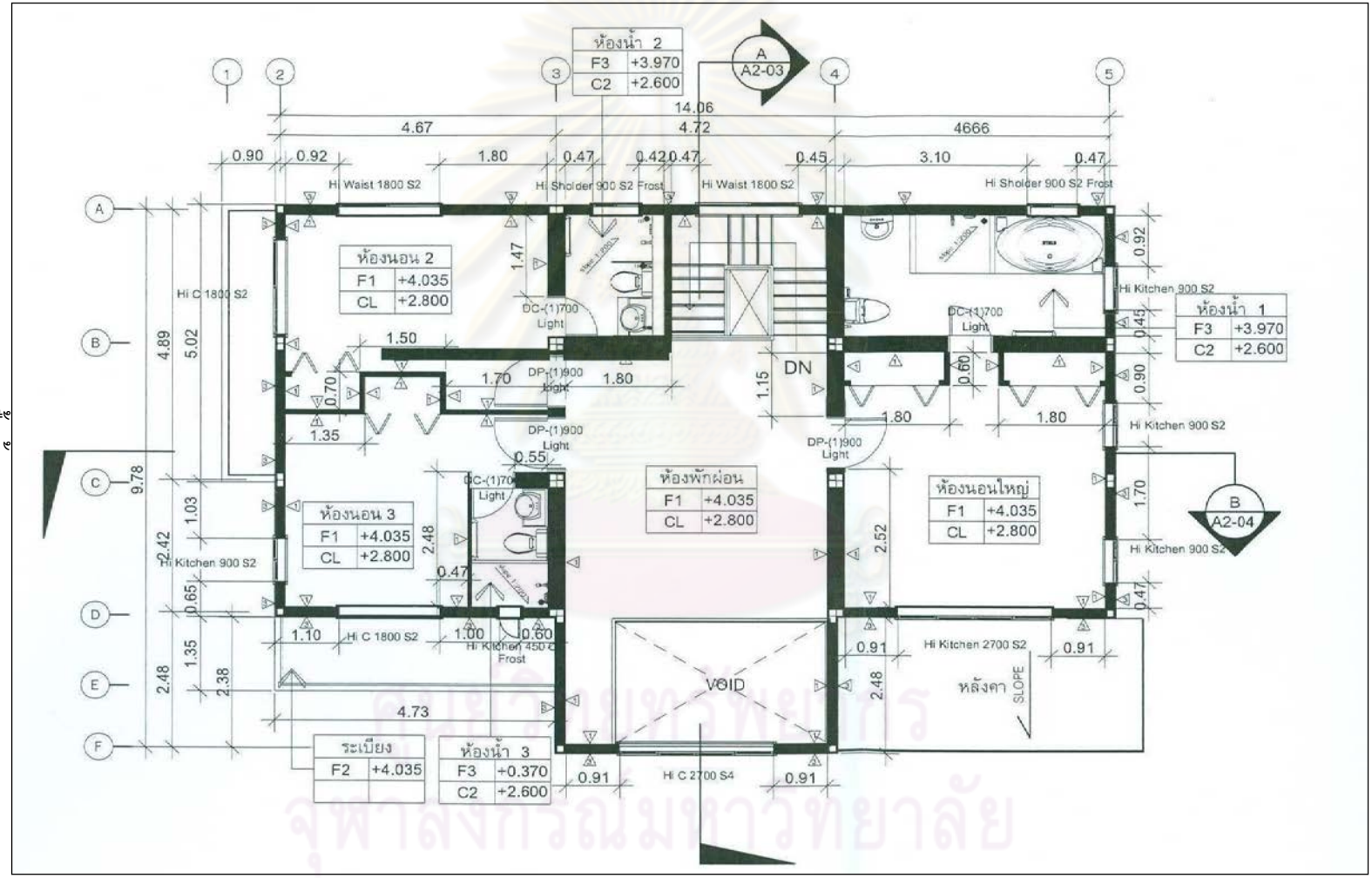
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

141



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

142



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

143

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล	นายปกรณ์ สุวรรณคีรีขันธ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	89/367 หมู่บ้านฟ้าชมพฤกษ์ ถ.ลำลูกกา ต.ลำลูกกา อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี
สถานที่ทำงาน	บริษัท พร็อพเพอร์ตี้ เพอร์เฟค จำกัด (มหาชน) 100/1 อาคารวรสมบัติชั้น17 ถ.พระรามเก้า แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	วิศวกรโครงการอาวุโส
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย