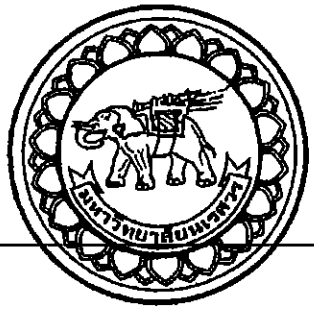


โครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ : กรณีศึกษาโครงการก่อสร้าง กุฏิเจ้าอาวาส วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง

Turn-Key Project : Case study of the abbot's house at Kangwai Temple , Rayong Province

นายจิรายุ ฤทธิ์บำรุง รหัส 49380028

นายวสันต์ ขำทับทิม รหัส 49380080

นายวัลลภ แสงสุทรรศน์ รหัส 49380097

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน I 5070375
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ 5744
2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน โครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ (Turn-Key Project) : กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาส วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง

ผู้ดำเนินโครงงาน นายจิรายุ ฤทธิ์บำรุง รหัสนิสิต 49380028
นายวสันต์ ขำทับทิม รหัสนิสิต 49380080
นายวัลลภ แสงสุทรรศน์ รหัสนิสิต 49380097

ที่ปรึกษาโครงงาน รศ. วิชัย ฤกษ์ภูริทัต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(รศ. วิชัย ฤกษ์ภูริทัต)

.....กรรมการ
(ดร. ปรีดา พิชยาพันธ์)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร. สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	โครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ (Turn-Key Project) : กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาส วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายจีรายุ ฤทธิ์บำรุง รหัสนิสิต 49380028
	นายวสันต์ ขำทับทิม รหัสนิสิต 49380080
	นายวัลลภ แสงสุทรรศน์ รหัสนิสิต 49380097
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ. วิชัย ฤกษ์ภูริทัต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมฉบับนี้มุ่งเน้นถึงการเรียนรู้กระบวนการการทำงานก่อสร้างในลักษณะโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ (Turn-Key Project) โดยใช้โครงการก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาส วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง เป็นกรณีศึกษา ผลการศึกษาพบว่าโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ ผู้รับจ้างเป็นผู้ดำเนินการออกแบบ จัดหาทุน และก่อสร้างจนแล้วเสร็จ ผู้ว่าจ้างเพียงแต่บอกความต้องการ ตกลงราคาว่าจ้าง และจ่ายเงินเมื่อส่งมอบงาน

ในการดำเนินการก่อสร้างแบบฝึกปฏิบัติในด้านการออกแบบ ได้แบบสำหรับก่อสร้างจำนวน 8 แผ่น แสดงอาคารกุฏิคอนกรีตเสริมเหล็กขนาด 5.00x6.00 เมตร สูง 2 ชั้น แต่ละชั้นสูง 3.00 เมตร หลังคาสองชั้นเพื่อการถ่ายเทอากาศ รอบๆกุฏิมีลานปฏิบัติธรรมมีพื้นที่ 100 ตารางเมตร ค่าออกแบบ 20,000 บาท ค่าดอกเบี้ยเงินกู้ 49,000 บาท ค่าก่อสร้าง 110,000 บาท ค่าบริหารภาษีและกำไร 231,000 บาท รวมเป็นเงิน 1,400,000 บาท

Project title	Turn-Key Project : Case study of the abbot 's house at Kangwai Temple , Rayong Province
Name	Mr. Jirayu Ritbumrung ID. 49380028
	Mr. Wasan Khumtubtim ID. 49380080
	Mr. Wanlop Sangsutat ID. 49380097
Project advisor	Assoc.Prof. Vichai Rurkpuritat
Major	Civil Engineering
Department	Civil Engineering Faculty of Engineering Naresuan University
Academic year	2009

.....

Abstract

This engineering project is aimed to study the process of construction in the term of Turn-Key Project. By studying the construction project of abbot's house at Kangwai Temple Rayong province as the case study, it is found that the Turn-Key Project contractor has to design, provide budget, and construction. The owner just informs the contractor about what he wants, makes contract agreement, and makes payment at the hand over project time.

By practice on design, abbot's house is 5.00 m. by 6.00 m. with 2 storeys 3 m. height for each storey. The roof is two levels for air ventilation purpose. There is 100 square meters around the abbot's house. The costs of this Turn-Key Project are design cost of 20,000 Baht, interest of 49,000 Baht, construction of 1,100,000 Baht and overhead, tax, and profit of 231,000 Baht. The sum of Turn-Key Project is 1,400,000 Baht.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงงานทางวิศวกรรมโยธา ขอขอบพระคุณ รศ.วิชัย ฤกษ์ภูริทัต ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงงานและเป็นผู้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านข้อมูลต่างๆ ซึ่งทำให้โครงงานวิศวกรรมโยธานี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะท่านอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินงาน

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบิดามารดาที่ให้การอุปการะทางด้านการเงิน ทางด้านจิตใจจนกระทั่งทำให้โครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ศึกษาโครงงาน

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
2.1 ความหมาย Turn-Key Project	3
2.2 ทฤษฎีการออกแบบทางสถาปัตยกรรม	8
2.3 ทฤษฎีการเขียนแบบ	11
2.4 ทฤษฎีการออกแบบโครงสร้าง	12
2.5 ทฤษฎีการประมาณราคา	20
2.6 ทฤษฎีการบริหารจัดการ	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน	28
3.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	28

สารบัญ (ต่อ)

3.2 เตรียมงาน	28
3.3 การออกแบบสถาปัตยกรรม	29
3.4 การออกแบบโครงสร้าง	31
3.5 เขียนแบบ	44
3.6 ประมาณราคาค่าก่อสร้าง	47
3.7 จัดทำแผนงาน	47
3.8 จัดทำแผนการเงิน	50
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	52
4.1 ความรู้ความเข้าใจ	52
4.2 การออกแบบ	52
4.3 จัดหาทุน	53
4.5 การก่อสร้าง	55
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	56
5.1 สรุปผล	56
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	59
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน	67

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน	2
ตารางที่ 2.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่	14
ตารางที่ 2.2 น้ำหนักบรรทุกจร	15
ตารางที่ 2.3 สัมประสิทธิ์ของโมเมนต์	18
ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมในโครงการ	48
ตารางที่ 3.2 หมายกำหนดการทำงาน (Schedule)	49
ตารางที่ 3.3 ค่าใช้จ่ายของโครงการ	51
ตารางที่ 4.1 แผนงานในรูป (Bar Chart)	54

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 แสดงโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ แบบที่ 1	3
ภาพที่ 2.2 แสดงโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ แบบที่ 2	3
ภาพที่ 2.4 แสดง Input และ Output ของการก่อสร้าง	22
ภาพที่ 2.5 แสดงวงจรการก่อสร้าง	22
ภาพที่ 3.1 แสดงลักษณะของพื้นชั้นล่าง และลานปฏิบัติธรรม	30
ภาพที่ 3.2 แสดงพื้นชั้น 2 พร้อมด้วยหลังคาปกคลุมลานปฏิบัติธรรม	30
ภาพที่ 3.3 แสดงลักษณะของตัวอาคาร และส่วนประกอบในแนวตั้ง	31
ภาพที่ 1 แบบแปลนผังบริเวณและรายการประกอบแบบ	59
ภาพที่ 2 แบบแปลนชั้นล่างและชั้นสอง	60
ภาพที่ 3 แบบแปลนหลังคาส่วนบนและหลังคาส่วนล่าง	61
ภาพที่ 4 รูปด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลัง	62
ภาพที่ 5 รูปด้านตัด ก , รูปด้านตัด ข	63
ภาพที่ 6 แบบขยายประตู-หน้าต่าง	64
ภาพที่ 7 แบบแปลนฐานราก เสา คาน	65
ภาพที่ 8 แบบขยายฐานราก เสา คาน	66

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

หลักการของ (Turn-Key Project) ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ข้อกำหนดต่างๆ เช่น ลักษณะของโครงสร้างและวัสดุที่จะเลือกใช้ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้รับจ้างนำไปออกแบบประเมินราคา บางครั้งผู้ว่าจ้างอาจใช้ลักษณะแบบ (Budget Control) คือจะบอกงบประมาณแล้วให้ผู้รับจ้างแต่ละบริษัทนำเสนอ ผู้รับจ้างรายใดมีข้อเสนอที่ดีกว่า ก็จะได้งาน โดยส่วนมากการเสนองานในรูปของ (Turn-Key Project) นี้ ผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้างจะต้องมีความไว้วางใจซึ่งกันและกัน การเสนองานผู้รับจ้างที่เสนองานนั้นจะต้องทำแบบทางสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมเพื่อที่จะให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบได้ว่ารูปแบบของโครงสร้างเป็นแบบใด พร้อมทั้งบัญชีราคาก่อสร้าง (Bill of Quantity) แสดงรายละเอียดของปริมาณวัสดุและราคาโดยละเอียด ผู้ว่าจ้างจะจัดหาผู้รับจ้างดำเนินโครงการจนแล้วเสร็จ จึงจะมีการชำระเงินค่าดำเนินโครงการ ซึ่งผู้รับจ้างต้องมีหน้าที่จัดหาแหล่งเงินทุนเองในขณะที่ดำเนินโครงการอยู่ ผู้ว่าจ้างจะชำระเงินค่าดำเนินโครงการเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ

(Turn-Key Project) เป็นวิธีการแพร่หลายในต่างประเทศ สำหรับประเทศไทยมีบริษัทที่ดำเนินงานแบบ (Turn-Key Project) น้อยมาก จึงไม่ค่อยมีเอกสารอธิบายการดำเนินงานโดยละเอียด กลุ่มผู้ศึกษาสนใจในกระบวนการทำงานแบบ (Turn-Key Project) จึงได้ใช้โครงการสร้างกุฏิของเจ้าอาวาสวัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง เป็นกรณีศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อเรียนรู้ถึงกระบวนการการทำงานของ (Turn-Key Project)

1.2.2 เพื่อฝึกปฏิบัติการรับเหมาแบบ (Turn-Key Project)

1.2.3 เพื่อเป็นผลงานสอดคล้องกับข้อกำหนดการสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้เรียนรู้กระบวนการทำโครงการแบบ (Turn-Key Project)

1.3.2 ได้แนวทางการทำงานด้าน การออกแบบ การจัดหาแหล่งเงินทุน และการก่อสร้าง

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.4.1 ศึกษาความหมายของ (Turn-Key Project)

1.4.2 สร้างโครงการกรณีศึกษา

1.4.3 กำหนดกระบวนการออกแบบ จัดหาแหล่งเงินทุนและการก่อสร้าง

1.5 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาของโครงการ ใช้ระยะเวลาการทำงานตั้งแต่ วันที่ 1 ตุลาคม 2552 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2553 ระยะเวลารวมประมาณ 5 เดือน

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.		ก.พ.	
เขียนโครงร่าง	↔									
ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง			↔	↔						
พบเจ้าของโครงการ				↔						
ออกแบบอาคารกุฏิ					↔	↔	↔			
เขียนแบบ							↔	↔		
ประมาณราคา									↔	
สรุปและจัดทำรางาน										↔

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

งบประมาณทั้งโครงการ 3000 บาท (สามพันบาทถ้วน)

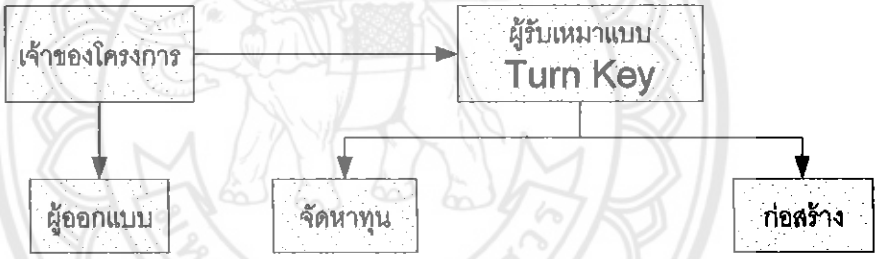
บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ความหมาย Turn-Key Project

Turn-Key Project คือโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จโดยมีการออกแบบจัดหาทุนและก่อสร้างจนแล้วเสร็จตลอดโครงการ หรือเพียงจัดหาทุนและก่อสร้างจนแล้วเสร็จตลอดโครงการ โดยมีส่วนประกอบต่างๆที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไปมีลักษณะการทำงานที่สำคัญคือ ผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของโครงการที่ต้องการทำโครงการ ให้ผู้รับเหมาแบบ Turn Key ที่ทำหน้าที่ ออกแบบจัดหาทุน และก่อสร้าง ในส่วนของแบบนั้นเจ้าของโครงการว่าจ้างผู้ออกแบบเอง พอได้แบบแล้วจึงว่าจ้างผู้รับเหมา Turn Key โดยทำการจัดหาทุน และก่อสร้างจนแล้วเสร็จ

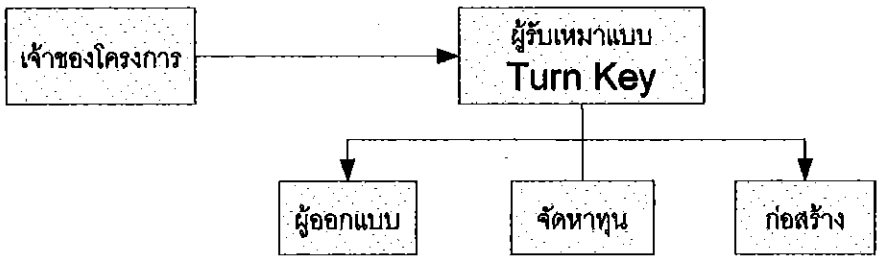
Turn- Key Project ดำเนินการได้ 2 รูปแบบคือ

(ก) เจ้าของโครงการเป็นผู้จ้างสถาปนิกออกแบบให้เรียบร้อยแล้วจึงจัดหาผู้รับจ้างแบบ Turn Key



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ แบบที่ 1

(ข) เจ้าของโครงการจัดหาผู้รับจ้างแบบ Turn Key ทำการออกแบบ จัดหาทุนและก่อสร้าง



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ แบบที่ 2

2.1.1 เจ้าของโครงการ

เจ้าของโครงการเป็นบุคคลฝ่ายแรกที่มีความสำคัญต่อโครงการอย่างมากหากไม่มีเจ้าของโครงการก็ย่อมไม่เกิดโครงการต่างๆขึ้น เนื่องจากเจ้าของโครงการเป็นฝ่ายที่คิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลงาน เจ้าของโครงการมีความประสงค์ที่จะผลิตผลงาน เช่นอาคารบ้านพัก เป็นต้น เจ้าของโครงการจะต้องเป็นผู้ที่มีทุนทรัพย์ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่จะผลิตโครงการ ต้องมีการศึกษาหางบประมาณในการสร้างผลงานตามความต้องการของตน เจ้าของโครงการควรจะพิจารณาเรื่องต่างๆดังนี้

2.1.1.1 ประโยชน์ที่จะได้รับ ความต้องการผลงานเป็นจินตนาการของเจ้าของโครงการซึ่งจะต้องมีการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบว่า จินตนาการนั้นเมื่อถูกสร้างให้เกิดขึ้นจริงแล้วจะก่อประโยชน์ต่อตนเองอย่างไร เจ้าของโครงการควรพิจารณาถึงประโยชน์ที่จะได้รับ ซึ่งประกอบด้วยผลงานที่ประทับใจผู้คนเพื่อเป็นการสร้างชื่อเสียงในวงการธุรกิจ ผลกำไรและผลตอบแทนที่คุมค่าในการลงทุน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงผลประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจและสังคม

2.1.1.2 ทำเลที่ตั้งโครงการ สถานที่ตั้งโครงการเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะต้องพิจารณาให้อย่างรอบคอบ หากดำเนินโครงการในที่ที่ไม่เหมาะสมแล้วอาจทำให้โครงการนั้นไม่ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ หรืออาจมีผลถึงขั้นที่เรียกได้ว่าโครงการนั้นล้มเหลว นอกจากนี้การตั้งโครงการควรมีรถประจำทางผ่านซึ่งเป็นประโยชน์ในการสัญจรไปมา ถ้าหากที่ตั้งโครงการอยู่ห่างจากถนนใหญ่และทางเข้าออกยังไม่สะดวก การสร้างโครงการอาจยังไม่เหมาะสมเวลานั้น

2.1.1.3 งบประมาณ เจ้าของโครงการจัดว่าเป็นนักลงทุนซึ่งจะต้องคำนึงถึงจำนวนเงินทุนที่จะใช้ในการสร้างโครงการ หน่วยราชการที่มีความประสงค์ที่จะสร้างโครงการก็ถือว่าเป็นนักลงทุน โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ที่จะให้กับประชาชนทั่วไป ถึงแม้โครงการจะไม่มีผลกำไรตอบแทนเป็นตัวเงิน แต่ผลตอบแทนที่ได้มักเป็นความเจริญในด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ผู้ลงทุนจะต้องพิจารณาต้นทุนและแหล่งที่มาของเงินทุน ต้นทุนของโครงการประกอบด้วย ค่าที่ดิน ค่าบริหารโครงการ ค่าออกแบบ ค่าก่อสร้าง ค่าดอกเบี้ย เป็นต้น เมื่อเจ้าของโครงการประมาณการต้นทุนเสร็จแล้วต้องคำนึงถึงแหล่งเงินทุน เมื่อเงินทุนที่มีอยู่ไม่เพียงพอสำหรับการสร้างโครงการก็มีความจำเป็นต้องขอกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงิน เช่น ธนาคาร สถาบันการเงินต่างๆ จะให้กู้ยืมก็ต่อเมื่อเกิดความมั่นใจว่าการให้กู้นั้นจะไม่สูญเปล่า การพิจารณางบประมาณเงินที่จะขอกู้ยืมจากสถาบันการเงินควรจะทำในรูปแบบแผนเงินสดหมุนเวียน (Cash Flow)

2.1.1.4 เวลาคุ้มทุน การลงทุนเพื่อหวังผลตอบแทนจากการลงทุนซึ่งส่วนใหญ่จะได้กลับคืนมาในรูปของเงิน เงินที่ได้คืนมาจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนมีค่าเท่ากับเงินลงทุน ระยะเวลาที่ได้เงินคืนเท่ากับเงินลงทุนเท่ากับเวลาคุ้มทุน

2.1.1.5 เลือกผู้ออกแบบ หมายถึงสถาปนิกและวิศวกรในแขนงต่างๆที่จะช่วยกันสร้างฝันของเจ้าของโครงการให้เป็นภาพที่ชัดเจนขึ้น ถ้าเจ้าของโครงการไม่เลือกผู้ออกแบบที่ดีจะก่อให้เกิดความขัดแย้งและความล่าช้าของโครงการ

2.1.2 ผู้ออกแบบ

ผู้ออกแบบคือผู้ช่วยสร้างสรรค์ความฝันของเจ้าของโครงการให้เป็นรูปร่างที่เห็นได้ชัดเจนขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานทางวิชาออกแบบ ไม่ว่าจะเป็นวิชาทางด้านสถาปัตยกรรม หรือวิชาด้านวิศวกรรม ผู้ออกแบบจะต้องมีจรรยาบรรณในการออกแบบ เมื่อเจ้าของโครงการบรรยายความต้องการให้ผู้ออกแบบฟังแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องนำไปพิจารณาการออกแบบ มิใช่ออกแบบไปตามความต้องการของตนเอง ผู้ออกแบบควรจะดำเนินงานดังนี้

2.1.2.1 ศึกษาความเป็นไปได้ เมื่อผู้ออกแบบได้รับมอบหมายจากเจ้าของโครงการ สิ่งแรกที่พึงกระทำคือการศึกษาความเป็นไปได้ของโรงการในด้านการออกแบบ กล่าวคือศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการที่ต้องการนั้นสามารถสร้างได้หรือไม่ นอกจากนั้นจะต้องศึกษาว่าจะใช้ระบบการก่อสร้างแบบใดที่เหมาะสมและเกิดความประหยัดมากที่สุด

2.1.2.2 จัดทำข้อเสนอและแผนงาน จัดทำข้อเสนอและแผนงานเป็นเอกสารที่แจ้งให้เจ้าของโครงการทราบว่าการออกแบบจะใช้ทฤษฎีหรือแนวความคิดอย่างไร จะใช้เวลานานเท่าใด ค่าใช้จ่ายเท่าใด และความรับผิดชอบของผู้ออกแบบคืออะไร ทำให้ทั้งสองฝ่ายเกิดความเข้าใจตรงกัน

2.1.2.3 ออกแบบร่างขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้ออกแบบจะต้องถ่ายทอดแนวความคิดต่างๆในการออกแบบให้เป็นรูปร่างที่เห็นและเข้าใจได้ง่ายลงในกระดาษเพื่อให้เจ้าของโครงการดูทัศนียภาพ แบบร่างควรเป็นแบบที่แสดงออกถึงความต้องการของเจ้าของโครงการในด้านประโยชน์การใช้สอย

2.1.2.4 ออกแบบรายละเอียด หลังจากเจ้าของโครงการได้ดูแบบร่างและแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้วผู้ออกแบบควรทำการออกแบบควรจะทำการออกแบบเพิ่มเติมในรายละเอียดตามทฤษฎีการออกแบบทั้งในด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม การออกแบบรายละเอียดจำเป็นต้องคำนึงถึงวัสดุที่นำไปใช้และวิธีการก่อสร้าง

2.1.2.5 เขียนแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบ การเขียนแบบก่อสร้างเป็นการแสดงความคิดทั้งหมดให้เห็นเป็นรูปธรรม โดยการขีดเขียนลงในกระดาษเพื่อให้ผู้อื่นรับรู้ความเข้าใจตรงกันว่ารูปร่างหน้าตาของสิ่งที่ออกแบบเป็นอย่างไร แบบโครงสร้างบอกถึงวิธีการประกอบวัสดุต่างๆที่เป็นโครงสร้าง บอกถึงตำแหน่งที่ตั้งและระดับความสูงของสิ่งก่อสร้างนอกจากการก่อสร้างที่ต้องกระทำให้ถูกต้องตามตำแหน่งและระดับความสูงที่ต้องการ สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือคุณภาพของงานก่อสร้าง

2.1.2.6 จัดทำรายการงานและราคากลาง ผู้ออกแบบรู้ถึงรายละเอียดของวัสดุที่กำหนดให้ใช้ในการก่อสร้าง และรู้แหล่งที่มาของวัสดุนั้นๆ เพราะเป็นผู้กำหนดในแบบและรายการประกอบแบบ ดังนั้นผู้ออกแบบควรจะจัดทำรายการงานและราคากลาง ใส่ค่างานซึ่งแยกได้เป็นค่าวัสดุและค่าแรงงาน เพื่อให้เจ้าของโครงการได้ทราบค่าก่อสร้างโดยประมาณ รายการงานและราคากลางเป็นสิ่งที่เจ้าของโครงการได้ใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าก่อสร้างที่ผู้รับเหมาได้เสนอหรือประมูลงาน

2.1.3 ผู้รับเหมาก่อสร้าง

ผู้รับเหมาก่อสร้างคือบุคคลที่ทำหน้าที่จัดหาทรัพยากรให้ฝ่ายกระบวนการก่อสร้างก่อให้เกิดผลงานที่เป็นสิ่งก่อสร้าง ผู้รับเหมาก่อสร้างควรมีจรรยาบรรณในการประกอบธุรกิจงานก่อสร้าง โดยยึดมั่นในความซื่อสัตย์ โดยการจัดหาและใช้วัสดุที่มีคุณภาพตามแบบและรายการประกอบแบบ จัดหาช่างที่มีความสามารถและมีความชำนาญในการก่อสร้างเพื่อสร้างผลงานที่มีคุณภาพ ผู้รับเหมาก่อสร้างที่ดีควรยึดหลัก 1. มีความซื่อสัตย์ 2. มีความรู้ความสามารถ 3. มีความยุติธรรม ผู้รับเหมาก่อสร้างที่ดีมีหน้าที่หลักที่สำคัญในการดำเนินงานดังนี้

2.1.3.1 ประมาณราคา งานประมาณราคาเป็นงานหลักของผู้รับเหมาก่อสร้าง เนื่องจากผู้รับเหมาก่อสร้างต้องแจ้งราคางานที่จะรับดำเนินการให้เจ้าของโครงการทราบ เพื่อประกอบการพิจารณาว่าจ้าง การแจ้งราคาอาจทำในรูปแบบของการยื่นเสนอราคาตามเงื่อนไขของเจ้าของโครงการที่ได้กำหนด

2.1.3.2 ศึกษาแบบและรายการประกอบแบบ หลังจากผู้รับเหมาก่อสร้างได้รับการพิจารณาให้เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างแล้ว ผู้รับเหมาก่อสร้างควรจะทำการศึกษาแบบก่อสร้างอย่างจริงจัง โดยให้วิศวกรพิจารณาโครงสร้างตามแบบที่ได้รับว่ามีส่วนใดขาดตกบกพร่องหรือไม่

2.1.3.3 จัดทำแผนงานก่อสร้าง แผนงานก่อสร้างเป็นหัวใจในการดำเนินการก่อสร้าง เนื่องจากแผนงานก่อสร้างจะกำหนดให้ทราบว่างานใดควรจะเริ่มเมื่อไร มีเวลาเท่าใดในการดำเนินงาน และควรจะเสร็จเมื่อไร แผนงานก่อสร้างมักจะแสดงออกให้เห็นในรูปแบบ Bar Chart

2.1.3.4 จัดทำแผนการใช้วัสดุ แผนการใช้วัสดุเป็นการกำหนดว่าวัสดุที่ต้องการใช้ในงานก่อสร้างมีอะไรบ้าง จำนวนเท่าไรที่สามารถสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้าง ผู้รับเหมาก่อสร้างที่จัดทำแผนการใช้วัสดุจะสามารถกำหนดการสั่งซื้อได้เหมาะสมกับความก้าวหน้าของงาน

2.1.3.5 จัดทำแผนการใช้เครื่องจักร แผนการใช้เครื่องจักรเป็นการกำหนดว่าเครื่องจักรประเภทใดและจำนวนเท่าใดที่ต้องในการก่อสร้าง

2.1.3.6 จัดทำแผนเงินสดหมุนเวียน แผนเงินสดหมุนเวียนเป็นการกำหนดภาวะเงินเข้าหรือรายรับ และกำหนดภาวะเงินออกหรือรายจ่าย รายรับได้จากการเบิกเงินงวดซึ่งต้องทำงานให้เสร็จตามงวดที่กำหนดในสัญญา การรับเงินจะมีลักษณะเป็นเดือนๆละครั้งหรือเป็นช่วงๆ

2.1.3.7 จัดทำผังองค์กร ผู้รับเหมาก่อสร้างควรจัดทำผังองค์กรสำหรับการก่อสร้างแต่ละโครงการ โดยกำหนดตำแหน่งต่างๆที่ควรจะมีในการก่อสร้างโครงการนั้นๆ เพื่อให้การจัดการมีประสิทธิภาพ

2.1.3.8 ผลักดันให้ดำเนินการตามแผน งานก่อสร้างจะประสบความสำเร็จถ้าผู้รับเหมาก่อสร้างพยายามผลักดันให้เกิดการดำเนินงานตามแผนที่ได้กำหนดไว้

2.1.3.9 ควบคุมการดำเนินงาน การควบคุมเป็นวิธีการที่ทำให้เกิดความมั่นใจว่างานก่อสร้างจะมีความก้าวหน้า มีคุณภาพ เสร็จในเวลาที่กำหนด และใช้จ่ายในการก่อสร้างอย่างประหยัด

2.1.4 ประเภทของงานก่อสร้าง

2.1.4.1 ประเภทอาคารพักอาศัย (Residential Construction) เป็นการก่อสร้างเพื่อใช้เป็นอาคารพักอาศัย ซึ่งปัจจุบันนี้อาคารพักอาศัยได้พัฒนารูปแบบไปต่างๆ กัน เช่น บ้านเดี่ยว บ้านแฝด ทาวน์เฮาส์ แฟลต คอนโดมิเนียม ฯลฯ

2.1.4.2 ประเภทอาคารสาธารณะ(Public Building Construction) เป็นการก่อสร้างอาคารเพื่อรองรับปริมาณผู้คนที่เข้ามาชุมนุมพบปะกันเป็นจำนวนมากพร้อมกัน เช่น โบสถ์ สำนักงาน โรงงาน โรงเรียน โรงพยาบาล โรงภาพยนตร์ คลังสินค้า อาคารพาณิชย์ อาคารกีฬา ฯลฯ

2.1.4.3 ประเภทงานโยธา (Civil Construction) เป็นงานก่อสร้างในแนวพื้นราบเพื่อประโยชน์ต่อระบบสาธารณูปโภคของประชาชนทั่วไป เช่น ถนนทางหลวง สะพาน สนามบิน เขื่อน ท่อระบายน้ำ สถานีบำบัดน้ำเสีย คลองส่งน้ำชลประทาน ทางด่วนยกระดับต่างๆ ฯลฯ

2.1.4.4 ประเภทงานอุตสาหกรรม (Industrial Construction) เป็นงานก่อสร้างโรงงานต่างๆ เพื่อใช้สำหรับเป็นแหล่งผลิตสินค้าอุตสาหกรรม การออกแบบอาคารประเภทนี้ ทั้งวิศวกรและสถาปนิกต้องศึกษารายละเอียดอุตสาหกรรมนั้นๆ เพิ่มเติมให้ลึกซึ้ง จึงจะให้ได้โรงงานที่สมบูรณ์แบบ เช่น โรงงานผลิตเหล็ก โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ โรงงานกลั่นน้ำมัน โรงผลิตไฟฟ้า โรงผลิตสารเคมี ฯลฯ

2.2 ทฤษฎีการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

ในการออกแบบและก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม สถาปนิกและวิศวกรออกแบบต้องใช้ความรู้ความสามารถความชำนาญในหลายๆ สาขาใช้ในการออกแบบ ต้องมีความรู้การใช้วัสดุเพื่อรับแรงต่างๆได้อย่างถูกต้อง ควรมีความชำนาญในการเลือกใช้รูปทรงต่างๆ ให้เข้ากันได้อย่างเหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอย มีความสวยงาม สามารถเลือกใช้วัสดุได้อย่างถูกต้อง สถาปนิกและวิศวกรออกแบบต้องมีความเข้าใจอย่างยิ่งถึงสภาพพื้นที่ภูมิประเทศ ต้องมีความเข้าใจในระเบียบจารีตประเพณี วัฒนธรรม ศาสนา ความต้องการเฉพาะของสังคม และลักษณะวิธีการปกครองกฎหมายเทศบัญญัติในท้องถิ่นนั้นๆ

ในยุคที่มีการติดต่อด้วยความสะดวกรวดเร็ว งานสถาปัตยกรรมควรเป็นผลงานที่แสดงออกถึงความร่วมมือประสานงานความคิดจากบุคคลหลายอาชีพ หลายกลุ่ม เพื่อปรับความคิดเห็นสร้างสรรค์แนะนำ ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายๆ เช่น ในการสร้างอาคารสถานพยาบาล อาคารสถานพยาบาลนั้นจะสนองประโยชน์ได้เต็มที่เมื่อสถาปนิกและวิศวกรออกแบบได้ออกแบบถูกต้องตามข้อมูลที่ได้จากนายแพทย์ผู้ทำการรักษา เจ้าหน้าที่ทางเทคนิคแขนงต่างๆ ผู้ช่วยแพทย์พยาบาล คนไข้ ญาติผู้ป่วย พนักงานหน่วยต่างๆ ตั้งแต่คนครัว คนซักรีด คนยาม คนขับรถ สถาปนิกและวิศวกรออกแบบต้องคำนึงถึงปัจจัยดังที่กล่าวมาใช้ในการออกแบบเพื่อที่จะได้ประโยชน์สูงสุด

เนื่องจากรูปทรงโครงสร้างสถาปัตยกรรม และวิธีก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมเป็นสิ่งที่สถาปนิกและวิศวกรออกแบบจะต้องทำการสร้างสรรค์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ดังนั้นสถาปนิกและวิศวกรออกแบบต้องมีความเข้าใจถึงลักษณะ ความเหมาะสมและวิธีการก่อสร้างต่างๆเป็นอย่างดี เพื่อทำการออกแบบสร้างสรรค์หรือเลือกใช้รูปทรงที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สถาปนิกจึงควรค้นคว้าติดตามความก้าวหน้าทางเทคนิคหลักการก่อสร้างใหม่ๆและวัสดุที่มีในท้องตลาดอยู่เสมอ

2.2.1 ศึกษางานก่อสร้างสถาปัตยกรรมที่สร้างมาก่อน

การศึกษางานสถาปัตยกรรมที่สร้างมาก่อน ทำให้ได้เรียนรู้หลักการที่ดี ถูกต้อง การได้เห็นอาคารของจริง ได้ศึกษารูปแบบของอาคาร ทำให้เรียนรู้ได้เร็ว เข้าใจชัดเจน ไม่นำเอาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วมาใช้อีก ไม่ใช่เพื่อการลอกเลียน แต่เพื่อนำมาใช้เป็นรากฐานและข้อมูลในการออกแบบใหม่โดยใช้ความรู้ใหม่ ใช้เทคนิคการก่อสร้างใหม่ ใช้แก้ปัญหาเศรษฐกิจของการดำเนินก่อสร้างใหม่ การศึกษางานในอดีตจะช่วยให้สถาปนิกและวิศวกรออกแบบเกิดความคิดที่รอบคอบ เกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทราบปัญหา วิธีการแก้ปัญหาในอดีต โดยใช้วัสดุ

ก่อสร้างและวิธีการก่อสร้างที่เหมาะสม นอกจากนี้สถาปนิกและวิศวกรออกแบบจะต้องศึกษาวิวัฒนาการของการแก้ปัญหา วิวัฒนาการก่อสร้างต่างๆ ด้วย

จากการศึกษาอาคารต่างๆ ที่สำคัญๆ ที่สร้างมาก่อน จะเห็นว่าสถาปนิก วิศวกร และช่างก่อสร้าง ใช้วัสดุก่อสร้างในปริมาณน้อยที่สุด ขนาดเล็กที่สุด รับแรงหรือน้ำหนักบรรทุกให้ได้มากที่สุด ความสามารถและหน้าที่ที่วัสดุต้องรับแรงจะแสดงออกให้เห็นเป็นลักษณะทางโครงสร้าง ซึ่งใช้วัสดุก่อสร้างเฉพาะชนิดประกอบขึ้นมา ความงามของวัสดุจะเห็นได้จากหน้าที่ที่ใช้สอย การรับน้ำหนักและแรงของวัสดุ ความงามของวัสดุขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติ ลักษณะ และความสามารถเฉพาะตัวของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ เมื่อได้แสดงออกตามความจริงไม่มีสิ่งใดมาเคลือบแฝงปิดบัง โดยสถาปนิกและวิศวออกแบบได้ใช้วัสดุก่อสร้างนั้นอย่างฉลาด สนับสนุนให้วัสดุก่อสร้างนั้นๆเด่นขึ้นมาโดยใช้วัสดุก่อสร้างอื่นร่วม ประกอบอวดความงามตามธรรมชาติของวัสดุอย่างตรงไปตรงมาง่าย ประณีต ความเหมาะสม และความทนทานของวัสดุก่อสร้างจะเห็นได้ชัดยิ่งขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป ความงามและคุณค่ายิ่งประจักษ์ชัดมากขึ้นทุกทีจนเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

2.2.2 การก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมในอนาคต

อาคารที่สร้างในปัจจุบันมีความต้องการสร้างชั้นมากขึ้น มีความสูงมากขึ้น และมีช่างเสามากขึ้นกว่าที่เคยสร้างกันมา จะเห็นได้ว่าสถาปนิกและวิศวกรออกแบบจะไม่มีโอกาสที่จะใช้วิธีการก่อสร้าง หรือเลือกใช้โครงสร้างโดยกะประมาณ หรือเดาขนาดของโครงสร้างโดยใช้โตกว่าความจำเป็น หรือทำโดยไม่มีเหตุผลทำเหมือนของเล่น ทำอย่างเพ้อฝันเหมือนทำอาคารเล็กๆได้เลย เพราะโครงสร้างที่จะเลือกใช้คลุมพาดช่วงอาคารที่กว้างมาก หรือสูงมาก มีระบบโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุด และมีเพียงทางเป็นไปได้แค่ 2-3 ระบบ จนเกือบไม่มีโอกาสได้เลือกมากนัก ดังนั้นในอนาคตงานสถาปัตยกรรมใหญ่จะต้องยึดหลักของการถ่ายแรงทางด้านสถิติศาสตร์ และพลศาสตร์อย่างเคร่งครัด วัสดุก่อสร้างจะมีบทบาทและมีความสำคัญในการบังคับวิธีการก่อสร้างและลักษณะโครงสร้างที่จะเลือกใช้อย่างมาก สถาปนิกและวิศวกรรมออกแบบจึงจะต้องเลือกใช้โครงสร้างที่แสดงตามจริง มีความเหมาะสม งดงาม เกิดตามแบบแผนตามสัจจะเพราะความจำเป็นบังคับในแง่เศรษฐกิจเทคนิคการก่อสร้าง

งานสถาปัตยกรรมในอนาคตควรมีรูปโฉมทางโครงสร้างที่งดงาม ตรงไปตรงมา ปราศจากสิ่งไรความหมายไร้จุดประสงค์ นำมาประกอบการสร้างง่าย ใช้วัสดุก่อสร้าง ซึ่งมีคุณภาพดี หาง่ายในท้องถิ่น ใช้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปซึ่งมีการควบคุมคุณภาพและขนาดอย่างดีเยี่ยม มีรสนิยม มีความ

น่าใช้ ถึงกระนั้นสถาปนิกและวิศวกรก็ยังไม่ลดความสำคัญลง ถ้าไม่ลืมว่า สถาปนิกและวิศวกรต้องมีหน้าที่ทำการจัดประกอบความสัมพันธ์กันระหว่างสิ่งต่างๆเหล่านี้ในอาคาร เช่น ปริมารเนื้อที่ ผิว พื้น ระนาบ สี ความนุ่มนวล และการเปลี่ยนความรู้สึก สถาปนิกและวิศวกรออกแบบจะต้องจัดประกอบความสัมพันธ์ดังกล่าวให้ได้ผลอย่างดียิ่งมีความกลมกลืน มีความเหมาะสม และสถาปนิกและวิศวกรออกแบบต้องใส่แรงบันดาลใจอย่างเฉลียวฉลาดสร้างสรรค์งานอย่างดีที่สุด ความสามารถในแง่ต่างๆดังกล่าวจะต้องมีประสบการณ์ ทำการค้นคว้า ฝึกฝน บันทึก ทำการศึกษางานในอดีตดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น

2.2.3 การศึกษารูปทรงจากธรรมชาติ

ลักษณะที่สำคัญซึ่งเนื้อวัสดุที่ประกอบเป็นโครงสร้างของรูปร่างตามธรรมชาติถูกจัดไว้มี2ลักษณะคือ

2.2.3.1 จัดเนื้อวัสดุในลักษณะเป็นเสี้ยนโครงโปร่งพรุน เช่น กาบมะพร้าว ปล้องไม้ไผ่ รังนก ใบไม้ เป็นต้น

2.2.3.2 จัดเนื้อวัสดุในลักษณะเป็นเนื้อแน่นรวมตัวชิดกันอยู่ เช่น เปลือกไข่ เปลือกหอย เป็นต้น

ทั้งสองลักษณะใหญ่ๆดังกล่าวนี้ เนื้อวัสดุถูกธรรมชาติจัดวางอยู่อย่างดี มีประสิทธิภาพดีเลิศ สามารถทำหน้าที่ต้าน ต่อสู้ รับ บรรทุก แรงที่เกิดขึ้นโดยประหยัดเนื้อวัสดุที่สุด

การพัฒนาการออกแบบรูปของโครงสร้างโดยอาศัยการวิเคราะห์รูปทรงธรรมชาติ จะช่วยให้สถาปนิกและวิศวกรออกแบบสร้างสรรค์งานได้กว้างขวาง รูปทรงโครงสร้างเส้นขอบและเส้นจากรูปทรงธรรมชาติ จะช่วยเป็นหลักให้สถาปนิกและวิศวกรออกแบบก้าวหน้าต่อได้ เช่น สร้างสรรค์ใหม่โดยการทำโมเดล โดยออกแบบ รูปขอบ รูปทรง ปริมาตรขึ้นใหม่ หรือโดยการทำดัดลวด เป็นเส้นล้อตามเส้นขอบรูปร่างของปริมาตรใหม่ที่สร้างสรรค์ขึ้น เมื่อได้เส้นขอบที่เป็นเส้นสำคัญเป็นเส้นหลักที่บังคับรูปทรงแล้วอาจพัฒนารูปทรงนั้นต่อไปได้อีก โดยดึงปริมาตรออกแต่คงเส้นขอบไว้

2.2.4 การเปลี่ยนรูปทรงของวัสดุที่เป็นโครงสร้าง

เมื่อโครงสร้างเกิดแรงต้านภายในขึ้นหลังจากการบรรทุกน้ำหนัก ตัวโครงสร้างนั้นจะเปลี่ยนรูปไปเนื่องจากแรงบรรทุก เช่น ยาวออก สั้นลง เป็นต้น การเปลี่ยนรูปร่างดังกล่าวนี้น้อยมากจนดูด้วยตาเปล่าไม่เห็น และขนาดหน้าตัดก็ใหญ่ขึ้น หรือเล็กลงยาวออก เปลี่ยนตามไปด้วย เมื่อ

น้ำหนักบรรทุกดังกล่าวถูกนำออกไปโครงสร้างนั้นก็จะคืนความยาว หรือหน้าตัดเท่าคงเดิม คุณสมบัติที่วัสดุก่อสร้างเปลี่ยนรูปและตัวนี้จำแนกออกเป็น 2 ประเภทตามความชัดเจนที่เห็นได้ คือ ประเภทความอ่อนหลวม เช่น ยาง และที่มีความแข็งแกร่ง เช่น ไม้ เหล็ก เป็นต้น ปริมาณของการเปลี่ยนรูปของวัสดุนั้น จะต้องพิจารณาจากสภาพและเหตุการณ์ต่างๆประกอบกันหลายอย่าง เช่น ความแข็งตัว น้ำหนักบรรทุก วิธีการบรรทุกน้ำหนัก ความยาวของวัสดุ และขนาดหน้าตัดเป็นต้น นอกจากนี้อุณหภูมิและการเปียกน้ำก็มีส่วนร่วมด้วยเช่นกัน การเปลี่ยนรูปโดยน้ำหนักคงที่ ควรได้มีการป้องกันล่วงหน้าระหว่างการก่อสร้าง เช่น การยกปลายยื่นของโครงสร้างขึ้น หรือยกช่วงกลางพาดโครงสร้างให้สูงกว่าตรงพาดเสา เมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว เนื่องจากน้ำหนักตัวเองโครงสร้างจะลดระดับที่ยกให้ต่ำลงมาได้ระดับต้องการสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุอีกอย่างคือ การสั่นสะเทือน ยิ่งเมื่อเกิดขึ้นบ่อยๆ ตลอดเวลายิ่งต้องระวังความมั่นคงของโครงสร้างนั้นต้องคำนึงตลอดถึงทั้งตัวส่วนเอกได้แก่ เสา คาน และโครงยึด เป็นต้น ทั้งต้องคำนึงถึงตัวส่วนสำคัญรองลำดับรอง เช่น พวกโครงยึดกันแรงลม ซึ่งไม่ต้องทำหน้าที่เมื่อยังไม่เกิดแรงด้านข้าง และต้องคำนึงถึงส่วนที่ต้องคิดเตรียมกันไว้ล่วงหน้าด้วย

2.3 ทฤษฎีการเขียนแบบ

การเขียนแบบเป็นการนำเอาความคิดสร้างสรรค์มาเขียนหรือแสดงออกเป็นรูปแบบ โดยการใช้เส้น รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ พร้อมรายการประกอบแบบ เป็นการแสดงให้เห็นรูปลักษณะที่เหมือนของจริง สามารถนำไปใช้สร้างหรือผลิตชิ้นงานได้จริง เป็นการแสดงโครงสร้าง รูปด้าน รูปลักษณะภายในของสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ซึ่งแบบที่ใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ รูปแปลน (Plan) รูปด้าน (Elevation) รูปตัด (Section) และรูปขยาย (Detail) โดยปกติทั่วไป สามารถมองเห็นว่าวัตถุทั้งหลายล้วนประกอบด้วยด้าน 6 ด้าน คือ ด้านบน ด้านล่าง ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านซ้าย และด้านขวา แต่ในวิชาเขียนแบบ วัตถุที่นำไปเขียน จะประกอบด้วย รูปแปลน รูปด้านหน้า รูปด้านข้าง และรูปด้านหลัง ซึ่งแต่ละรูปมีความหมายดังนี้

2.3.1 รูปแปลน (Plan) รูปที่มองเห็นจากด้านบนลงมา ประกอบด้วยส่วนกว้าง และส่วนยาว

2.3.2 รูปด้านหน้า (Front Elevation) รูปที่มองเห็นจากด้านหน้าเข้าไป ซึ่งประกอบด้วยส่วนกว้างและส่วนยาว

2.3.3 รูปด้านข้าง (Side Elevation) รูปที่มองเห็นจากด้านซ้ายหรือด้านขวาไป ประกอบด้วยส่วนยาวและส่วนสูง

2.3.4 รูปด้านหลัง (Rear Elevation) รูปที่มองเห็นจากส่วนด้านหลังเข้ามา ประกอบด้วยส่วนกว้างและส่วนสูง

2.3.5 รูปตัด (Section) เป็นการตัดสิ่งที่ต้องการทราบในส่วนที่มองไม่เห็นหรืออยู่ภายใน ซึ่งไม่แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนในรูปอื่น ๆ ดังนั้น จึงต้องมีการเขียนภาพตัดเพื่อแสดงรายละเอียดของส่วนสำคัญต่าง ๆ ให้เข้าใจและนำไปใช้งานได้ ภาพตัดจะมีการเติมสัญลักษณ์การตัด แสดงขอบเขต ตำแหน่งและทิศทางที่ถูกตัด พร้อมมีอักษรกำกับไว้ เพื่อให้สะดวกแก่การทำความเข้าใจ

2.3.6 รูปขยาย (Detail) เป็นการเขียนแบบส่วนรายละเอียดของชิ้นงานเฉพาะจุดให้ชัดเจนด้วยการขยายมาตราส่วนให้ใหญ่ขึ้นกว่าเดิม

2.4 ทฤษฎีการออกแบบโครงสร้าง

2.4.1 การออกแบบโครงสร้างเหล็ก

การออกแบบโครงสร้างเหล็ก เป็นการคำนวณเพื่อเลือกชนิดและขนาดของเหล็กรูปพรรณที่เหมาะสมซึ่งมีอยู่แล้ว หรือพิจารณานำรูปตัดต่างๆของเหล็กรูปพรรณและเหล็กแผ่นที่มีอยู่แล้วมาประกอบรวมกัน เพื่อให้สามารถต้านทานต่อแรงหรือน้ำหนักบรรทุกที่กระทำโดยปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

การออกแบบโครงสร้างเหล็กมีวิธีเฉพาะสำหรับแต่ละส่วนโครงสร้าง ขึ้นกับแรงหรือโมเมนต์ที่ส่วนโครงสร้างนั้นๆต้องรับหรือต้านทานซึ่งวิเคราะห์หาค่าได้โดยวิธีอิลาสติก (elastic analysis) ซึ่งจะมีส่วนโครงสร้างที่รับแรงตามแนวแกนซึ่งอาจจะเป็นแรงดึงหรือแรงอัด ส่วนโครงสร้างที่รับโมเมนต์ดัดแรงเฉือน

มาตรฐานหรือข้อบัญญัติ

ในการคำนวณและก่อสร้างใดๆ วิศวกรผู้ออกแบบ ต้องพิจารณาออกแบบส่วนโครงสร้างนั้นๆให้สอดคล้องไปตามเกณฑ์มาตรฐานหรือข้อบัญญัติที่กำหนดไว้ มาตรฐานสำหรับการออกแบบโครงสร้างเหล็ก ได้แก่ AISC (American Institute of Steel Construction) สำหรับการคำนวณและออกแบบโครงสร้างเหล็กที่เป็นส่วนของโครงอาคารมาตรฐาน AASHTO (American Association of state Highway and Transportation Officials) และมาตรฐาน AREA (American Railway Engineering Association) ส่วนมาตรฐานหรือข้อกำหนดของประเทศไทยคือ มาตรฐาน ว.ส.ท. (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์)ซึ่งข้อกำหนดส่วนใหญ่คล้ายกับ มาตรฐาน AISC

มาตรฐาน AISC

สถาบันก่อสร้างอาคารด้วยเหล็กโครงสร้าง (AISC) ได้กำหนดวิธีออกแบบโครงสร้างเหล็กไว้ 2 วิธีคือ วิธีหน่วยแรงที่ยอมให้ (Allowable Stress Design : ASD) เมื่อพิจารณาว่าส่วนโครงสร้างที่รับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน (Working Load) ซึ่งค่าของแรงหรือโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อส่วนโครงสร้างนั้นได้มาจากการวิเคราะห์โดยวิธีอิลาสติก และ วิธีคูณความต้านทานและน้ำหนักบรรทุก (Load Resistance Factor Design : LRFD) จะพิจารณาที่สภาวะจำกัดทั้งด้านกำลังเมื่อส่วนโครงสร้างจะวิบัติ และด้านการใช้งาน

2.4.1.1 การออกแบบโดยวิธี ASD (Allowable Stress Design)

หลักเกณฑ์การออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งานที่ยอมให้ คือ หน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนรูปตัดขของส่วนโครงสร้างที่พิจารณาเลือกใช้เมื่อรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน ต้องมีค่าไม่เกินค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ $f \leq F$

น้ำหนักบรรทุกใช้งานคือน้ำหนักหรือแรงกระทำต่างๆที่คาดว่าส่วนโครงสร้างนั้นจะต้องรับหรือต้านทาน ซึ่งได้แก่น้ำหนักบรรทุกคงที่ (dead load :DL) น้ำหนักบรรทุกจร (live load : LL) แรงลม (wind load : W) ในการออกแบบต้องพิจารณาจัดรวมน้ำหนักหรือแรงกระทำต่างๆ เพื่อให้ได้น้ำหนักบรรทุกใช้งานสูงสุดที่กระทำต่อส่วนสำคัญของโครงสร้าง เช่น

น้ำหนักบรรทุกใช้งาน = DL

หรือ = DL+LL

หรือ = 0.75 (DL + LL+ W)

2.4.1.2 การออกแบบโดยวิธี LRFD (Load Resistance Factor Design)

หลักเกณฑ์ของการออกแบบโดยวิธีคูณความต้านทานและน้ำหนักบรรทุก คือ ในสภาวะจำกัดหนึ่ง กำลังที่ต้องการ(required strength : R_u หรือรียกอีกอย่างหนึ่งว่าน้ำหนักประลัยต้องมีค่าไม่เกินกว่ากำลังที่ใช้ออกแบบของส่วนโครงสร้างนั้นซึ่งได้จากการคูณกำลังต้านทานที่ระบุ (nominal strength : R_n) ของส่วนโครงสร้างนั้นด้วยตัวคูณกำลัง (resistance Factor : $\emptyset$)

$$R_u = \sum \gamma_i Q_i \leq \emptyset R_n$$

น้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มค่าแล้วหรือเรียกในที่นี้ว่าน้ำหนักประลัย ได้จากการคูณน้ำหนักหรือแรงกระทำใช้ในงานต่างๆ ด้วยตัวคูณเพิ่มน้ำหนัก ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทน้ำหนักบรรทุก

น้ำหนักประลัย = 1.4DL

หรือ = 1.2DL + 1.6LL

หรือ = 1.2DL + 0.5LL

หรือ = 1.2DL ± 1.3W + 0.5LL

หรือ $= 0.9DL \pm 1.3W$

กำลังที่ใช้ออกแบบหรือที่เรียกว่ากำลังรับแรงประลัย ของส่วนโครงสร้างที่จะได้จากการคูณกำลังต้านทานระบุที่คำนวณได้ตามทฤษฎีด้วยตัวคูณลดกำลัง ซึ่งมีค่าต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทโครงสร้าง

น้ำหนักที่บรรทุกใช้งานในโครงอาคาร

น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) เป็นน้ำหนักของส่วนโครงสร้างเองที่ประกอบรวมเป็นโครงสร้างอาคารได้แก่ น้ำหนักของโครงสร้างเองที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น น้ำหนักคาน พื้น เสา กำแพง เพดาน เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่

ชนิดของวัสดุ	น้ำหนักบรรทุก	หน่วย
คอนกรีตเสริมเหล็ก	2,400	กก./ลบ.ม.
เหล็ก	7,850	กก./ลบ.ม.
ไม้	500	กก./ลบ.ม.
อิฐ	1,900	กก./ลบ.ม.
โครงหลังคา	30	กก./ตร.ม.
กระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนคู่	14	กก./ตร.ม.
กระเบื้องคอนกรีต	50	กก./ตร.ม.
เหล็กรีดลอน	14	กก./ตร.ม.
สังกะสี	5	กก./ตร.ม.
ฝ้าเพดาน	14	กก./ตร.ม.
กำแพงอิฐมอญ ½ แผ่น	180	กก./ตร.ม.
กำแพงอิฐบล็อก	100	กก./ตร.ม.

น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุกที่กระทำในแนวดิ่ง และน้ำหนักบรรทุกที่กระทำด้านข้างของอาคารได้แก่ น้ำหนักที่เคลื่อนย้ายไปมาได้ เช่น คน สัตว์ สิ่งของ เครื่องใช้ แรงลม เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 น้ำหนักบรรทุกจร

ประเภทและส่วนต่างๆของอาคาร	หน่วยน้ำหนักบรรทุก กก./ตร.ม.
1. หลังคา	30
2. กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100
3. ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150
4. ห้องแถว ตึกแถวที่ใช้พักอาศัย อาคารชุด หอพัก โรงแรม และห้องคนไข้พิเศษของโรงพยาบาล	200
5. สำนักงาน ธนาคาร	250
6. (ก) อาคารพาณิชย์ ส่วนของห้องแถว ตึกแถวที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน และโรงพยาบาล	300
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม สำนักงาน และธนาคาร	300
7. (ก) ตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องประชุม ห้องอ่านหนังสือในห้องสมุดหรือหอสมุด ที่จอดหรือเก็บรถยนต์นั่งหรือรถจักรยานยนต์	400
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย และโรงเรียน	400
8. (ก) คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงพิมพ์ ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องสมุด และหอสมุด	500
9. ห้องเก็บหนังสือของห้องสมุดหรือหอสมุด	600
10. ที่จอดหรือเก็บรถบรรทุกเปล่า	800

2.4.2 การออกแบบแผ่นพื้นแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

พื้นเสริมเหล็กทางเดียว (One Way Slab)

ลักษณะของพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียว ด้านสั้นต่อด้านยาวน้อยกว่า 0.5 ดังนั้นแผ่นจึงมีลักษณะคล้ายกับคานบางๆ ซึ่งมีที่รองรับได้แก่ คานหรือกำแพง ซึ่งรองรับทั้งสองด้านยาวของแผ่นพื้น โดยทั้งสองด้านจะรับน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรที่ถ่ายจากแผ่นพื้น

ข้อแนะนำในการออกแบบพื้นเสริมเหล็กทางเดียว

(1) ความหนาพื้นไม่น้อยกว่า 7 ซม. และกำหนดโดยประมาณ ดังนี้

(ก) พื้นช่วงเดียวความหนา(t) = L/20

(ข) พื้นต่อเนื่องด้านเดียว ความหนา(t) = L/24

(ค) พื้นต่อเนื่องสองด้าน ความหนา(t) = L/28

(ง) พื้นยื่น ความหนา(t) = L/10

(2) เหล็กเสริมหลัก (Main bar) ขนาดไม่เล็กกว่า ∅ 9 mm. ระยะห่างไม่เกิน 25 cm.

เหล็กเสริมกันแตกร้าว (Temperature bar) ขนาดไม่เล็กกว่า ∅ 6 mm.

(ก) ระยะห่างไม่เกิน 3 เท่าของความหนา

(ข) ระยะห่างไม่เกิน 30 cm.

(ค) ประมาณ 0.25% ของคอนกรีต

(3) คอนกรีตหุ้มเหล็ก ไม่น้อยกว่า 1 cm.

2.4.3 การออกแบบพื้นสองทาง (Two Way Slab)

พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทางคือแผ่นพื้นซึ่งมีอัตราส่วน ด้านสั้นต่อด้านยาวมากกว่า 0.5 อาจเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าก็ได้

ข้อแนะนำการใช้

ความหนาของพื้นทำได้โดยประมาณ

$$t = \frac{\text{ระยะรอบ}}{180}$$

อัตราส่วนช่วงสั้นต่อช่วงยาว

$$m = \frac{\text{ช่วงสั้น}}{\text{ช่วงยาว}}; = \frac{S}{L} \qquad (0.5 < m < 2)$$

- เหล็กแกนใช้ขนาดไม่เล็กกว่า ∅ 9 mm. ระยะห่างไม่เกิน 25 cm.

- เหล็กเสริมกันแตกมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 mm. ระยะห่างไม่เกิน 3 เท่าของความหนา ไม่เกิน 30 cm และปริมาณไม่น้อยกว่า 0.25% ของคอนกรีต

- โมเมนต์ใน Two Way Slab ได้จากค่าสัมประสิทธิ์ c ในตารางที่ 2.3 คำนวณได้จากสูตร

$$M = CWS'^2$$

เมื่อ C = สัมประสิทธิ์ของโมเมนต์

W = น้ำหนักบรรทุกของพื้นในหนึ่งตารางเมตร

S = ช่วงกว้างสุทธิทางด้านสั้น

คานที่รองรับน้ำหนักซึ่งถ่ายจาก Two Way Slab จะมีลักษณะเป็นน้ำหนักแผ่ไม่เท่ากัน (Non – Uniform load) การคิดโมเมนต์และแรงเฉือนในคานจะเกิดความยุ่งยาก จึงต้องดัดแปลงน้ำหนักให้มีสภาพเป็นน้ำหนักแผ่เท่ากัน (Uniform load) เพื่อการคิดโมเมนต์และแรงเฉือนง่ายขึ้น การแบ่งเขตรับน้ำหนักพื้นลงคาน กำหนดให้ทำมุม 45° จากมุมพื้น ที่ตรงกลางแบ่งครึ่งอยู่ในแนวขนาน คานช่วงสั้นจะรับน้ำหนักแผ่กระจายเป็นรูปสามเหลี่ยม ส่วนคานช่วงยาวรับน้ำหนักเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู

น้ำหนักถ่ายลงคานช่วงสั้น $W_s = \frac{W \times S}{3}$

น้ำหนักถ่ายลงคานช่วงยาว $W_L = \frac{W \times S}{3} \times \left[\frac{3 - (s/l)^2}{2} \right]$

ตารางที่ 2.3 สัมประสิทธิ์ของโมเมนต์

โมเมนต์	ช่วงสั้น						ช่วงยาว
	ค่าต่างๆของ m						สำหรับ m
	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5 และต่ำกว่า	ทุกค่า
กรณีที่ 1ช่วงพื้นภายใน							
โมเมนต์ลบ- ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	0.033	0.040	0.048	0.055	0.063	0.083	0.033
-ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	-	-	-	-	-	-	-
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.025	0.030	0.036	0.041	0.047	0.062	0.025
กรณีที่ 2 ไม่ต่อเนื่องกันด้านเดียว							
โมเมนต์ลบ- ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	0.041	0.048	0.055	0.062	0.069	0.085	0.041
-ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	0.021	0.024	0.027	0.031	0.035	0.042	0.021
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.031	0.036	0.041	0.047	0.052	0.064	0.031
กรณีที่ 3 ไม่ต่อเนื่องกันด้านเดียว							
โมเมนต์ลบ- ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	0.049	0.057	0.064	0.071	0.078	0.090	0.049
-ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	0.025	0.028	0.032	0.036	0.039	0.045	0.025
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.037	0.043	0.054	0.054	0.059	0.068	0.037
กรณีที่ 4 ไม่ต่อเนื่องกันด้านเดียว							
โมเมนต์ลบ- ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	0.058	0.066	0.074	0.082	0.090	0.098	0.058
-ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	0.029	0.033	0.033	0.041	0.045	0.049	0.029
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.044	0.050	0.050	0.062	0.068	0.074	0.044
กรณีที่ 5 ไม่ต่อเนื่องกันด้านเดียว							
โมเมนต์ลบ - ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	-	-	-	-	-	-	-
- ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	0.033	0.038	0.043	0.047	0.053	0.055	0.033
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.050	0.057	0.064	0.072	0.080	0.083	0.050

2.4.4 การออกแบบบันได

โดยทั่วไปอาคารตั้งแต่สองชั้นมักต้องใช้บันไดในการเป็นทางขึ้นจากชั้นล่างสู่ชั้นต่อไปของอาคาร บันไดสำหรับอาคารพักอาศัยใช้ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 3.00 เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร ลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร ส่วนบันไดที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์ ใช้ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 4.00 เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน 19 เซนติเมตร ลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า 24 เซนติเมตร ข้อกำหนดเป็นไปตามข้อบัญญัติ เรื่องการควบคุมการก่อสร้าง

ในการเลือกใช้บันไดแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความต้องการของรูปแบบทางสถาปัตยกรรม หรือความเหมาะสมด้านการใช้งาน ตลอดกระทั่งความสวยงามและเหมาะกับตัวอาคารเอง ส่วนการออกแบบบันไดคล้ายกับการออกแบบพื้น

ชนิดของบันได

(ก) บันไดท้องเรียบ

(ข) บันไดพับผ้า

(ค) บันไดท้องเรียบหรือบันไดพับผ้า มีคานแม่บันไดรองรับสองด้าน

(ง) บันไดยื่นชนิดท้องเรียบ

(จ) บันไดชานพักลอย

(ฉ) บันไดวนหรือบันไดเวียน

2.4.5 การออกแบบคาน

คานทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกที่ ถ่ายมาจากผนัง น้ำหนักจากพื้นอาคาร โดยเมื่อคานรับน้ำหนักดังกล่าวแล้ว ทำให้เกิดการดัดและการเฉือนในตัวคานเอง หรืออาจเกิดการบิดขึ้นหาก น้ำหนักที่กระทำบนคานไม่สมดุลกับแนวตั้งฉากกับแนวแกนของคาน ซึ่งแต่ละชนิดต้องวิเคราะห์และออกแบบด้วยวิธีที่แตกต่างกันโยเฉพาะการจัดเหล็กเสริม คานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไปมี 3 ประเภทคือ คานช่วงเดียว คานยื่น และคานต่อเนื่อง

ขนาดความลึกของคานตามมาตรฐาน ว.ส.ท. หรือ ACI (American Concrete Institute)

(ก) คานช่วงเดียว = L/20

(ข) คานสองช่วง = L/23

(ค) คานต่อเนื่องสองช่วงขึ้นไป = L/25

(จ) คานยื่น = L/10

2.4.6 การออกแบบเสา

เสาทำหน้าที่รับน้ำหนักจากคานและถ่ายลงสู่ฐานราก เสามีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับการใช้งานหรืองานด้านสถาปัตยกรรม เสาของอาคารที่พบมากคือ เสารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งง่ายต่อการออกแบบก่อสร้าง ส่วนมาตรฐานในการออกแบบเสาคือมาตรฐาน ว.ส.ท.(วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์)

2.4.7 การออกแบบฐานราก

ฐานรากเป็นส่วนของโครงสร้างที่รับน้ำหนักทั้งหมดจากอาคาร ตั้งแต่หลังคา พื้น คานและเสา ฐานรากมีหลายชนิด การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับงาน หรือขึ้นอยู่กับข้อมูลของดินในบริเวณที่จะทำการก่อสร้าง

ชนิดของฐานราก

(ก) ฐานรากแผ่ เป็นฐานรากที่ไม่มีเสาเข็มรองรับ ซึ่งใช้กับพื้นดินที่แข็ง

(ข) ฐานรากเสาเข็ม เป็นฐานรากที่มีเสาเข็มรองรับ ซึ่งใช้กับดินอ่อน

2.5 ทฤษฎีการประมาณราคา

การประมาณราคาเป็นวิธีการกำหนดราคาค่างานก่อสร้าง ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ที่จะนำไปใช้งาน เช่น เจ้าของโครงการมีวัตถุประสงค์ต้องการทราบราคาก่อสร้างเพื่อนำไปกำหนดงบประมาณ การประมาณราคาเป็นเพียงการอ้างอิงราคาของโครงการที่มีลักษณะเหมือนกันและได้เคยก่อสร้างมาในอดีต เป็นการประมาณแบบคร่าวๆ ไม่จำเป็นต้องละเอียดมาก สำหรับผู้ออกแบบซึ่งต้องการทราบราคาโครงการก่อสร้างเพื่อกำหนดค่าออกแบบหรือเปรียบเทียบราคาเพื่อเลือกลักษณะของโครงสร้างในการออกแบบ การประมาณราคาเป็นเพียงการกำหนดพื้นที่ของงานและราคาต่อหน่วยพื้นที่ เป็นการประมาณราคาอย่างคร่าวๆ ส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างเป็นผู้มีความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการประมาณราคา ดังนั้นการประมาณราคาต้องมีความละเอียดรอบคอบ

การประมาณราคาสามารถจัดทำได้ดังนี้

2.5.1 วิธีอ้างอิงราคาที่ตั้งไว้เป็นกฎ เป็นวิธีที่ใช้การประมาณราคาอย่างคร่าวๆ โดยการอ้างอิงราคาก่อสร้างของโครงการที่ก่อสร้างในอดีตที่มีรูปแบบเหมือนกัน ใช้ราคานั้นตั้งเป็นกฎบรรทัดฐานในการกำหนดราคาก่อสร้าง เช่น โครงการสร้างโรงเรียนประถมศึกษา การประมาณราคาวิธีนี้ไม่เสียเวลามากเพียงแต่ติดตามหาข้อมูลจากสถิติการประมูลงานในอดีต ภาครัฐบาลนิยมใช้ในการตั้งงบประมาณ

2.5.2 วิธีคิดต่อหน่วย เป็นวิธีใช้ประมาณราคาโดยคำนึงถึงงานที่เคยทำในอดีตที่มีลักษณะคล้ายกัน การประมาณราคาโดยวิธีนี้ไม่สามารถปรับราคาได้ถูกต้อง เนื่องจากขาดข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ เครื่องจักร ตลอดจนแรงงานที่ใช้

2.5.3 วิธีเปรียบเทียบเป็นวิธีการประมาณราคาโดยอาศัยการเปรียบเทียบกับราคาค่าก่อสร้างของงานที่มีลักษณะคล้ายกัน แต่ปรับปรุงราคาใหม่ให้เหมาะสมกับสภาวะเศรษฐกิจ สภาพท้องถิ่น ตลอดจนนโยบายของผู้ประกอบการ ประเทศไทยโดยกระทรวงพาณิชย์ได้ประกาศดัชนีวัสดุก่อสร้าง และดัชนีผู้บริโภค ซึ่งเป็นตัวเลขที่ใช้ในการปรับปรุงราคาค่าก่อสร้างได้

2.5.4 วิธีถอดแบบ เป็นวิธีการประมาณราคาอย่างละเอียด โดยการคำนวณหาปริมาณวัสดุทุกประเภทที่ใช้ในการก่อสร้างอย่างละเอียด เช่น ปริมาณคอนกรีต ปริมาณเหล็กเส้น เป็นต้น เมื่อได้ปริมาณที่แน่ชัดแล้วก็ใช้ราคาวัสดุที่ขายในปัจจุบันคูณกับปริมาณวัสดุที่คำนวณได้ จะได้ราคาวัสดุก่อสร้าง ส่วนแรงงานสามารถคำนวณโดยการประมาณจำนวนคนงานแต่ละประเภทที่ต้องการว่าจ้างในการทำงานตลอดโครงการ ซึ่งได้แก่ช่างไม้ ช่างปูน ช่างเหล็ก ใช้อัตราค่าแรงงานแต่ละประเภทคูณกับจำนวนคนงานก็จะได้ค่าแรงงานก่อสร้าง สำหรับค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์สามารถกำหนดราคาโดยการประมาณจำนวนชั่วโมงเช่าเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้าง ใช้อัตราค่าเช่าในปัจจุบันคูณกับจำนวนชั่วโมงก็จะได้ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์

ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นค่างานในส่วนที่เรียกว่าค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Cost) ผู้รับเหมาก่อสร้างยังคงเสียค่าใช้จ่ายในส่วนที่เป็นค่าดำเนินการ อันได้แก่ ค่าสำนักงาน ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าโทรศัพท์ ค่าประกันต่างๆ ซึ่งในส่วนนี้เรียกค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect Cost) ค่าใช้จ่ายทางอ้อมสามารถประมาณการโดยคิดเป็นอัตราร้อยละของค่าใช้จ่ายทางตรง ซึ่งอาจจะคิดในอัตราร้อยละ สิบถึงสิบห้า เมื่อรวมค่าใช้จ่ายทั้งสองส่วนนี้เข้าด้วยกันแล้ว และคิดภาษีตลอดจนกำไรที่ต้องการ ก็จะได้ราคาก่อสร้างที่สามารถเสนอในการประมูลงาน

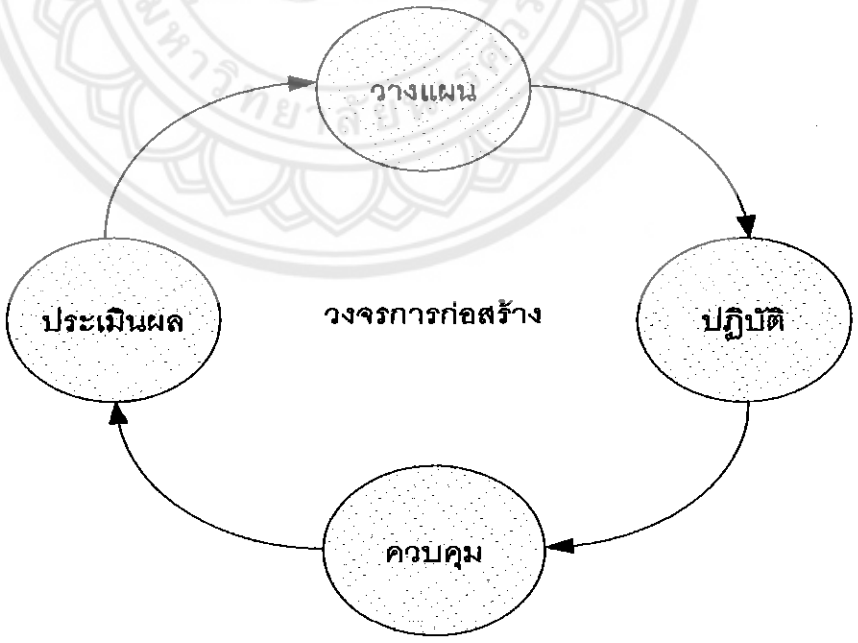
2.6 ทฤษฎีการบริหารจัดการ

การบริหารการก่อสร้างคือการใช้หลักการบริหารเพื่อจัดการทำให้งานก่อสร้างสำเร็จตามเป้าหมายเป้าหมายในงานก่อสร้างคือการทำงานให้เสร็จตามกำหนดเวลาแห่งสัญญาและได้สิ่งก่อสร้างที่มีคุณภาพดีตามแบบและรายการประกอบแบบ

สิ่งที่ต้องการจัดการคือทรัพยากรต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้าง ได้แก่ วัสดุ แรงงาน เครื่องจักร และเงิน ทรัพยากรดังกล่าวเป็น Input เมื่อผ่านขบวนการทำงานจนได้สิ่งก่อสร้างอันเป็น Output

ภาพที่ 2.4 แสดง Input และ Output

การบริหารการก่อสร้างใช้วงจรการจัดการซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติ การควบคุม การประเมินผล



ภาพที่ 2.5 แสดงวงจรการก่อสร้าง

2.6.1 การวางแผน เป็นก้าวแรกของการบริหารซึ่งเป็นความพยายามของผู้บริหารที่จะสร้างวิธีการนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการในอนาคต เช่นการวางแผนหางานเพื่อสร้างรายได้ วางแผนงานเพื่อสร้างแนวทางการปฏิบัติงาน วางแผนวัสดุเพื่อสร้างกำหนดการสั่งวัสดุ วางแผนบุคลากรเพื่อสร้างกำหนดการว่าจ้างคนงาน วางแผนการเงินเพื่อสร้างความสมดุลของรายรับและรายจ่าย การวางแผนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ผู้บริหารรู้แนวทางการปฏิบัติงานก่อนก่อนที่จะปฏิบัติงานจริง ดังนั้นแผนต่างๆควรจะถูกจัดทำขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือแผนนั้นต้องได้ผ่านการคิดอย่างรอบคอบว่าจะไม่เกิดปัญหาในทางปฏิบัติ

2.6.2 การปฏิบัติ เป็นการนำแผนที่จัดทำขึ้นไปใช้โดยวิธีการจัดองค์การ การรวบรวมทีมงาน การสั่งการ

2.6.3 การควบคุม เป็นขบวนการที่ทำให้เกิดความมั่นใจว่าการปฏิบัติงานเป็นไปตามแผนที่กำหนด สิ่งที่ควบคุมคือการเงิน วิธีการปฏิบัติงาน คุณภาพของวัสดุที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง การก่อสร้างจะต้องมีการควบคุมทุกขั้นตอนเพื่อให้งานเสร็จตามแผน ผู้บริหารงานก่อสร้างต้องควบคุมการใช้วัสดุและการใช้เครื่องจักรให้ถูกหลักวิชาการ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าสิ่งก่อสร้างที่ได้จะมีคุณภาพดี เพราะใช้วัสดุดีและทำการก่อสร้างอย่างถูกหลักการตามที่ระบุไว้ในแบบรายการประกอบแบบ

2.6.4 การประเมินผล เป็นวิธีที่ทำขึ้นเพื่อให้ทราบสถานการณ์ของการปฏิบัติงานในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งมีประโยชน์ในการแก้ไขและปรับปรุงสถานการณ์ให้ดีขึ้นและทันกับความต้องการ งานใดที่ไม่มีการประเมินผลผู้ปฏิบัติงานก็ไม่ทราบว่างานนั้นมีความล่าช้าเพียงใด เมื่อใกล้ถึงกำหนดเวลาส่งงานก็ไม่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องและเร่งทำงานให้ทันกำหนด การประเมินผลเป็นการเปรียบเทียบงานจริงที่ทำกับแผนงานที่กำหนด จะได้หาสาเหตุที่ทำให้ล่าช้าและแก้ไขความล่าช้านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การประเมินผลยังมุ่งเน้นในเรื่องคุณภาพของงานที่ทำ ถ้างานที่ทำไม่ได้คุณภาพเนื่องจากวัสดุที่ใช้ไม่ดี หรือคนงานไร้ฝีมือ ผู้จัดการโครงการจะได้สั่งแก้ไขมิใช่ปล่อยให้ผลงานออกมาไม่ดี ทำให้เสียชื่อเสียง เสียเวลา และเสียเงินในการแก้ไขงานที่ทำเสร็จแล้ว

เมื่อทำการก่อสร้างไปได้สักระยะหนึ่ง ผู้จัดการโครงการควรนำผลที่ประเมินได้นำกลับไปแก้ไขแผนงานเพื่อทำให้แผนงานมีความเป็นจริงมากขึ้น การนำผลประเมินไปใช้เป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆในการปฏิบัติงานจนความบกพร่องดีขึ้น เพื่อนำไปสู่วิธีการปรับปรุงการทำงานให้รัดกุม

ขึ้น และทำให้ผู้บริหารมีความเข้าใจสภาพที่แท้จริงของการปฏิบัติงานทั้งในด้านการเงินและการคาดการณ์ ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมีประโยชน์ในด้านการประมาณราคาค่าก่อสร้างของโครงการอื่นๆในอนาคต

กระบวนการทำงานตามลำดับจะสำเร็จได้ด้วยการบริหารทรัพยากรในงานก่อสร้าง ซึ่งหมายถึง วัสดุ แรงงาน เครื่องจักร และเงิน ทรัพยากรเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องมีการบริหารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดผลประโยชน์แก่งานก่อสร้างมากที่สุด ผลประโยชน์อันได้แก่การลดต้นทุนในการก่อสร้าง การลดความเสียหานที่เกิดขึ้นในระหว่างก่อสร้าง และการเพิ่มผลกำไร เมื่อกล่าวถึงทรัพยากร ในบางครั้งอาจเรียกว่า 4M เพื่อให้จดจำได้ง่าย ซึ่งมาจากคำว่า Material, Man, Machine และ Money

2.6.4.1 Material คือ วัสดุในงานก่อสร้างหมายถึงวัตถุดิบที่ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น อิฐ หิน ปูนซีเมนต์ ทราย ไม้ ประตู หน้าต่าง พรม ฯลฯ วัสดุเหล่านั้นอาจจะเป็นวัสดุที่ทำสำเร็จแล้ว เช่น ประตู หน้าต่าง พรมหรืออาจจะเป็นวัสดุที่ต้องนำมาผสมกัน เช่น ปูนซีเมนต์ หิน ทราย น้ำ

ในงานก่อสร้างมักจะเกิดปัญหาวัสดุขาดแคลนหรือวัสดุส่งเข้าหน่วยงานไม่ทัน ทำให้ต้องรอวัสดุ คนงานไม่มีวัสดุทำงาน เสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย การบริหารวัสดุจึงมีความจำเป็นเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าวัสดุในหน่วยงานจะเพียงที่จะใช้งาน และมีวัสดุทันกับเวลาที่จะใช้งาน บางคนอาจมองในแง่มุมหนึ่งว่าทำไมไม่สั่งวัสดุในปริมาณมากๆ หรือสั่งวัสดุในปริมาณเท่าที่ได้ถอดแบบออกมาตามแบบรายการประมาณราคา การทำธุรกิจก่อสร้างซึ่งมีมูลค่ามากนั้นส่วนใหญ่จะใช้ไปกับค่าวัสดุ 60 เปอร์เซ็นต์ ถ้าสั่งวัสดุเข้ามาในหน่วยงานมากๆจะก่อให้เกิดปัญหาเงินลงทุนที่ต้องใช้เป็นค่าวัสดุ ในขณะเดียวกันวัสดุหากถูกแดดถูกฝนมากๆจะทำให้เกิดความเสียหาย ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการสั่งวัสดุมากๆเข้าในหน่วยงานจะก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายและความเสียหายมากกว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับ การบริหารวัสดุประกอบด้วย

(ก) จัดทำแผนการใช้วัสดุ ผู้จัดการโครงการหรือวิศวกรโครงการควรจะได้ศึกษาแผนการก่อสร้างและรายการวัสดุที่จะใช้ในการก่อสร้าง แล้วจัดทำแผนการใช้วัสดุให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยรายการวัสดุและปริมาณที่จะใช้ในแต่ละเดือน

(ข) จัดทำแผนการสั่งซื้อวัสดุ การก่อสร้างสามารถดำเนินไปตามแผนงานก่อสร้างได้ถ้ามีวัสดุเข้ามาในหน่วยงานตามแผนวัสดุ ผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดหาวัสดุควรจะทำการสั่งซื้อก่อนที่จะใช้งานและให้เวลาเพียงพอกับผู้ขายวัสดุในอันที่จะจัดส่งวัสดุเข้าหน่วยงาน วัสดุแต่ละประเภท

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
I 5070375

ต้องการเวลานับจากการสั่งซื้อจนกระทั่งเข้ามาในหน่วยงานแตกต่างกัน วัสดุบางประเภทใช้เวลาน้อยในการสั่งซื้อและจัดส่ง

มธ.
ว574ค
2552
c.2

(ค) จัดซื้อวัสดุให้ถูกต้อง กำหนดให้วิศวกรสนามเป็นผู้เขียนใบสั่งเพื่อจะได้วัสดุถูกต้องตามรายการประกอบแบบ โดยมีวิศวกรโครงการเป็นผู้อนุมัติเพื่อเป็นการตรวจสอบมิให้เกิดการสั่งซื้อที่ผิดพลาด

(ง) จัดซื้อวัสดุในปริมาณที่จะต้องใช้ ปริมาณวัสดุที่ได้จากการประมาณราคาเป็นวัสดุที่อาจจะไม่ถูกต้อง วิศวกรสนามและวิศวกรโครงการควรจะร่วมกันคำนวณหาปริมาณที่จะใช้จริงในแต่ละช่วงของงาน ในขณะเดียวกันนั้นก็ควรจะตรวจสอบปริมาณวัสดุที่คงเหลืออยู่ในโรงเก็บวัสดุเพื่อจะได้ปริมาณในการสั่งซื้อครั้งต่อไป

(จ) จัดซื้อวัสดุด้วยราคาที่ยุติธรรม ราคายุติธรรมมิได้หมายความว่าราคาต่ำ ราคายุติธรรมหมายถึงราคาที่ดีที่สุดของวัสดุนั้นๆ การจะได้ราคาวัสดุที่ยุติธรรมนั้นผู้จัดซื้อจะต้องทราบแหล่งผลิตวัสดุ ทำการติดต่อโดยตรงไม่ผ่านพ่อค้าคนกลาง และจะต้องติดต่อหลายๆแหล่งเพื่อเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพและราคา

2.6.4.2 Man คือ คนซึ่งเป็นทรัพยากรที่จัดการได้ยากสุด เนื่องจากคนมีชีวิตจิตใจมีความคิด ที่ไม่อาจจะหยั่งรู้ได้ การจัดการโดยใช้คำสั่งและมีระเบียบบังคับนั้น มิใช่วิธีการที่จะทำให้คนทำงานอย่างประสิทธิภาพได้ จะเห็นบ่อยครั้งที่ผู้จัดการออกคำสั่งให้ลูกน้องทำงาน ลูกน้องก็ทำตามด้วยความไม่พอใจให้เวลาหมดไปวันๆเท่านั้นเองไม่สนใจว่าผลงานที่ได้จะดีหรือไม่ ถ้าผู้จัดการไม่พอใจ ก็ทำใหม่ได้จะช้าหรือเร็วก็ได้เงินเดือนเท่าเดิม ความคิดเช่นนี้ก่อให้เกิดความเสียหายในการดำเนินกิจการ การจัดการในเรื่องคน ผู้บริหารต้องเข้าใจว่ามีความต้องการอยู่ 5 ประการ

(ก) ต้องการปัจจัยสี่ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ความต้องการด้านที่อยู่อาศัย อาหาร เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค

(ข) ต้องการความปลอดภัย ได้แก่การมีอาชีพที่มั่นคง เช่นมีงานทำประจำ มีสวัสดิการ

(ค) ต้องการความรัก ได้แก่การมีความสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น มีเพื่อน มีคู่รัก

(ง) ต้องการชื่อเสียง ได้แก่การเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น

(จ) ต้องการเป็นตนเอง ได้แก่ความอยากที่จะทำอะไรเป็นของตนเอง เช่น อยากคิดค้นประดิษฐ์ อยากสิ่งต่างๆ ซึ่งความอย่างเหล่านี้ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์ มีผลงานเกิดขึ้นมากมายจากความอยาก

การที่จะทำให้คนรู้สึกที่ดีทีจะทำงานนั้นต้องอาศัยการกระตุ้นให้คนทำงานเพื่อจะได้มาซึ่งเป้าหมายแห่งความต้องการดังกล่าว เช่น คนงานก่อสร้างมีความต้องการขั้นพื้นฐาน ผู้บริหารจะต้องมีการจ่ายค่าแรงงาน จัดให้มีที่อยู่อาศัย มีอาหาร และยารักษาโรค ไม่ต้องให้เขาเป็นกังวลในเรื่องนั้น สำหรับพนักงานต้องการความปลอดภัย ผู้บริหารจะต้องให้เขามีงานทำตลอด ให้เขารู้สึกว่าไม่ตกงาน และจัดสวัสดิการให้ตามสมควร เช่นค่ารักษาพยาบาล การลาบวช การลาคลอด ในด้านความรักจัดให้เขาทำงานกับเพื่อนร่วมงานที่มีความเข้าใจสามารถพึ่งพาอาศัยกัน ในด้านชื่อเสียงให้โอกาสกับพนักงานที่มีความสามารถไต่เต้าขึ้นสู่ตำแหน่งหัวหน้ามีโอกาสเพิ่มพูนความรู้ และได้รับเงินพิเศษในบางกรณี สำหรับพนักงานที่มีความสามารถพิเศษและต้องการเป็นตัวของตนเองนั้นให้โอกาสเขาได้คิดทดลองสิ่งใหม่ๆ เช่นมอบหมายงานที่ท้าทายให้เขาทำ ให้เขามีโอกาสเป็นหุ้นส่วนในบริษัท เช่น บริษัทหลายแห่งใช้วิธีให้ใบสำคัญแสดงสิทธิในการซื้อหุ้นของบริษัทโดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องทำงานครบและผลงานดีในเวลาที่กำหนด

2.6.4.3 Machine คือ เครื่องทุ่นแรงใดๆที่สามารถใช้ในการทำงานได้จัดว่าเป็นเครื่องจักร ถ้ามีขนาดเล็กเรียกว่าเครื่องมือ ในปัจจุบันการใช้แรงงานคนมากๆเพื่อทำงานก่อสร้างนั้นไม่ค่อยปรากฏให้เห็นเหมือนสมัยโบราณที่คนเป็นทาส จะเกณฑ์คนจำนวนเท่าไรก็ได้ แต่ปัจจุบันต้องจ้างคนทำงาน ค่าแรงสูง เป็นปัจจัยที่ทำให้เครื่องจักรเข้ามามีบทบาทในการทำงานมากขึ้นเพื่อแทนคน การจัดการทรัพยากรด้านเครื่องจักร ประกอบด้วย

(ก) ศึกษาความสามารถของเครื่องจักร เป็นการศึกษาว่าเครื่องจักรมีความสามารถทำอะไรและงานใดเหมาะสมที่จะใช้เครื่องจักรนั้น เช่น ในงานปรับระดับที่มากๆ รถแทรกเตอร์เหมาะสำหรับการปรับระดับของวัสดุที่นำมาปรับระดับ ในบางกรณีการปรับระดับอาจจะต้องทำเป็นช่วงๆ วิศวกรสามารถตรวจสอบความสามารถของเครื่องจักรจากข้อมูลของบริษัทที่จัดจำหน่ายหรือให้เช่าเครื่องจักร

(ข) จัดทำแผนการใช้เครื่องจักร แผนการใช้เครื่องจักรต้องสอดคล้องกับแผนงานที่จะใช้เครื่องจักรด้วย เพื่อให้มั่นใจว่าในขณะที่ทำงานจะมีเครื่องจักรช่วยในการทำงาน

(ค) จัดหาเครื่องจักร การจัดหาอาจจะเป็นการซื้อหรือเช่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิศวกรวิเคราะห์ว่าวิธีการใดจะเป็นประโยชน์มากที่สุด การซื้อเครื่องจักเป็นการลงทุนที่สูงแต่ถ้ามีงานทำประจำและได้ใช้อยู่ตลอดเวลาก็สมควรที่จะซื้อ

2.6.4.4 Money คือ เงินเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดของการที่จะดำเนินการก่อสร้างต่อไปได้ถ้าไม่มีเงินจ่ายค่าวัสดุ ค่าแรงงานของคน เงินเดือนของพนักงาน ค่าเช่าเครื่องจักร งานก่อสร้างก็

ต้องหยุดไปโดยปริยาย เนื่องจากไม่มีวัสดุเข้ามาในหน่วยงาน ไม่มีคนงานและเครื่องจักรทำงาน ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างทั้งเจ้าของโครงการและผู้รับเหมางานก่อสร้างต้องเข้าใจและยินดีปฏิบัติต่อกันอย่างเป็นธรรมในเรื่องเงิน กล่าวคือเจ้าของโครงการควรจะจ่ายเงินตามสัญญาแห่งงานก่อสร้างตามที่ได้ตกลงกันไว้

การทำธุรกิจก่อสร้างมิใช่ว่ามีเงินทุนหนึ่งล้านบาทจะรับงานหนึ่งล้านบาท เพราะหากทำเช่นนี้ก็จะมิได้อะไรเลยควรจะนำเงินไปฝากเพื่อรับดอกเบี้ยดีกว่า ผู้รับเหมามีเงินทุนหนึ่งล้านบาทสามารถหมุนเงินเวียนเงินเพื่อรับงานสามถึงห้าล้านบาทได้ การหมุนเวียนเงินสดเรียกว่า Cash Flow ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสภาวะเงินเข้าที่ดีรับจากเจ้าของโครงการและเงินออกที่จ่ายเป็นค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าเช่าเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายอื่นๆการบริหารเงินทุนหมุนเวียนสามารถทำได้ดังนี้

(ก) กำหนดงบประมาณค่าใช้จ่ายต่างๆ ค่าใช้จ่ายประกอบด้วยค่าใช้จ่ายทางตรง ซึ่งเกี่ยวข้องกับงาน เช่น ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าเช่าเครื่องจักร ส่วนค่าใช้จ่ายทางอ้อม ซึ่งมีส่วนช่วยให้งานสำเร็จได้แก่ ค่าสำนักงาน ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าโทรศัพท์ ค่าจ้างพนักงานส่วนกลาง

(ข) จัดทำแผนเงินสดหมุนเวียน เงินสดหมุนเวียนเป็นหัวใจหลักในการบริหารเงิน เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้รู้ว่าค่าใช้จ่ายสะสมในแต่ละเดือนเป็นเท่าไร และจะได้เงินสดที่ใดเวลาใดบ้าง เพื่อนำไปชำระหนี้หรือค่าใช้จ่าย แผนเงินสดยังเป็นตัวกระตุ้นให้วิศวกรโครงการรู้รับผิดชอบในแต่ละโครงการได้เร่งดำเนินงานเพื่อจะได้เบิกเงินตามเป้าหมาย

(ค) หาแหล่งเงินกู้ แหล่งเงินกู้เป็นสถาบันการเงินที่ผู้รับเหมาต้องใช้บริการอยู่เสมอ การกู้เงินมาทำธุรกิจมิใช่สิ่งที่เสียหายหรืออับอาย แต่เป็นความสำเร็จที่สามารถทำธุรกิจโดยอาศัยเงินทุนของตนเองเพียงบางส่วนทำให้เกิดผลกำไรหลังหักดอกเบี้ยและภาษีแล้ว ผู้รับเหมาต้องหาแหล่งเงินกู้ในยามจำเป็นเช่นยามที่เจ้าของโครงการไม่จ่ายเงินทำให้เงินเข้าไม่ได้ตามที่กำหนด แต่มีความจำเป็นต้องจ่ายค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าเช่าเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด ในการขอกู้เงินนั้นผู้รับเหมาจะต้องมีหลักทรัพย์ค้ำประกัน เช่น บ้านและที่ดิน มีหนังสือสัญญาก่อสร้างที่ได้ทำไว้กับเจ้าของโครงการและมีแผนเงินสดหมุนเวียนของโครงการนั้นแสดงให้สถาบันการเงินเกิดความมั่นใจว่าผู้รับเหมาจะนำมาใช้หนี้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินโครงการกลุ่มผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารในรูปอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งหมายถึงเว็บไซต์ โดยเข้าไปในเว็บไซต์ www.google.co.th และค้นหาความหมายของคำว่า Turn-Key Project พบว่า Turn-Key Project เป็นโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ โดยมี 2 รูปแบบคือ

รูปแบบที่ 1 เจ้าของโครงการมีแบบและรายการประกอบแบบเรียบร้อยแล้ว โดยผู้รับเหมาแบบ Turnkey ทำการจัดหาทุน และก่อสร้าง

รูปแบบที่ 2 เจ้าของโครงการมอบหมายให้ผู้รับเหมาแบบ Turn Key ทำการออกแบบ จัดหาทุน และก่อสร้าง

ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มผู้ศึกษาได้เลือกดำเนินงานตามรูปแบบที่ 2 คือ เจ้าของโครงการได้มอบหมายให้ทำ การออกแบบ จัดหาทุน และก่อสร้าง

3.2 เตรียมงาน

กลุ่มผู้ศึกษาได้เตรียมโครงงานโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเอกสารในห้องสมุด และเอกสารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบ จัดหาทุน และก่อสร้าง

-การออกแบบ ได้ศึกษาหลักการทางสถาปัตยกรรม ให้เหมาะสมกับภูมิประเทศ และประโยชน์ใช้งาน การออกแบบโครงสร้าง มุ่งเน้นในเรื่องความแข็งแรงและประหยัด

-การจัดหาทุน ศึกษาแนวคิดการทำ Cash Flow

-การก่อสร้าง ศึกษาแนวทางการบริหารก่อสร้าง

จากการศึกษาดังกล่าว นำไปสู่การสร้างโครงการกรณีศึกษา โครงการก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาสวัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง กลุ่มผู้ศึกษาได้ลำดับขั้นตอนในการทำงานให้เสมือนเกิดขึ้นจริง เพื่อจะได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนการทำงาน ปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน จะได้เป็นบทเรียนสำหรับผู้สนใจ

3.3 การออกแบบสถาปัตยกรรม

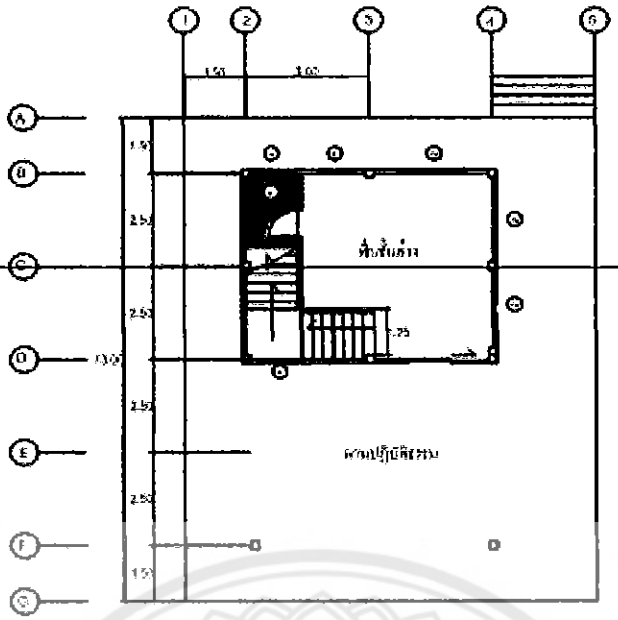
3.3.1 ออกแบบด้านสถาปัตยกรรม

การออกแบบอาคารกุฏิเจ้าอาวาสครั้งนี้ เจ้าของโครงการคือ วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง กำหนดจุดประสงค์คือ สร้างเป็นกุฏิเจ้าอาวาส สร้างในตำแหน่งบนทางลาดของภูเขาซึ่งเป็นลานหิน จากความต้องการนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดขนาดกุฏิ กว้าง 5.00 เมตร ยาว 6.00 เมตร สูง 2 ชั้น แต่ละชั้นสูง 3.00 เมตร หลังคามี 2 ชั้นซ้อนกัน ชั้นล่างกับชั้นบนมีช่องระบายอากาศ เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก รอบนอกของอาคารกุฏิ จัดทำตัวลานรอบอาคารด้านหน้าห่างจากตัวอาคาร 6.50 เมตร ด้านข้างทางขึ้นจากถนน ห่างจากตัวอาคาร 2.50 เมตร ส่วนด้านข้างอีกด้านห่างจากตัวอาคาร 1.50 เมตร และด้านหลังห่างจากตัวอาคาร 1.50 เมตร ลานปฏิบัติธรรมมีระดับต่ำกว่าพื้นในอาคาร 0.10 เมตร พื้นชั้นล่างและลานปฏิบัติธรรมยกสูงจากลานหินเดิมทำให้เกิดโถงโล่งใต้พื้นเป็นการยกพื้นจากลานหินเดิมทั้งอาคาร

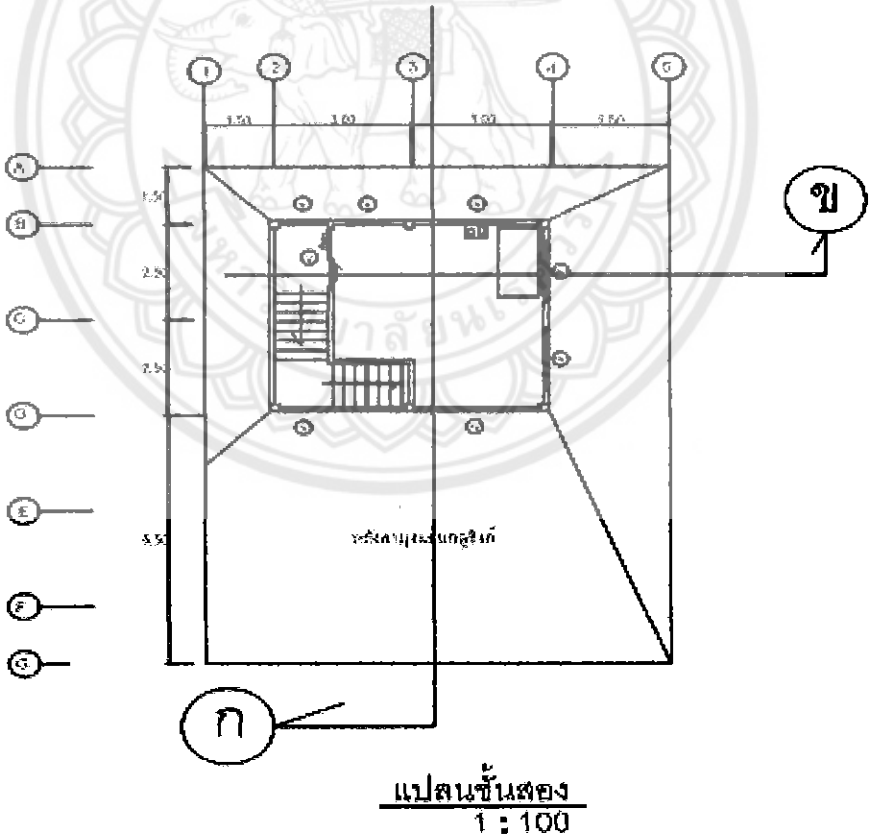
ภายในอาคารกุฏิชั้นล่างจัดเป็นห้องสนทนาธรรม มีห้องน้ำห้องส้วมสะดวกต่อการใช้สอยสำหรับเจ้าอาวาสและผู้มาติดต่อ พื้นชั้นล่างปูด้วยกระเบื้องเซรามิค เพื่อทำให้เกิดความเย็น ผนังโดยรอบเป็นผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบ มีหน้าต่างโดยรอบเพื่อให้ลมมีการถ่ายเทได้สะดวก มีบันไดพาดขึ้นชั้นสองออกแบบเป็นบันไดทำมุมฉากตรงชานพักขึ้นสู่ชั้นสอง ส่วนของชั้นสองจัดเป็นห้องพักของเจ้าอาวาส โดยมีประตูบานเลื่อนกรอบอลูมิเนียม เข้าออกได้สะดวก ห้องนอนปูด้วยกระเบื้องเซรามิคเพื่อให้เกิดความเย็น จะได้ประหยัดพลังงานโดยไม่ต้องติดเครื่องปรับอากาศ แต่อาศัยลมธรรมชาติในการถ่ายเท จึงออกแบบให้มีหน้าต่างรอบห้องนอน ฝ้าในอาคารเป็นยิปซัมบอร์ดชนิดมีฟรอยด์กันความร้อน และเพื่อให้ลมถ่ายเทได้สะดวก จึงออกแบบหลังคาทรงจั่ว 2 ชั้น ชั้นบนยกสูงจากชั้นล่างเพื่อให้มีช่องลม บานเกร็ดสูง 0.40 เมตร

สำหรับลานปฏิบัติธรรม รอบอาคารกุฏิได้ออกแบบ มุงหลังคาด้วยแผ่นอลูซิงค์ ซึ่งมีน้ำหนักเบาเป็นการกันแสงแดดมิให้ตกกระทบลานปฏิบัติธรรมซึ่งปูด้วยกระเบื้องเซรามิค กลุ่มผู้ศึกษาได้คำนึงถึงความร่มเย็นที่จะเกิดขึ้นกับส่วนต่างๆ ภายในอาคารทำให้เจ้าอาวาสและผู้มาติดต่อมีความรู้สึกร่มเย็นและสงบท่ามกลางขุนเขาอันเป็นบรรยากาศในการปฏิบัติธรรม

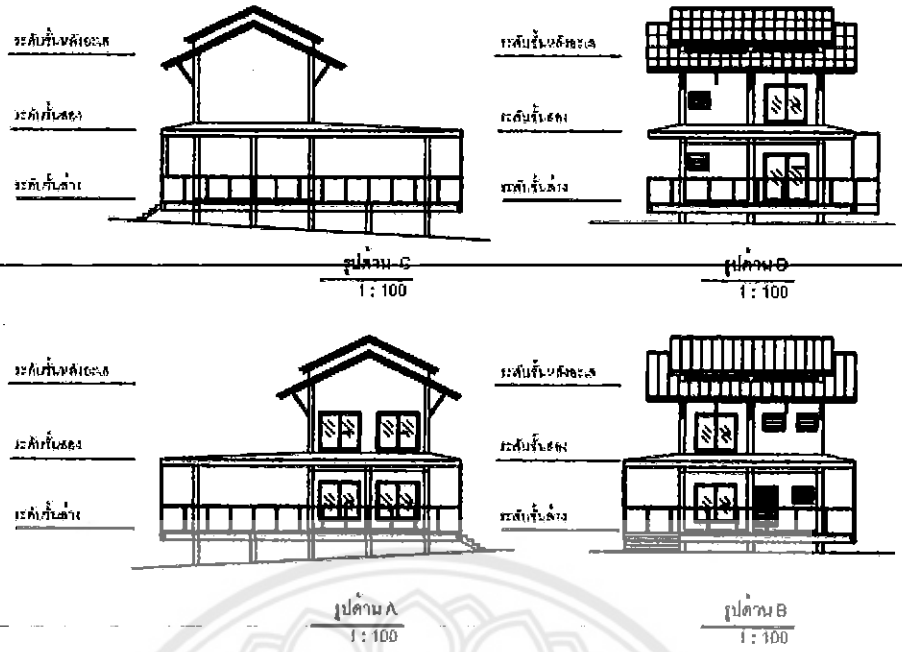
กลุ่มผู้ศึกษาได้ใช้โปรแกรม Auto CAD เขียนแบบตามจินตนาการที่ออกแบบดังกล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นลักษณะของพื้นชั้นล่าง และลานปฏิบัติธรรมดังภาพที่ 3.1และแสดงพื้นชั้น 2 พร้อมด้วยหลังคาปกคลุมลานปฏิบัติธรรม ดังแสดงในภาพที่ 3.2 และแสดงลักษณะของตัวอาคารและส่วนประกอบในแนวตั้งดังภาพ 3.3



ภาพที่ 3.1 แสดงลักษณะของพื้นชั้นล่าง และลานปฏิบัติธรรม



ภาพที่ 3.2 แสดงพื้นชั้น 2 พร้อมด้วยหลังคาปกคลุมลานปฏิบัติธรรม



ภาพที่ 3.3 แสดงลักษณะของตัวอาคาร และส่วนประกอบในแนวตั้ง

3.4 การออกแบบโครงสร้าง

กลุ่มผู้ศึกษาได้นำแบบทางสถาปัตยกรรมมาพิจารณาดำเนินการต่อในขั้นตอนการออกแบบโครงสร้าง โดยเขียนโครงสร้างในแนวราบได้แก่ แปลนฐานราก แปลนคาน แปลนพื้นชั้นล่าง แปลนพื้นชั้นสอง แปลนหลังคาส่วนล่าง แปลนหลังคาส่วนบน ทุกส่วนสอดคล้องกับแบบแปลนสถาปัตยกรรม ส่วนที่เป็นเสาของอาคารเป็นส่วนที่รับน้ำหนักของหลังคา พื้นแต่ละชั้นถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานราก กลุ่มผู้ศึกษาได้ใช้หลักวิชาวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างทำเป็นขั้นตอนดังนี้

3.4.1 กำหนดน้ำหนักบรรทุก

อาคารกุฏิเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก น้ำหนักบรรทุกประกอบด้วย น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) และน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load)

น้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร ได้กำหนดน้ำหนักตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (พ.ศ. 2522) ซึ่งกำหนดดังนี้

น้ำหนักบรรทุกคงที่ (DL)

-น้ำหนักคอนกรีต	=	2400	kg/m^2
-น้ำหนักผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น	=	180	kg/m^2
-น้ำหนักกระเบื้องล่อนคู่	=	20	kg/m^2

-น้ำหนักหลังคาอลูซิงค์ = 5 kg/m^2

-น้ำหนักแผ่นพื้นสำเร็จหนา 0.05 เซนติเมตร = 120 kg/m^2

-น้ำหนักพื้นปูกระเบื้องเซรามิค = 100 kg/m^2

น้ำหนักบรรทุกจร (LL)

-น้ำหนักหลังคา = 30 kg/m^2

-น้ำหนักที่พักอาศัย = 300 kg/m^2

-น้ำหนักบันได = 300 kg/m^2

-แรงลม เนื่องจากเป็นอาคารที่สูงต่ำกว่า 10 เมตร = 50 kg/m^2

3.4.2 กำหนดลักษณะ พื้น คาน เสา และฐานราก

ผู้ศึกษาได้พิจารณาจากแบบแปลนหลังคา ที่ได้จากการพิจารณาก่อนหน้านี้ ได้กำหนดโครงสร้างหลังคาเป็นเหล็กรูปพรรณ ซึ่งมีค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ (F_b) โดยมีแปรับน้ำหนักกระเบื้องลอนคู่ และถ่ายน้ำหนักลงจันทัน น้ำหนักจากจันทันถ่ายลงอกไก่ และอะเส ซึ่งน้ำหนักจากอะเสถ่ายลงเสา โดยการคำนวณน้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักบรรทุกจรและแรงลมส่วนของหลังคา

3.4.3 คำนวณโครงสร้าง

กลุ่มผู้ศึกษาได้ดำเนินการคำนวณโครงสร้าง โดยเริ่มจากส่วนบนลงสู่ส่วนล่าง ดังนี้

(ก) โครงสร้างหลังคาเหล็ก

หลังคาส่วนบน

กำหนดน้ำหนักกระเบื้องลอนคู่ = 20 kg/m^2

กำหนดน้ำหนักบรรทุกจร = 30 kg/m^2

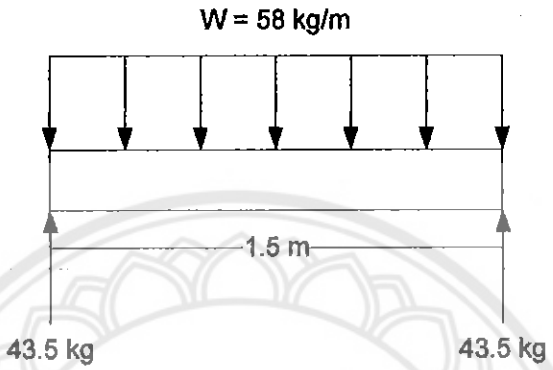
แรงลมความสูงของอาคารที่ต่ำกว่า 10 m ใช้แรงลม = 50 kg/m^2

แรงลมกระทำตัวอาคาร 50 * 0.8 = 40 kg/m^2

แรงลมกระทำกับตัวหลังคา (1.3 Sin25 - 0.5) * 50 = 2.47 kg/m^2 say 3 kg/m^2

ออกแบบแป

น้ำหนักบรรทุกจร	=	30 kg/m^2
น้ำหนักกระเบื้องลอนคู่	=	20 kg/m^2
แรงลม	=	3 kg/m^2
รวม	=	53 kg/m^2



W = 53 * 1.00 = 53 kg/m^2

น้ำหนักแป = 5 kg/m

การคิดความยาวแปให้ดูจากจุดรองรับของแป ในที่นี้วางจันทันห่าง 1.50 m เพราะฉะนั้นความยาวแปเท่ากับ 1.50 m

W_X = 58 Sin25 = 25 kg/m

W_Y = 58 Cos25 = 53 kg/m

M_X = $53*1.5^2/8$ = 15 kg-m

M_Y = $25*1.5^2/8$ = 7 kg-m

จาก M_{MAX} หาหน้าตัดที่ต้องการ

$S_x = M_X/F_B$

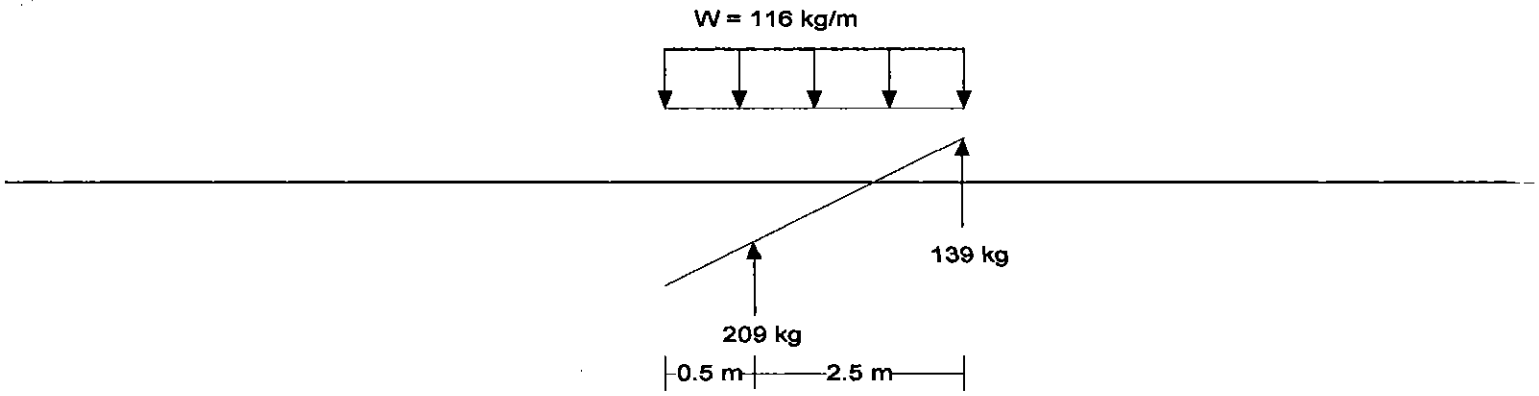
$= 15*100/1440 = 1.04\ cm^3$

เลือกใช้เหล็กขนาด 75x45x15x2.3 mm $S_x = 9.9\ cm^3$ ใช้ได้

$F_B = M_X/S_x + M_Y/S_Y \leq F_B$

$= (15*100/9.9) + (7*100/4.24) = 317$ ksc $<$ 1440 ksc ใช้ได้

ออกแบบขันทัน



R_2 = $116*2.5^2/2 - 14.5$ = 139 kg

R_1 = $116*3 - 139$ = 209 kg

x = R_2/w = 139/116 = 1.2 m.

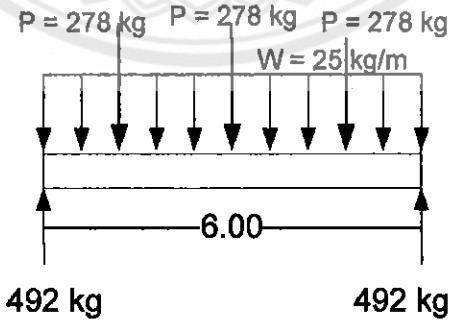
M_{MAX} = $R_2 x - 116(x^2)/2$

= $139*1.2 - 116(1.2^2)/2$ = 84 kg-m

S = $84*100/1440$ = 5.8 cm^3

เลือกใช้เหล็กกล่องขนาด [] 100x50x2.3 mm. S_x = 16.97 cm^3 > 5.8 cm^3 **ใช้ได้**

ออกแบบอกไก่



P = 278 kg

W = 25 kg/m

M_1 = $492*1.5 - 25*1.5^2/2$

= 710 kg-m

M_2 = 492*3 - 278*1.5 - 25*3^2/2

= 947 kg-m

S = 947*100/1440 = 65.76 cm^3

เลือกใช้เหล็กรางน้ำ 100x50x5x7.5 mm จำนวน 2 ตัว S_x = 75.6 cm^3 > 65.76 cm^3 ใช้ได้

E = 2.01*10^6 I = 189*2 = 378 cm^4

Δ_1 = 5 wL^4/384EI + PL^3/48EI + Pa/24EI (3L^2 - 4a^2)

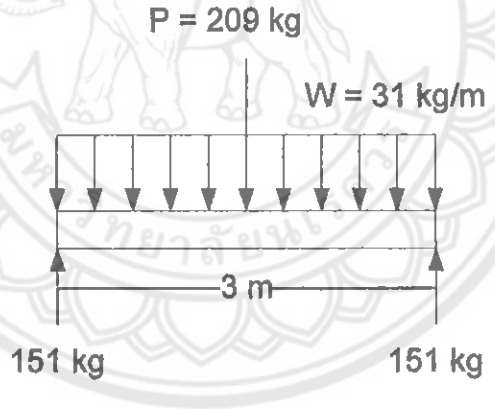
= 5*25*6^4/384*2.1*10^6*378 + 278*6^3/48*2.1*10^6*378

+ 278*1.5/24*2.1*10^6*378 (3*6^2- 4*1.5^2)

= 0.0004 cm

Δ_{all} = L/360 = 600/360 = 1.67 cm > Δ_1 ใช้ได้

ออกแบบอะเส



น้ำหนักเหล็ก = 6 kg/m

น้ำหนักบรรทุกเพิ่ม = 25 kg/m

M = PL/4 + Wl^2/8

= 209*3/4 + 31*3^2/8

= 192 kg-m

S_x = 192*100/1440 = 13.3 cm^3

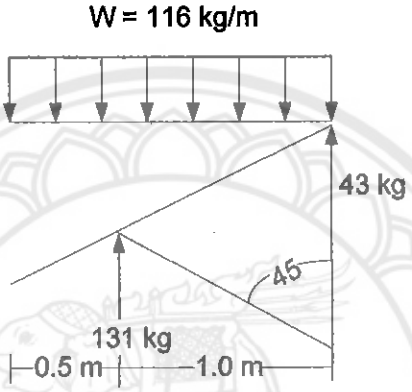
ใช้เหล็กรางน้ำ 100x50x5x7.5 mm S = 37.8 cm^3 > 13.3 cm^3 ใช้ได้

หลังคาส่วนล่าง

ออกแบบแป

แปใช้ขนาดและระยะเดียวกับแปหลังคาชั้นบน

ออกแบบจันทัน



R_1 = 131 Kg

R_2 = 43 Kg

x = 43/116 = 0.37 m

M_{MAX} = - 116*0.5^2/2 = 15 kg-m

S = 15*100*1440 = 1.04 cm^3

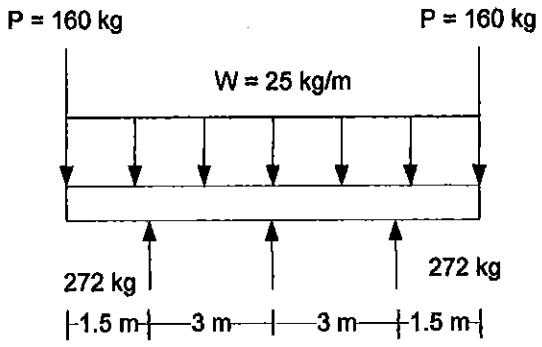
เลือกใช้เหล็กกล่อง 100x50x2.3 mm S = 16.9 cm^3 > 1.04 cm^3 **ใช้ได้**

ออกแบบท้าวแขน แรงในเหล็ก = 131/ Cos 45 = 186 Kg

A = 186/1440 = 0.128 cm^3

ใช้เหล็กกล่อง 100x50x2.3 mm A' = 6.55 cm^2 > 0.128 cm^2 **ใช้ได้**

ออกแบบอะเส



M = $PL + WL^2/2$

= $160*1.50 + 25(1.5)^2/2$

= 268 kg.m

S = $268*100/1440 = 18.61\ cm^3$

เลือกใช้เหล็กรางน้ำ 100x50x5x7.5 mm S = 37.8 $cm^3 > 18.61\ cm^3$ ใช้ได้

(ข) ออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

ออกแบบพื้น S1 หนา 10 cm

น้ำหนัก = DL + LL = (2400*0.10+100)+300 = 640 kg/m^2

กว้าง 1 m W = 640*1 = 640 kg/m

fc' = 145 kg/cm^2

fs = 1200 kg/cm^2

fc = 65 kg/cm^2

n = 11

k = 0.373

j = 0.876

R = 10.62

M = $WL^2/8$

= $640(1.25^2)/8$

= 125 kg.m/ m

ใส่เหล็ก As = M/ fs. j.d

= (125*100)/(1200*0.87*8)

= 1.485 cm^2/m

ใช้เหล็ก RB 9 mm @ 0.20 m

คาน B_1 ขนาด 0.15 x 0.40

น้ำหนัก = น้ำหนักคาน + น้ำหนักบันได (บันไดหนา 12 cm)

= (0.15*0.4*2400)+(780*1.5)

= 1314 kg/m

L = 1.25 m

M = $WL^2/8$

= $1314(1.25)^2/8$

= 257 kg-m/ m

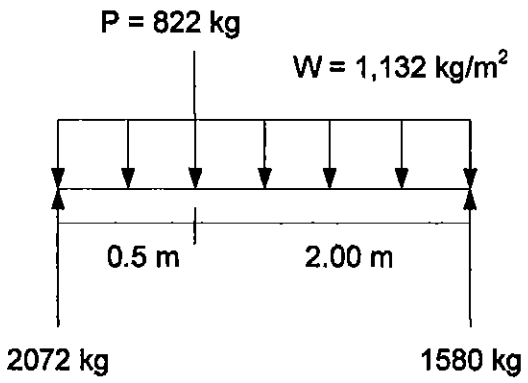
As = M/ fs. j.d

= (257*100)/(1500*0.87*37)

= 0.53 cm^2/m

ใช้เหล็ก 2 DB 16 mm AS = 4.02 cm^2/m

คาน B_2 ขนาด 0.20 x 0.4 0



P = 1314*1.25/2 = 822 kg

W = (0.2*0.4*2400)+(640*1.25/2)+180*3

= 1132 kg/m

X = 1580/1132 = 1.4 cm.

M_{MAX} = (B*1.4)-W*1.4^2/2

= (1580*1.4)-(1132*1.4^2/2)

= 1103 kg.m/ m

As = M/ fs. j.d

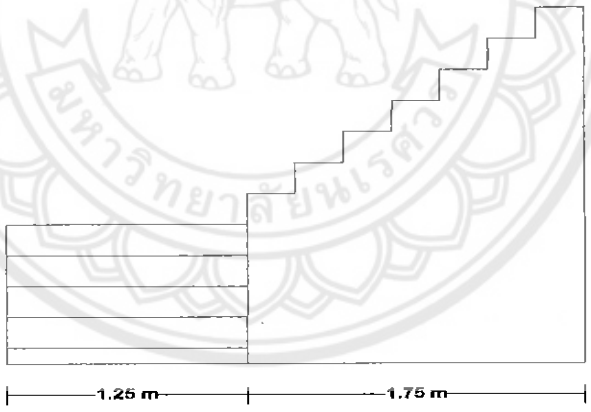
= 1103*100/1500*0.892*37

= 2.22 cm^2

ใช้เหล็ก 2 DB 16 mm As = 4.02 cm^2

บันได

พื้นหนา 12 cm



น้ำหนักบันได (0.1*2400)+(1/2 * 0.2 *0.25*2400*4)

= 480 kg/m^2

LL = 300 kg/m^2

รวม = 780 kg/m^2

ความยาว = 3 m

M = $WL^2/8$

= $780(3^2)/8$

= 878 kg-m/ m

Mc = Rbd^2

= $10.62*1*10^2$

= 1062 kg-m/ m

As = M/ fs. j.d

= (878*100)/(1200*0.87*10)

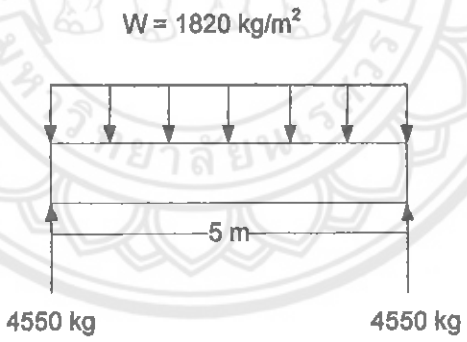
= 8.35 cm^2

ใช้เหล็ก DB 12 mm @ 0.15 m

คาน B3 ขนาด 0.25x0.50

น้ำหนักคาน + พื้น = (0.25*0.5*2400)+(640*(1.5+0.875)

= 1820 kg



คานยาว 5 m

M = $WL^2/8$

= $1820(5)^2/8$

= 5687.5 kg-m/ m

Mc = Rbd^2

= $9.36*0.25*47^2$

= 5170 kg-m/ m

As_1 = M/ fs. j.d

= (5170*100)/(1500*0.89*47)

= 8.22 cm^2

As_2 = M'/ fs(d – d')

= (517.5*100)/[1500*(47-3)]

= 0.78 cm^2

As = $As_1 + As_2$ = 9 cm^2

ใช้ 5 DB 16 mm As = 10.05 cm^2 > 9 cm^2

As' = ½ As_2[(1-k)/[k-(d'/d)]

= ½ *0.78*(1-0.323)/[0.323 – (3/47)]

= 1.019 cm^2

ใช้ 5 DB 16 mm As = 10.05 cm^2

ตรวจสอบว่าต้องออกแบบเหล็กลูกตั้งหรือไม่

VC = vc*b*d

vc = $0.29\sqrt{145}$ = 3.49 kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น

v = V/b*d = 4550/20*47

= 4.84 kg/cm^2

v > vc ต้องใส่เหล็กปลอก

VC = 3.49*20*47 = 3280 kg

V' = V-VC

= 4550 - 3280 = 1270 kg

RB 6 mm As = 0.28 cm^2 คำนวณคิดเป็นเหล็กลูกตั้ง 2 ขา As = 0.56 cm^2

S = A_v*f_v*d/ V'

= 0.56*1200*47/1270 = 24.8 cm. say 20 cm.

ใช้เหล็กปลอก RB 6 mm @ 0.20 m.

ออกแบบเสา C2 ขนาด 20x20 cm ใช้เหล็ก 4 DB 16 mm

น้ำหนักจากจันทัน = 151 kg

น้ำหนักอะเส 151*2 = 302 kg

รวม = 453 kg

น้ำหนักฝ้า + น้ำหนักเพิ่ม = 806 kg

น้ำหนักเสา 0.2*0.2*2400 = 96 kg

รวม P = 96+806+403 = 1355 kg

น้ำหนักพื้นชั้นสอง

น้ำหนักคาน B2 = 1132*3 = 3396 kg

น้ำหนักคาน B3 = 4550 kg

น้ำหนักจากหลังคาและชั้นสอง = 3396+1355+4450

= 9301 kg say 10 ton

fc' = 145 kg/cm^2

fs = 1200 kg/cm^2

p = 10 ton

p' = $0.85Ag[(0.25\ fc' + (2.01*4/400)(1500)]*1/1000$

p' = 22 ton > 10 ton ใช้ได้

ออกแบบเสา C1 ขนาด 25x25 cm ใช้เหล็ก 8 DB 16 mm

น้ำหนักจากพื้นชั้นล่าง 460*2.5*3 = 3450 kg

น้ำหนักจากคาน 0.2*0.4*2400*5.5 = 1056 kg

น้ำหนักเสา 0.25*0.25*2400*5 = 750 kg

ใช้ factor load = 2 ฉะนั้นน้ำหนักจากพื้นชั้นล่าง = 5256*2 = 10512 kg

น้ำหนักลงเสาทั้งหมด = 10512 + 10000 = 20.512 ton ใช้ 21 ton

p' = 0.85(625)[(0.25*145+ 16.08/625)(1500)]/1000

p' = 39.7 ton > 21 ton ใช้ได้

ออกแบบฐานราก

ฐานราก F1 ขนาด 1.50x1.50

ดินสามารถรับน้ำหนักได้ = 10 ton/m^2

น้ำหนัก = 21 ton

คำนวณหาแรงดัน (P_{net}) = 21/1.5*1.5 = 9.33 ton/m^2

โมเมนต์ที่เกิดขึ้น = 9.33*1.5 (0.625^2/2) = 2.73 ton-m

ใช้เหล็กเสริม As = M/ fs. j.d

= 2.73*1000*100/1500*0.892*32

= 6.38 cm^2

ใช้เหล็ก 8 DB12mm As = 9.04 cm^2

ฐานราก F2 ขนาด 0.80x0.80

ดินสามารถรับน้ำหนักได้ = 10 ton/m^2

น้ำหนัก = 3 ton

คำนวณหาแรงดัน(P_{net}) = 3/0.8x0.8 = 4.69 ton/m^2

โมเมนต์ที่เกิดขึ้น = 4.69*0.8*(0.3^2/2) = 0.169 kg-m

ใช้เหล็กเสริม As = M/ fs. j.d

= 0.169*1000*100/1500x0.892x32

= 0.39 cm^2

ใช้เหล็ก 4 DB12mm @25cm As = 4.52 cm^2

3.5 เขียนแบบ

กลุ่มผู้ศึกษาเขียนแบบโดยใช้โปรแกรม Auto CAD ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นแบบสถาปัตยกรรม ได้แก่แบบผังบริเวณ แบบแปลนพื้นชั้นล่าง แบบแปลนพื้นชั้นสอง แบบแปลนหลังคา รูปด้านทั้งสี่ด้าน รูปตัด อีกส่วนหนึ่งเป็นแบบโครงสร้างได้แก่ แบบแปลนฐานราก แบบแปลนพื้นและคานชั้นล่าง แบบแปลนพื้นและคานชั้นสอง แบบแปลนโครงหลังคาส่วนบนและส่วนล่าง แบบขยายฐานราก เสา คาน พื้น และบันได กลุ่มผู้ศึกษาได้เขียนแบบทั้งหมดและแสดงอยู่ในภาคผนวก

แบบแต่ละส่วนที่แสดงองค์ประกอบของอาคารมีสัดส่วนที่แน่นอน โดยการกำหนดมาตราส่วน 1:25 , 1:50 , 1:100 การกำหนดทำได้โดย กำหนดกระดาษขนาด A3 ซึ่งมีความกว้าง 420 มม. สูง 297 มม. ขั้นตอนสร้างทำดังนี้

(1) ใช้คำสั่ง Rectangle โดยกำหนดขนาด 420 x 297 mm ซึ่งจะเป็นมาตราส่วน 1:100

(2) คลิกที่เส้นกรอบ แล้วใช้คำสั่ง SC แล้วกด Enter ใส่เลข 0.25 เพื่อทำมาตราส่วน 1:25ใส่เลข 0.50 เพื่อทำมาตราส่วน 1:50

(ก) กำหนดให้แผ่นที่ 1 เป็นแบบแปลนผังบริเวณและรายการประกอบแบบ

(ข) กำหนดให้แผ่นที่ 2 เป็นแบบแปลนแสดงชั้นล่างและชั้นสอง

(ค) กำหนดให้แผ่นที่ 3 เป็นแบบแปลนหลังคาส่วนบนและส่วนล่าง

(ง) กำหนดให้แผ่นที่ 4 เป็นรูปด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา และ ด้านหลัง

(จ) กำหนดให้แผ่นที่ 5 เป็นรูปด้านตัด ก , รูปตัด ข

(ฉ) กำหนดให้แผ่นที่ 6 เป็นแบบขยายประตู-หน้าต่าง

(ช) กำหนดให้แผ่นที่ 7 เป็นแบบแปลนฐานราก เสา คาน

(ซ) กำหนดให้แผ่นที่ 8 เป็นขยายฐานราก เสา คาน

(3) แปลนชั้นล่างและแปลนชั้นบน

คลิกซ้ายที่ Lineในกรอบคำสั่งเมนูเขียนเส้น เพื่อเขียนเส้นตรงในแนวนอนไปทางขวา 10.00 เมตร เขียนเส้นตั้งฉากในแนวดิ่งขึ้นบน 13.00 เมตร เขียนเส้นตั้งฉากในแนวนอนไปทางซ้าย 10.00 เมตร เขียนเส้นตั้งฉากในแนวดิ่งลงล่าง 13.00 เมตร ได้พื้นที่การก่อสร้าง เท่ากับ 10.00x13.00 เมตร เขียนตัวอาคาร 6.00x5.00 เมตร โดยใช้คำสั่ง Rectangle วางตัวอาคารห่างจากขอบด้านขวา 2.50 เมตรและห่างจากขอบด้านบน 1.50 เมตร จากนั้นเขียนเสาในตัวอาคารชั้น 1

โดยการกำหนดเสาขนาด 0.25x0.25 เมตร โดยใช้คำสั่ง Rectangle หลังจากนั้น ใช้คำสั่ง Copy สี่เหลี่ยมรูปเสาวางในตำแหน่งรอบอาคาร เขียนบันไดให้ความกว้างที่ 1.25 เมตรโดยใช้คำสั่ง Line เมื่อเขียนบันไดขั้นแรกแล้วใช้คำสั่ง Offset เขียนขั้นบันไดระยะห่าง 0.25 เมตรให้ครบจำนวนขั้น เขียนห้องน้ำขนาด 1.25x2.00 เมตร เขียนผนังหนา 0.10 เมตร และใช้คำสั่ง Hatch ในการกำหนดสัญลักษณ์ของห้องน้ำและผนัง เขียนสัญลักษณ์ประตู หน้าต่าง และช่องแสงลงในตำแหน่งที่ออกแบบไว้ ใส่ Grid Line และ ระยะ (Dimension) ทั้งแนวนอนและแนวดิ่ง

(4) โครงหลังคาชั้นบนและชั้นล่าง

เขียนโครงหลังคาโดยใช้คำสั่ง Rectangle กำหนดระยะ 7.00x6.00 เมตร สำหรับหลังคาส่วนบนและ ขนาด 9.00x8.00 เมตร สำหรับหลังคาส่วนล่าง เขียนขนาดเสา 0.20x0.20 เมตร โดยให้ระยะห่างจากขอบหลังคาในแนวนอน 0.50 เมตร และระยะห่างขอบหลังคาในแนวดิ่ง 0.50 เมตรใช้คำสั่ง Copy สี่เหลี่ยมรูปเสา วางด้านซ้าย 3 .00 เมตร และ 6.00 เมตร เขียนอกไก่วางอยู่กึ่งกลางหลังคาในแนวนอนโดยใช้คำสั่ง Rectangle กำหนดขนาด 7.00x0.05 เมตร เขียนจันทันให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับอกไก่วางอยู่กึ่งกลางอกไก่โดยใช้คำสั่ง Rectangle กำหนดขนาด 0.05x2.50 เมตร ใช้คำสั่ง Copy จันทันวางด้านซ้ายและด้านขวาระยะ 1.50 เมตร 3.00 เมตร และ 3.50 เมตรตามลำดับ สำหรับหลังคาบน และวางด้านซ้ายและด้านขวาระยะ 1.50 เมตร 3.00 เมตร และ 4.50 เมตร ตามลำดับ สำหรับหลังคาล่าง เขียนแปขนานกับอกไก่โดยใช้คำสั่ง Rectangle กำหนดขนาด 7.00x0.045 เมตร ใช้คำสั่ง Copy แประยะห่าง 0.06 เมตร 0.91 เมตร และ1.82 เมตร และ ปลายทันทัน ตามลำดับ ใช้คำสั่ง Mirror เพื่อเขียนแปอีกด้านหนึ่งของอกไก่ ใช้คำสั่ง Trim ตัดเส้นในส่วนที่ไม่ใช้ออกไป ใส่ Grid Line และ ระยะ (Dimension) ทั้งแนวนอนและแนวดิ่ง

(5) รูปด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลัง

รูปด้านหน้า ใช้คำสั่ง Rectangle เขียนสี่เหลี่ยมขนาด 6.00x6.00 เมตร เป็นความยาวและความสูงของอาคาร ใช้คำสั่ง Line แบ่งครึ่งในแนวดิ่งได้ระยะสูง 3.00 เมตรสองชั้น เขียนเสากว้าง 0.25 เมตรวางกึ่งกลางเสาอยู่ตรงกับเส้นริมทั้งสองด้าน และ ใช้คำสั่ง Copy เสาโดยวางกึ่งกลางเสาตรงกับเส้นแบ่งครึ่งในแนวนอน จากนั้นเขียนคาน พื้น และโครงสร้างอื่นๆ จนครบถ้วน เขียนประตูขนาด 1.90x2.05 เมตร โดยให้ส่วนล่างชิดขอบพื้นชั้น 1 และส่วนริมชิดเสาด้านขวา เขียนหน้าต่างขนาด 0.90x0.70 เมตร วางห่างจากริมด้านในของเสา 0.025 เมตร และวาง

ด้านบนของหน้าต่างในแนวดิ่งสูงจากพื้น 2.05 เมตร ใช้เทคนิคในลักษณะเดียวกันเขียนหลังคาส่วนบนและหลังคาส่วนล่าง และใช้คำสั่ง Hatch ในการกำหนดสัญลักษณ์ของหลังคาบนและหลังคาล่าง เขียนเชิงชายและไม้กันนกหลังคาส่วนบนและหลังคาส่วนล่าง เขียนช่องระบายอากาศโดยใช้คำสั่ง Rectangle ขนาด 2.65x0.28 เมตร ใช้คำสั่ง Line แบ่งครึ่งในแนวดิ่งของช่องระบายอากาศ และแบ่งช่องระบายอากาศระยะ 0.09 เมตรในแนวนอน ใช้คำสั่ง Copy ช่องระบายอากาศวางระหว่างเสากลางและเสาด้านซ้าย เขียนคานชั้น 1 ซึ่งเป็นลานปฏิบัติธรรมใช้คำสั่ง Rectangle ขนาด 10.00x0.40 เมตร เขียนระเบียงโดยใช้คำสั่ง Rectangle ขนาด 0.05x1.10 เมตร ใช้คำสั่ง Copy ระเบียง วางที่ระยะ 1.00 เมตรจนครบระยะ 10.00 เมตร ใช้คำสั่ง Trim ตัดเส้นในส่วนที่ไม่ใช้ออก

รูปด้านซ้าย ด้านขวา และ ด้านหลัง ใช้เทคนิคคำสั่งและการเขียนในลักษณะเดียวกัน เพียงแต่เปลี่ยนขนาดกว้างสูงของอาคาร รูปร่างประตูหน้าต่าง ตำแหน่งที่ติดตั้งประตูหน้าต่างให้สอดคล้องกับแบบแปลน รายละเอียดแบบต่างๆ ทั้ง 8 แผ่นปรากฏในภาคผนวก

(6) รูปตัด

เขียนรูปตัด (ก) โดยใช้คำสั่ง Rectangle เขียนสี่เหลี่ยมขนาด 5.00x6.00 เมตร เป็นความกว้างและความสูงของอาคาร ใช้คำสั่ง Line แบ่งครึ่งแนวดิ่งได้ความสูง 3.00 เมตร สองชั้น ใช้เทคนิคเช่นเดียวกับข้อ (5) เขียนเสา คาน พื้น ประตู หน้าต่าง โครงหลัง และส่วนอื่นๆ ตามที่ปรากฏในแนวตัด (ก) สำหรับรูปด้านตัด (ข) ใช้เทคนิคเดียวกันกับการเขียนรูปตัด (ก) ได้แบบดังปรากฏในภาคผนวก ภาพที่ 5

(7) แบบอื่นๆ

แบบขยายประตู แบบแปลนฐานราก คาน พื้น ชั้นล่าง แบบขยายฐานราก คาน บันได หน้าต่าง สามารถเขียนโดยใช้เทคนิคแบบเดียวกับการเขียนที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งผลปรากฏแสดงในภาคผนวก ภาพที่ 6 , ภาพที่ 7 และภาพที่ 8

3.6 ประมาณราคาค่าก่อสร้าง

เมื่อเขียนแบบสถาปัตยกรรมและแบบวิศวกรรมครบถ้วนแล้ว กลุ่มผู้ศึกษาได้ทำการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยวิธีถอดแบบ (Take off) โดยเริ่มตั้งแต่งานปักผังบริเวณ งานเจาะหิน งานผูกเหล็ก ติดตั้งไม้แบบ เทคอนกรีตหล่อฐานราก เสา คาน พื้น งานติดตั้งโครงหลังคา งานมุงหลังคา งานตกแต่งพื้น งานตกแต่งผนัง งานตกแต่งฝ้าเพดาน งานทาสี งานสุขาภิบาล งานไฟฟ้า วิธีการถอดแบบดำเนินการโดยแยกชิ้นส่วนต่างๆ ที่ประกอบในแต่ละงาน คำนวณเป็นปริมาณงานในหน่วยปริมาตร หน่วยพื้นที่ หน่วยความยาว หน่วยน้ำหนัก ฯลฯ ผลการคำนวณทั้งปริมาณและราคาสรุปในภาคผนวกที่ ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุและค่าแรงงาน 902,809.56 บาท ค่าดำเนินงาน 90,280.95 บาท ภาษี 63,197.63 บาท กำไร 43,711.86 รวมเป็นเงินค่าก่อสร้างทั้งสิ้น 1,100,000 บาท

3.7 จัดทำแผนงาน

กลุ่มผู้ศึกษาได้ดำเนินการวางแผนงานก่อสร้างตามเทคนิคเส้นทางวิกฤติ (Critical Path Method : CPM) โดยสร้างกิจกรรม (Activity) กำหนดระยะเวลาทำกิจกรรม (Duration) และสร้างความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ตารางที่ 3.1 ซึ่งตัวเลขเหล่านี้นำไปสร้างโครงข่าย (Network) คำนวณได้เวลาเริ่มทำงานเร็วที่สุด (ES) และเวลาทำงานเสร็จเร็วที่สุด (EF) เวลาเริ่มทำงานช้าที่สุด (LS) เวลาทำงานเสร็จช้าที่สุด (LF) และแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมใดล่าช้าไม่ได้ กิจกรรมใดล่าช้าได้โดยไม่ทำให้โครงการล่าช้า (TF) กิจกรรมใดล่าช้าได้โดยไม่ทำให้กิจกรรมถัดไปล่าช้า (FF) ตารางที่ 3.2 แสดงให้เห็นเป็นหมายกำหนดการทำงาน (Schedule)

จากตารางที่ 3.2 พบว่าเวลาใช้เฉพาะในการก่อสร้างเท่ากับ 111 วัน กำหนดให้เวลาออกแบบและเขียนแบบเท่ากับ 30 วัน และกำหนดเวลาส่งงานครั้งสุดท้ายเท่ากับ 9 วัน รวมเวลาทำโครงการทั้งสิ้น 150 วัน ซึ่งนำไประบุในสัญญาว่าจ้าง

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมในโครงการ

	Activity	Duration	ทำก่อน	ทำหลัง	ทำพร้อม
A	งานเตรียมพื้นที่และปักผังบริเวณ	3	-	B	-
B	งานเจาะชั้นหิน	10	A	C	-
C	งานเทฐานรากและตอม่อ	8	B	D	-
D	งานเทคานชั้นที่ 1	10	C	F	-
E	งานพื้นสำเร็จรูปและเทคอนกรีต ชั้นที่ 1	4	H	J	-
F	งานเทเสาชั้นที่ 1	4	D	G	-
G	งานเทคานชั้นที่ 2	10	F	H	-
H	งานพื้นสำเร็จรูปและเทคอนกรีต ชั้นที่ 2	3	G	I	-
I	งานเทเสาชั้นที่ 2	4	H	K	-
J	งานเทบันได	5	E	O	-
K	งานติดตั้งโครงหลังคาของตัวภูฏิ	5	I	M	L
L	งานติดตั้งโครงหลังคาระเบียง / ราวกันตก	5	E	X	-
M	งานมุมกระเบื้องหลังคา	4	K	N	-
N	งานก่ออิฐผนัง	5	M	O	Q,S,U
O	งานฉาบปูน	8	N	R	-
P	งานปูกระเบื้องพื้น	14	O	W	-
Q	งานติดตั้งประตูหน้าต่าง	5	M	P	-
R	งานติดตั้งฝ้าเพดาน	4	O	Y	-
S	งานเดินท่อประปา	10	M	T	-
T	งานติดตั้งอุปกรณ์ประปา	10	S	Y	-
U	งานเดินสายไฟฟ้า	7	M	V	-
V	งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	8	U	Y	-
W	งานติดตั้งระบบสุขาภิบาลและสุขภัณฑ์	8	P	Y	-
X	งานทาสีภายนอกและภายใน	20	P	Y	-
Y	เก็บงานและทำความสะอาด	3	X	-	-

ตารางที่ 3.2 หมายกำหนดการทำงาน (Schedule)

Node	Activity	Duration	ES	EF	LS	LF	TF	FF
(1)-(2)	A	3	0	3	0	3	0	0
(2)-(3)	B	10	3	13	3	13	0	0
(3)-(4)	C	8	13	21	13	21	0	0
(4)-(5)	D	10	21	31	21	31	0	0
(5)-(6)	F	4	31	35	31	35	0	0
(6)-(7)	G	10	35	45	35	45	0	0
(7)-(8)	H	3	45	48	45	48	0	0
(8)-(10)	I	4	48	52	48	52	0	0
(8)-(9)	E	4	48	52	48	52	0	0
(9)-(14)	J	5	52	57	61	66	9	0
(10)-(11)	K	5	52	57	52	57	0	0
(10)-(13)	L	5	52	57	95	100	43	11
(11)-(12)	M	4	57	61	57	61	0	0
(12)-(14)	N	5	61	66	61	66	0	9
(12)-(16)	Q	5	61	66	69	74	8	8
(12)-(13)	U	7	61	68	93	100	32	0
(12)-(15)	S	10	61	71	88	98	27	0
(14)-(16)	O	8	66	74	66	74	0	0
(15)-(21)	T	10	71	81	98	108	27	27
(13)-(21)	V	8	68	76	100	108	32	32
(16)-(17)	P	14	74	88	74	88	0	0
(16)-(20)	R	4	74	78	104	108	30	0
(17)-(18)	W	8	88	96	100	108	12	0
(17)-(19)	X	20	88	108	88	108	0	0
(21)-(22)	Y	3	108	111	108	111	0	0

3.8 จัดทำแผนการเงิน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานแบบ Turn Key Project ครั้งนี้ ประกอบด้วย ค่าออกแบบและเขียนแบบ ค่าก่อสร้างและตกแต่งอาคารกุฏิ ค่าดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าดำเนินงาน ค่าภาษี และ กำไร

ค่าออกแบบและเขียนแบบ กำหนดโดยพิจารณาระยะเวลาออกแบบและเขียนแบบ ซึ่งแบบอาคารกุฏิและลานรอบอาคารนี้สามารถทำแบบให้เสร็จภายใน 1 เดือน ใช้ผู้ออกแบบทางสถาปัตยกรรม 1 คนทำงาน 1 สัปดาห์ วิศวกร ออกแบบโครงสร้าง 1 คน ทำงาน 1 สัปดาห์ คน เขียนแบบ 1 คน เขียนแบบ 1 สัปดาห์

หลังจากที่จัดทำ Schedule เรียบร้อยแล้ว กลุ่มผู้ศึกษาจัดทำแผนการเงินโดยนำเวลาเริ่มทำงานเร็วที่สุดและเวลาที่ทำงานเสร็จเร็วที่สุดไปเขียนกราฟแท่งแนวนอนโดยกำหนดแนวนอนเป็นเวลา เรียกว่า Bar Chart ใช้ Bar Chart และราคาค่างานของแต่ละกิจกรรมในการคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ของงานแต่ละเดือน ซึ่งนำไปเขียนกราฟค่าใช้จ่ายเป็น S-Curve ดังแสดงในตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงภาวะรายจ่ายแต่ละเดือน ซึ่งต้องจัดหามาด้วยการกู้จากแหล่งเงินกู้

กรณีศึกษานี้กำหนดงบประมาณโครงการจำนวนเงิน 1,400,000 บาท อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับ 12 % จำนวนเงินกู้แบ่งกู้ 4 ครั้ง ๆ ละเดือน โดยกู้ตั้งแต่ต้นเดือนนั้นจนถึงวันสิ้นสุดโครงการ ซึ่งเป็นวันส่งมอบงาน กำหนดให้ต้นเดือนแรกกู้เงิน 20 % ของมูลค่างานเท่ากับ 1,400,000 x 0.20 = 280,000 บาท ต้นเดือนที่สองกู้เงิน 30% ของมูลค่างานเท่ากับ 1,400,000 x 0.30 = 420,000 บาท ต้นเดือนที่สามกู้เงิน 30% ของมูลค่างานเท่ากับ 1,400,000 x 0.30 = 420,000 บาท ต้นเดือนที่สี่กู้เงิน 20 % ของมูลค่างานเท่ากับ 1,400,000 x 0.20 = 280,000 บาท ดอกเบี้ยเงินกู้เกิดขึ้นจากการกู้เงินตั้งแต่เริ่มกู้แต่ละครั้งจนถึงวันสิ้นสุดโครงการ กรณีศึกษานี้กำหนดให้ใช้เวลา 150 วันหรือ 5 เดือน ดังนั้นดอกเบี้ยของเงินกู้ครั้งแรกเท่ากับ 280,000x0.12 x5/12 = 14,000 บาท ดอกเบี้ยของเงินกู้ครั้งที่สองเท่ากับ 420,000x0.12x4 /12 = 16,800 บาท ดอกเบี้ยของเงินกู้ครั้งที่สามเท่ากับ 420,000x0.12x3 /12 = 12,600 บาท ดอกเบี้ยของเงินกู้ครั้งที่สี่เท่ากับ 280,000x0.12x2 /12 = 5,600 บาท รวมดอกเบี้ยเงินกู้ทั้งหมดเท่ากับ 49,000 บาท

กลุ่มผู้ศึกษาได้จัดทำสรุปค่าใช้จ่ายของโครงการเพื่อพิสูจน์ว่าการกำหนดงบประมาณโครงการจำนวนเงิน 1,400,000 บาท เป็นจริง ตารางที่ 3.4 แสดงการแบ่งสรรเงินตามรายการที่เกิดขึ้นจริง

ตารางที่ 3.3 ค่าใช้จ่ายของโครงการ

รายการ	จานวนเงิน (บาท)
ค่าออกแบบ	20,000
ค่าก่อสร้าง	1,100,000
ดอกเบี้ยเงินกู้	49,000
ค่าบริหาร 10%	116,900
ภาษี	81,830
กำไร 5%	32,270
รวม	1,400,000

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การศึกษาทำโครงงานเรื่องโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ (Turn-Key Project) โดยนำโครงการก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาส วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง เป็นกรณีศึกษา กลุ่มผู้ศึกษาได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

4.1 ความรู้ความเข้าใจ

กลุ่มผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารวิชาการในห้องสมุดและในเว็บไซต์ต่างๆ ได้ความรู้ความเข้าใจถึงการทำงานของ Turn-Key Project ว่าเป็นโครงการที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแบบเบ็ดเสร็จ โดยมีหน้าที่ออกแบบ คิดราคาค่าก่อสร้าง จัดหาแหล่งเงินทุน เพื่อเป็นทุนในการดำเนินงาน และบริหารก่อสร้างให้โครงการเสร็จเรียบร้อยอย่างมีคุณภาพในราคาที่กำหนด สร้างเสร็จในเวลาที่กำหนด ส่งมอบงานให้ผู้ว่าจ้างโดยผู้ว่าจ้างกำหนดความต้องการก่อนเริ่มโครงการและจ่ายเงินครั้งเดียวในวันส่งมอบงาน ผู้ว่าจ้างสามารถตัดความวุ่นวายจากการที่ต้องหาผู้ออกแบบ หาแหล่งเงินทุน หาผู้รับเหมาก่อสร้าง

กรณีศึกษานี้เป็นการสร้างกุฏิเจ้าอาวาส ผู้ว่าจ้างคือ วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง เจ้าอาวาสเพียงแต่คำริที่จะสร้างกุฏิพักอาศัย โดยระบุความต้องการอาคาร 2 ชั้น รอบอาคารมีลานปฏิบัติธรรม และเป็นที่พระภิกษุที่มาเยี่ยมตลอดจนญาติโยมทั้งหลายได้ใช้ประโยชน์ ผู้รับจ้างคือกลุ่มผู้ศึกษาโดยสมมุติ ได้นำความคำริของเจ้าอาวาสไปปฏิบัติเป็นขั้นตอนได้แก่ การออกแบบ การจัดหาทุน และการก่อสร้าง

4.2 การออกแบบ

กลุ่มผู้ศึกษาได้ใช้หลักวิชาการออกแบบทางสถาปัตยกรรม หลักวิชาการวิเคราะห์โครงสร้าง ทั้งโครงสร้างเหล็กและโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก การออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม ได้ทำผังบริเวณ กำหนดรายการประกอบแบบ (Specification) ใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ โดยกำหนดพื้นทั่วไปในอาคารและลานปฏิบัติธรรมปูกระเบื้องเซรามิค เพื่อให้เกิดความเย็นภายในห้อง หน้าต่างเปิดรอบด้านเพื่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศท่ามกลางสภาพอากาศค่อนข้างร้อนชื้นในวัดแก่งหวาย นอกจากนี้ยังเปิดช่องลมระหว่างหลังคาส่วนล่างกับหลังคาส่วนบน เพื่อให้เกิดการพัดพาอากาศร้อนภายในห้องออกสู่ภายนอก ชั้นล่างของกุฏิมีห้องน้ำอยู่ภายในเพื่อให้เกิดความสะดวกแก่เจ้าอาวาส ชั้นล่างจัดเป็นส่วนของการสนทนาธรรม ส่วนบน

จัดเป็นห้องพักส่วนตัวของเจ้าอาวาส จินตนาการที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ประมวลเขียนเป็นแบบโดยใช้โปรแกรม Auto CAD ได้แบบดังนี้

แผ่นที่ 1 แสดงผังบริเวณและรายการประกอบแบบ

แผ่นที่ 2 แสดงแปลนชั้นล่างและแปลนชั้นสอง

แผ่นที่ 3 แสดงแปลนหลังคาส่วนบนและหลังคาส่วนล่าง

แผ่นที่ 4 แสดงรูปด้านด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา และ ด้านหลัง

แผ่นที่ 5 แสดงรูปด้านตัด ก , รูปตัด ข

แผ่นที่ 6 แสดงแบบขยายประตู-หน้าต่าง

แบบทั้ง 8 แผ่นแสดงอยู่ในภาคผนวก

กลุ่มผู้ศึกษาได้ดำเนินการออกแบบโครงสร้างของกุฏิและลานปฏิบัติธรรม ให้สอดคล้องกับทางสถาปัตยกรรม โดยการวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้มาตรฐาน ว.ส.ท. (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์) และเขียนแบบอย่างชัดเจนแสดงในส่วนของโครงสร้างเรียงลำดับต่อจากแบบสถาปัตยกรรมดังนี้

แผ่นที่ 7 แสดงแบบแปลนฐานราก เสา คาน

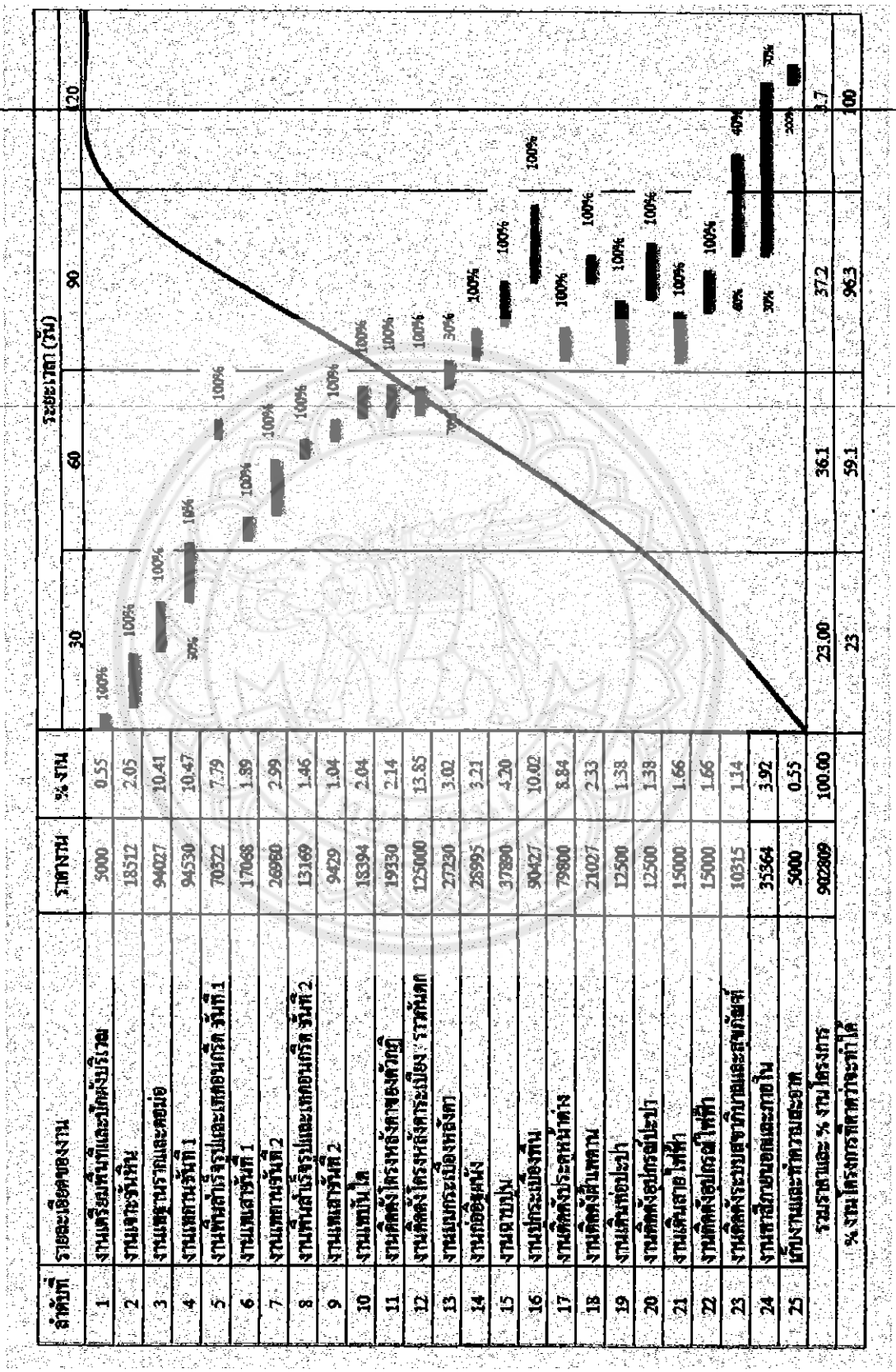
แผ่นที่ 8 แสดงแบบขยายฐานราก เสา คาน

4.3 จัดหาทุน

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาทุนเพื่อดำเนินการก่อสร้าง ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย การคิดราคาค่าก่อสร้าง จัดทำแผนงานก่อสร้าง จัดทำแผ่นค่าใช้จ่ายให้สอดคล้องกับแผนงาน กำหนดแบ่งการกู้เงินเป็นส่วนๆ เพื่อให้การกู้เงินเสียดอกเบี้ยเท่าที่จำเป็น จัดทำเป็นเอกสารแผนการกู้เงินเพื่อนำไปติดต่อกับธนาคารเพื่อขอกู้เงินดำเนินโครงการ

กลุ่มผู้ศึกษาได้ใช้เทคนิคการถอดแบบคิดหาปริมาณงานแต่ละส่วนของโครงการ จัดทำเป็นกิจกรรมแต่ละกิจกรรมคิดหาเปอร์เซ็นต์งาน เมื่อนำไปผนวกกับแผนงานก่อสร้างที่เขียนเป็นBar Chart สามารถแสดงให้เห็นภาวะความต้องการใช้เงินดังปรากฏในตารางที่ 4.1 และจากการวิเคราะห์สามารถสรุปค่าดำเนินงานตั้งแต่ค่าออกแบบ จัดหาทุน และค่าก่อสร้าง รวมเป็นเงิน 1,400,000 บาท เป็นค่าออกแบบ 20,000 บาท ค่าก่อสร้าง 1,100,000 บาท ค่าดอกเบี้ยเงินกู้ 49,000 บาท ค่าบริหารงาน 10%เป็นเงิน 116,900 บาท เป็นค่าภาษี 81,830 บาท และกำไร 5% เป็นเงิน 32,270 บาท

ตารางที่ 4.1 แผนงานในรูป Bar Chart



ลำดับที่	รายละเอียดของงาน	ราคางาน	% งาน
1	งานเตรียมพื้นที่และโครงสร้างเบื้องต้น	5000	0.55
2	งานขุดดินฐานราก	18512	2.05
3	งานเสาเข็มตอกและคอม่อ	94027	10.41
4	งานผนังชั้นที่ 1	94530	10.47
5	งานพื้นคานโครงสร้างและเทคอนกรีต ชั้นที่ 1	70322	7.79
6	งานผนังชั้นที่ 1	17068	1.89
7	งานผนังชั้นที่ 2	26980	2.99
8	งานพื้นคานโครงสร้างและเทคอนกรีต ชั้นที่ 2	13169	1.46
9	งานผนังชั้นที่ 2	9429	1.04
10	งานหลังคา	18394	2.04
11	งานติดตั้งโครงหลังคาและฝ้าเพดาน	19330	2.14
12	งานติดตั้งโครงหลังคาและเมียง : ระดับสูง	125000	13.85
13	งานงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	27230	3.02
14	งานก่ออิฐฉาบปูน	28995	3.21
15	งานฉาบปูน	37890	4.20
16	งานปูกระเบื้องพื้น	90427	10.02
17	งานติดตั้งประตูหน้าต่าง	79800	8.84
18	งานติดตั้งฝ้าเพดาน	21027	2.33
19	งานติดตั้งท่อประปา	12500	1.38
20	งานติดตั้งอุปกรณ์ประปา	12500	1.38
21	งานติดตั้งไฟฟ้า	15000	1.66
22	งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	15000	1.66
23	งานติดตั้งระบบสื่อสารโทรทัศน์และคีย์การ์ด	10315	1.14
24	งานสีภายนอกและภายใน	35364	3.92
25	เก็บงานและทำความสะอาด	5000	0.55
	รวมราคาและ % งานโครงการ	902809	100.00
	% งานโครงการที่ทำได้		

4.4 การก่อสร้าง

การก่อสร้างเป็นกระบวนการนำแบบที่ได้ทั้ง 8 แผ่น ไปใช้เตรียมการจัดหาทรัพยากรต่างๆ ในการดำเนินงานได้แก่ จัดหาวัสดุ จัดหาแรงงาน จัดหาเครื่องจักร และจัดหาเงิน เนื่องจากโครงการก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาส วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง เป็นโครงการกรณีศึกษาที่ตั้งขึ้นมาเพื่อการศึกษา ดังนั้นจึงยังมิได้ดำเนินงานก่อสร้างจริงในขณะนี้ อย่างไรก็ตามหากจะดำเนินการก่อสร้างจริงก็สามารถนำรายการที่ถอดแบบไว้แล้วไปจัดซื้อวัสดุ ว่าจ้างแรงงานประเภทต่างๆ ทั้งช่างไม้ ช่างเหล็ก ช่างปูน และกรรมกรในจำนวนที่เหมาะสมกับงาน จัดหาอุปกรณ์เครื่องมือในการทำงาน ส่วนเงินทุนนั้นกู้จากธนาคาร นำเงินที่กู้นั้นใช้จ่ายเฉพาะโครงการนี้ การก่อสร้างก็สามารถดำเนินงานไปได้ ภายใต้การดูแลของวิศวกรโครงการและทีมงาน โดยใช้หลักการบริหารก่อสร้างตามแนวของวงจรการบริหาร

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

โครงงานวิศวกรรมเป็นวิชาบังคับภายใต้หลักสูตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร กำหนดให้นิสิตศึกษาทฤษฎีต่างๆของวิชาต่างๆที่ได้เรียนรู้ นำไปประยุคใช้เพื่อให้นิสิตได้เข้าใจหลักการทำงาน

กลุ่มผู้ศึกษาได้กำหนดโครงงาน เรื่อง โครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ (Turn-Key Project) โดยใช้โครงการก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาส วัดแก่งหวาน จังหวัดระยอง เป็นกรณีศึกษาทำให้กลุ่มผู้ศึกษาเข้าใจกระบวนการนำความรู้ที่เรียนในระดับปริญญาตรีและความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองไปประยุคใช้ ได้ผลดังปรากฏในการออกแบบด้านสถาปัตยกรรม และด้านวิศวกรรม แสดงผลเป็นแบบจำนวน 8 แผ่น

ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้าง อีกทั้งได้เรียนรู้ถึงกระบวนการการประมาณราคาค่าก่อสร้าง จัดทำแผนงานก่อสร้าง จัดทำแผนการใช้เงิน จัดทำแผนการกู้เงิน ซึ่งเอกสารเหล่านี้เป็นเอกสารสำคัญที่จะนำไปขอกู้เงินจากธนาคารต่างๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงผลกำไรที่ได้จากการทำงาน ได้เรียนรู้ถึงกระบวนการทำงานแบบ Turn-Key Project ที่ทำการออกแบบ จัดหาทุน และก่อสร้าง

ในส่วนของโครงก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาส สามารถแยกเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ค่าออกแบบ 20,000 บาท ค่าก่อสร้าง 1,100,000 บาท ค่าดอกเบี้ยเงินกู้ 49,000 บาท ค่าบริหารงาน 116,900 บาท ค่าภาษี 81,830 บาท และกำไร 32,270 บาท รวมเป็นเงินทั้งสิน 1,400,000 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้ ทำให้กลุ่มผู้ศึกษามีความรู้ความเข้าใจถึงกระบวนการทำงาน ด้านวิศวกรรม เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการศึกษามีจำกัด จึงยังมิได้ศึกษาถึงอุปสรรคและปัญหาในการทำงาน หากที่ผู้สนใจในเรื่องโครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ Turn-Key Project ต้องการเรียนรู้ในรายระเอียดนั้น ก็สามารถจัดทำเป็นโครงงานต่อไปได้

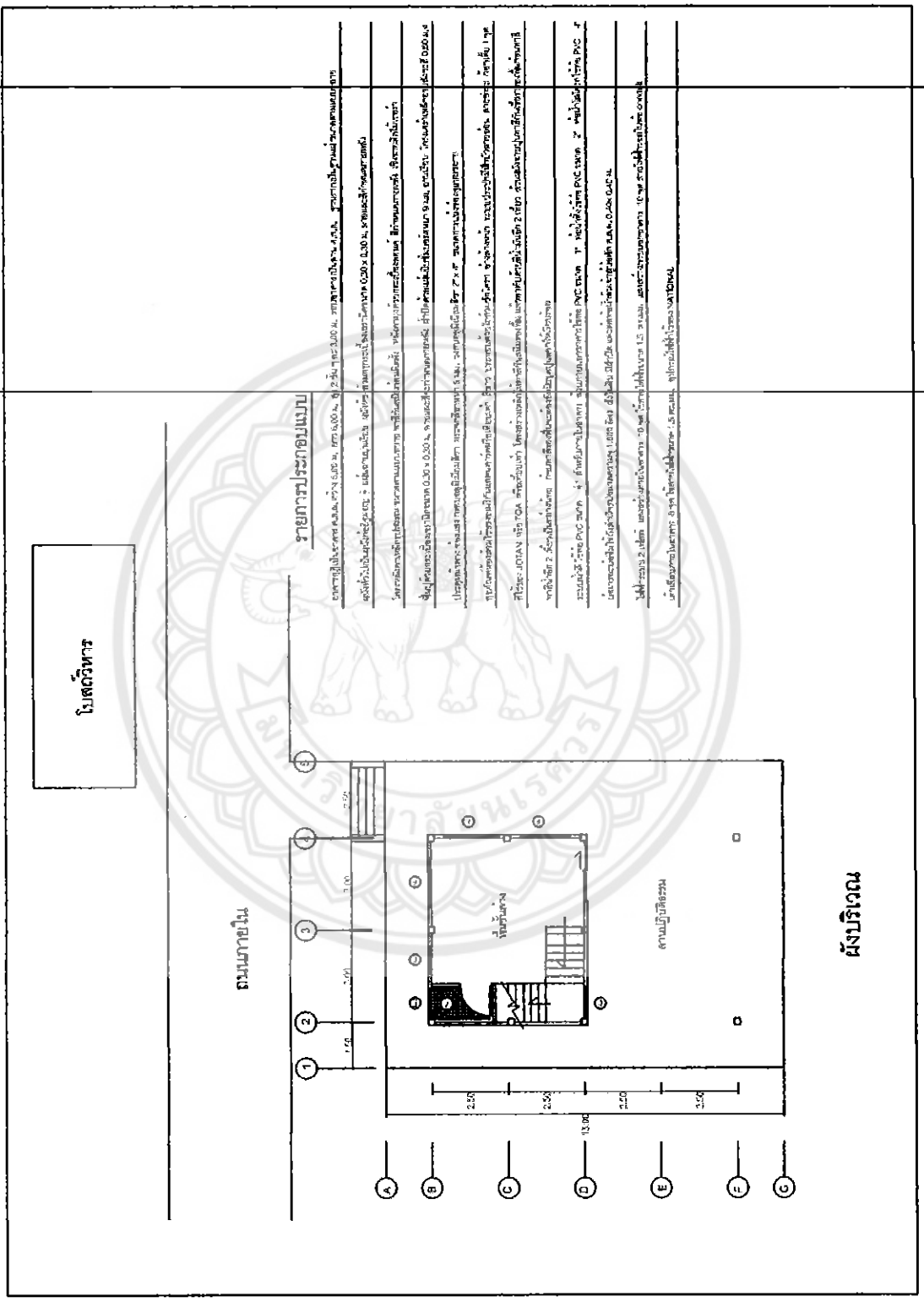
กรณีการศึกษาโครงการก่อสร้างกุฏิเจ้าอาวาส วัดแก่งหวาย จังหวัดระยอง เป็นโครงการที่เกี่ยวกับศาสนา ผู้ว่าจ้างอาจเรี่ยรายเงินจากผู้มีจิตศรัทธาในระหว่างการดำเนินงานก่อสร้าง เมื่อสามารถรวบเงินได้ครบแล้วจะจ่ายให้ผู้รับจ้างเมื่องานเสร็จ โครงการรับเหมาก่อสร้างแบบเบ็ดเสร็จ

Turn-Key Project จึงเหมาะที่จะใช้กับงานของวัด อย่างไรก็ตามความเสี่ยงก็มีมากหากผู้ว่าจ้างไม่ทำตามสัญญา ผู้รับจ้างกับผู้ว่าจ้างควรปรึกษากันก่อนการดำเนินงานในลักษณะ Turn-Key Project

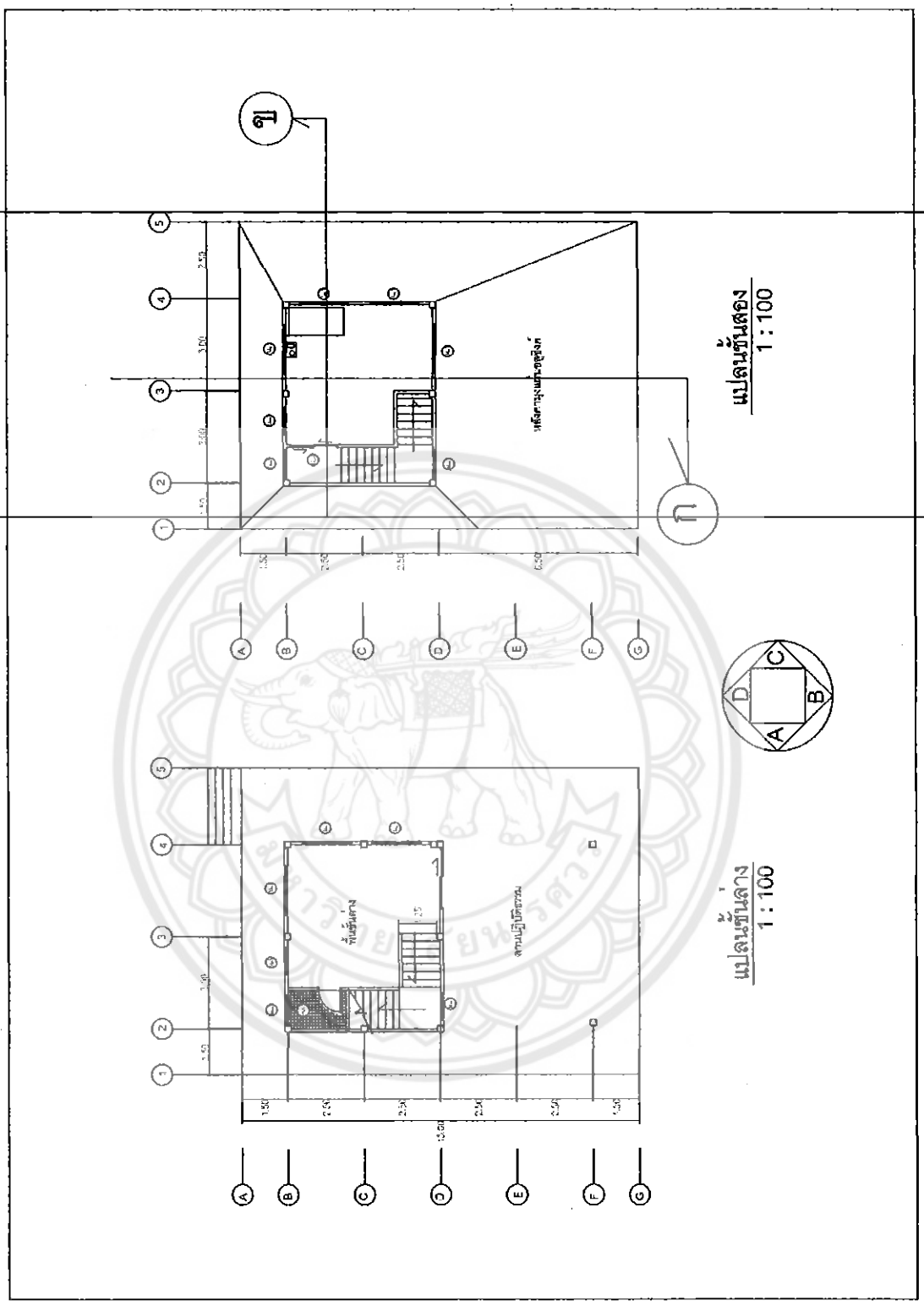
บรรณานุกรม

1. รศ. วิชัย ฤกษ์ภูริทัต บริหารงานก่อสร้าง วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร.—พิมพ์ครั้งที่ 3,2550
2. สถาพร โภคา การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก .—กรุงเทพฯ : ไลบรารี่ นาย , 2544.
3. สำเริง รักซ้อน .การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก : วิธีกำลังและหน่วยแรงใช้งาน.—พิมพ์ครั้งที่2 --กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2552
4. วินิต ช่อวิเชียร การออกแบบโครงสร้างเหล็ก . —พิมพ์ครั้งที่2 --กรุงเทพ ฯ ,2550
5. www.google.co.th , www.pantown.com , www.gprocurement.co.th

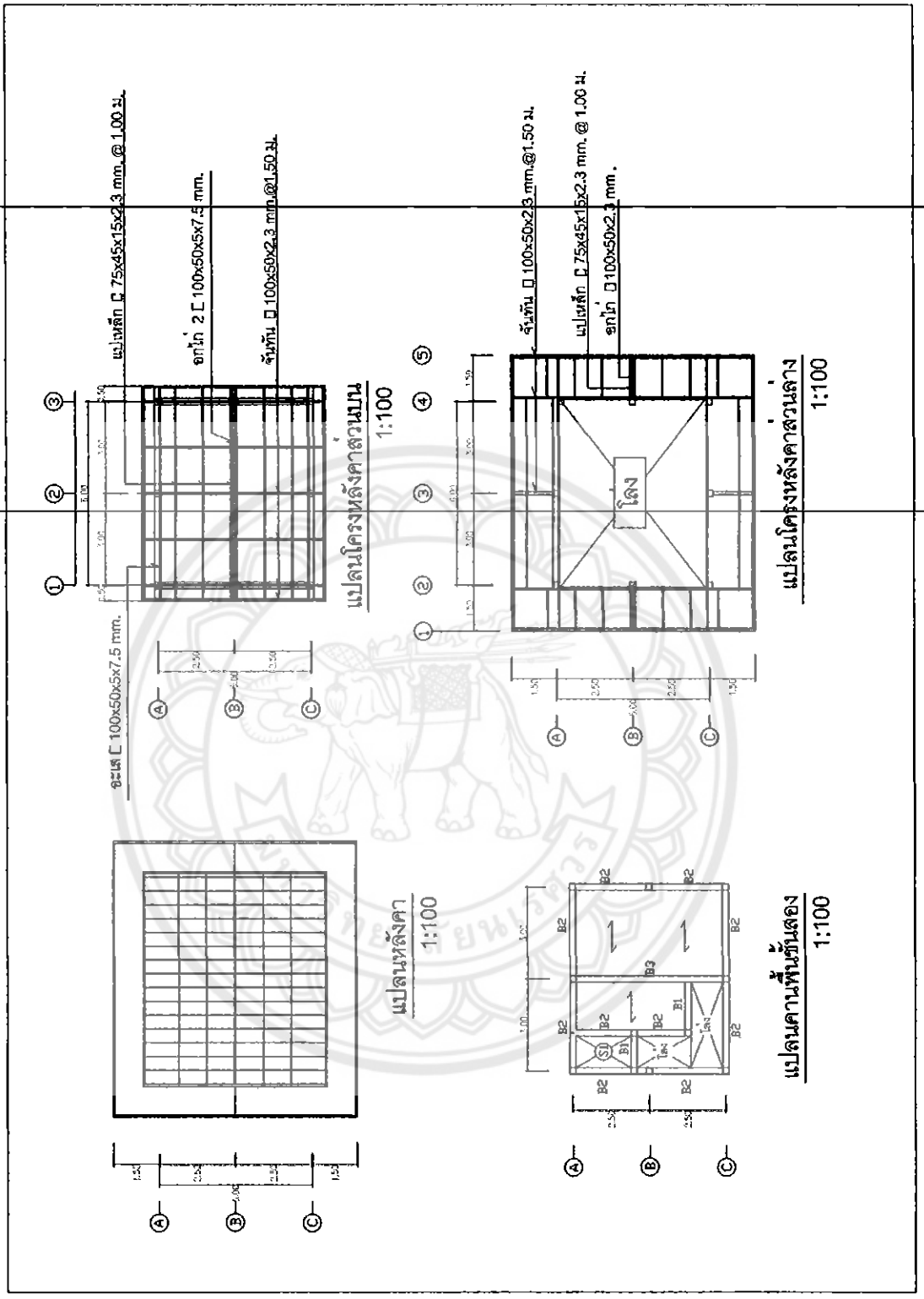
ภาคผนวก



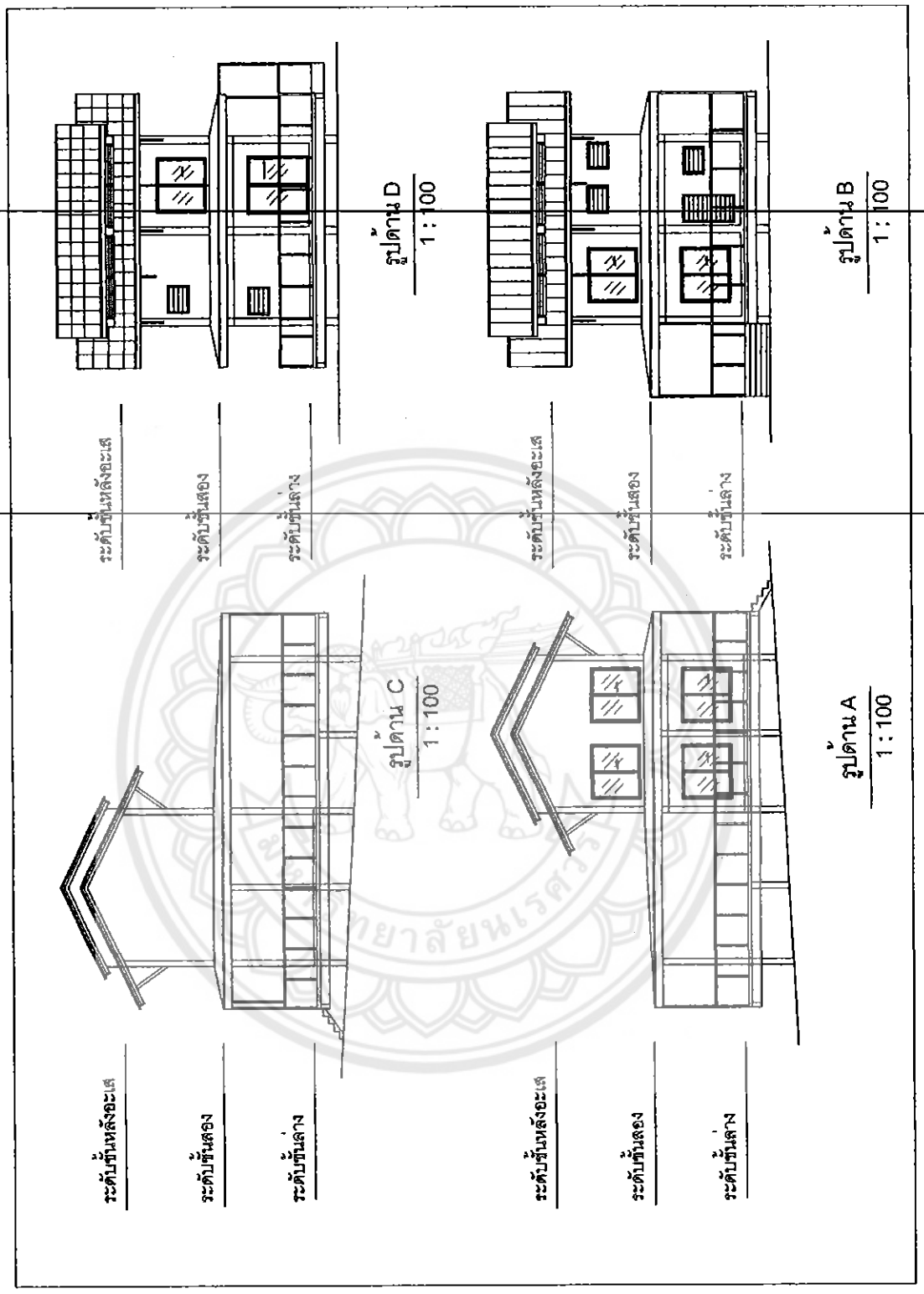
ภาพที่ 1 แบบแปลนผังบริเวณและรายการประกอบแบบ



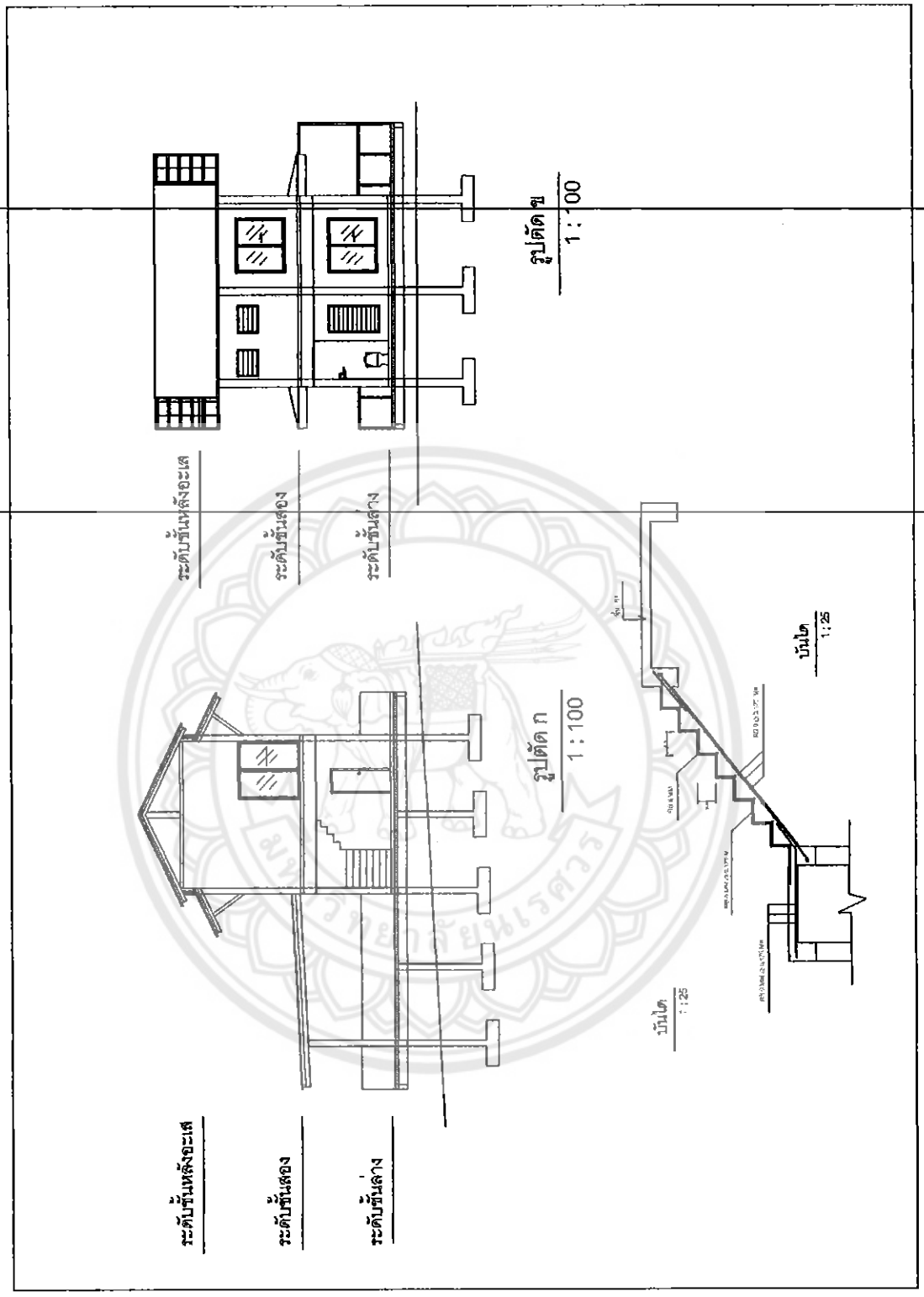
ภาพที่ 2 แบบแปลนชั้นล่างและชั้นสอง



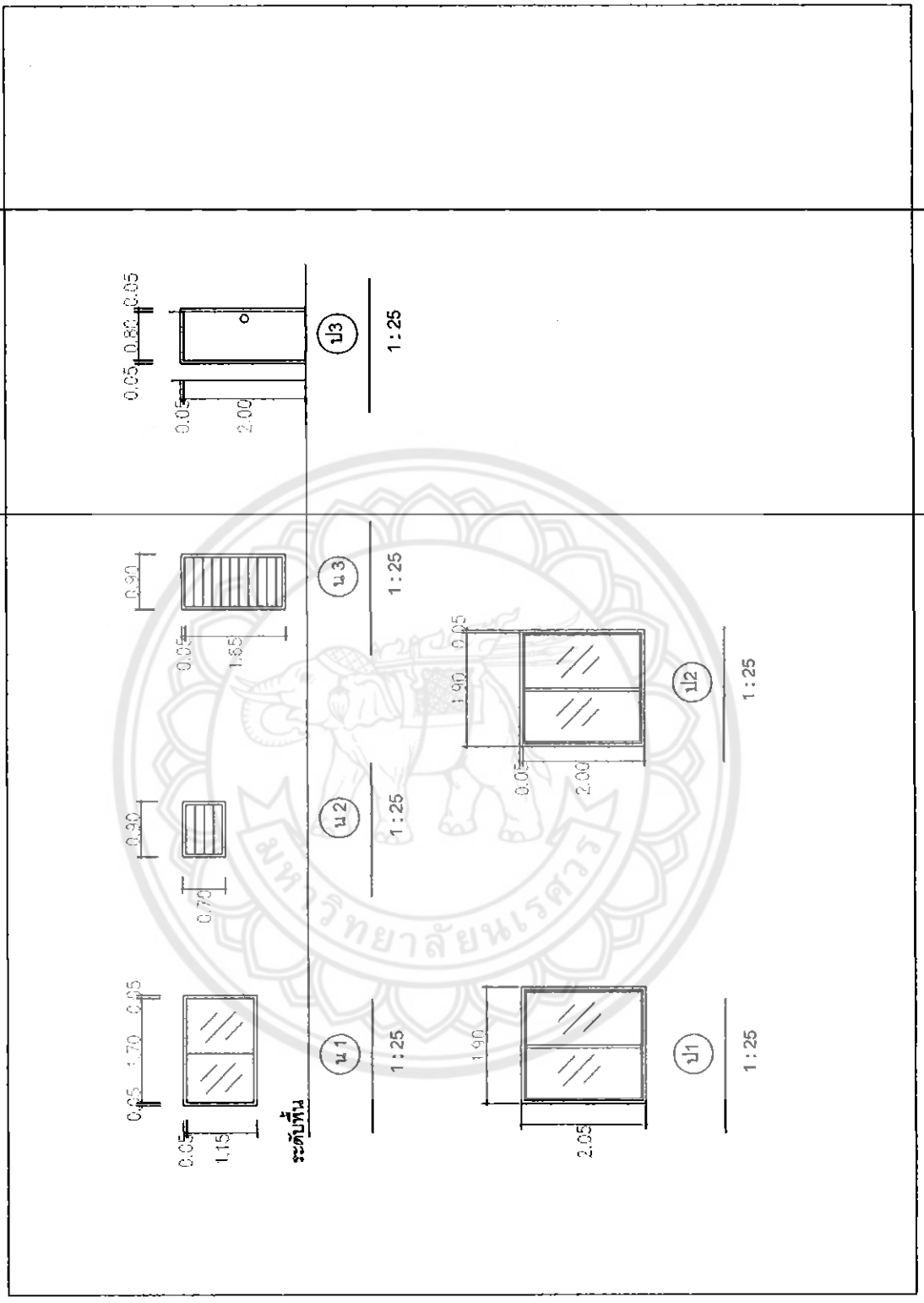
ภาพที่ 3 แบบแปลนหลังคาส่วนบนและหลังคาส่วนล่าง



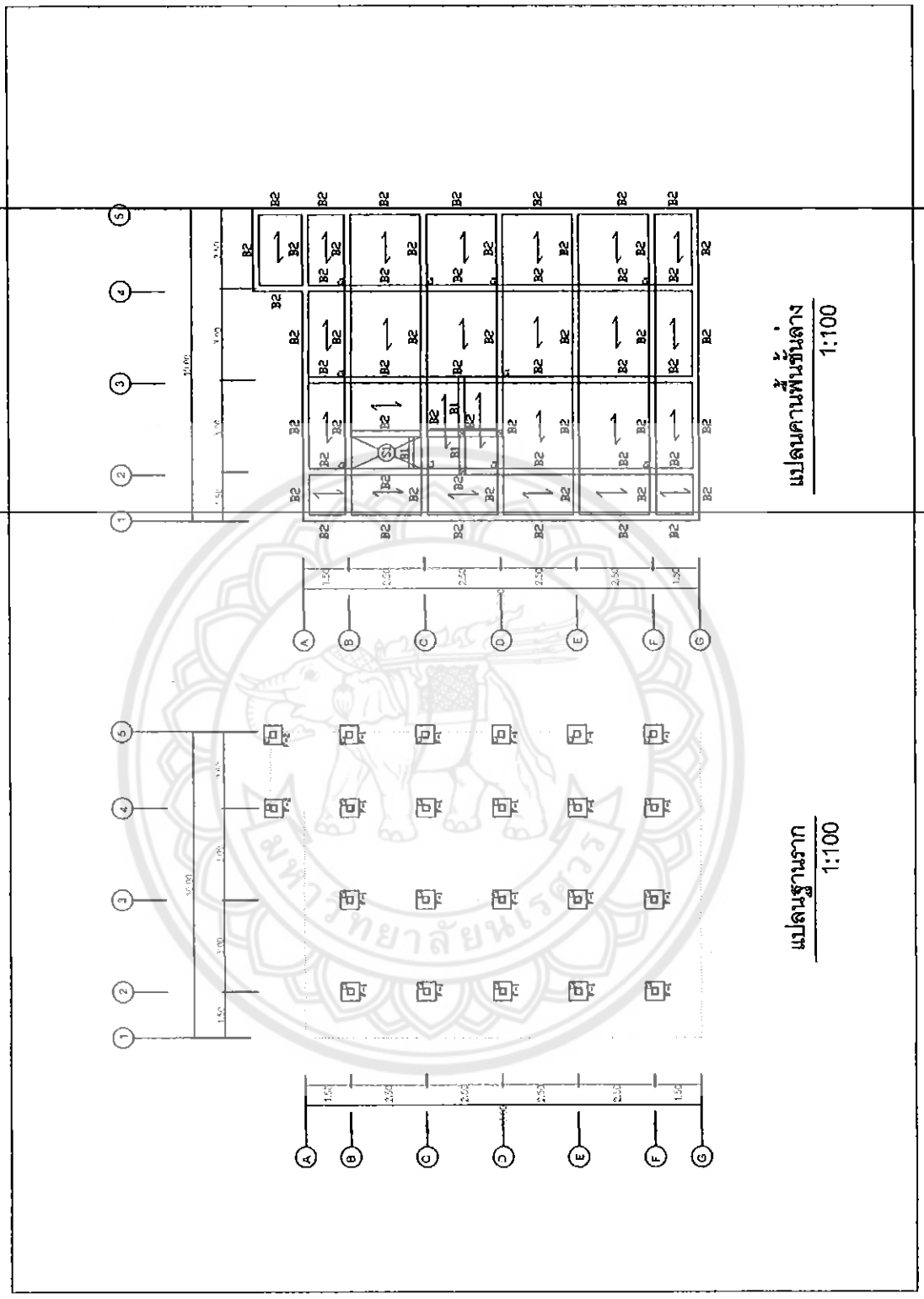
ภาพที่ 4 รูปด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลัง



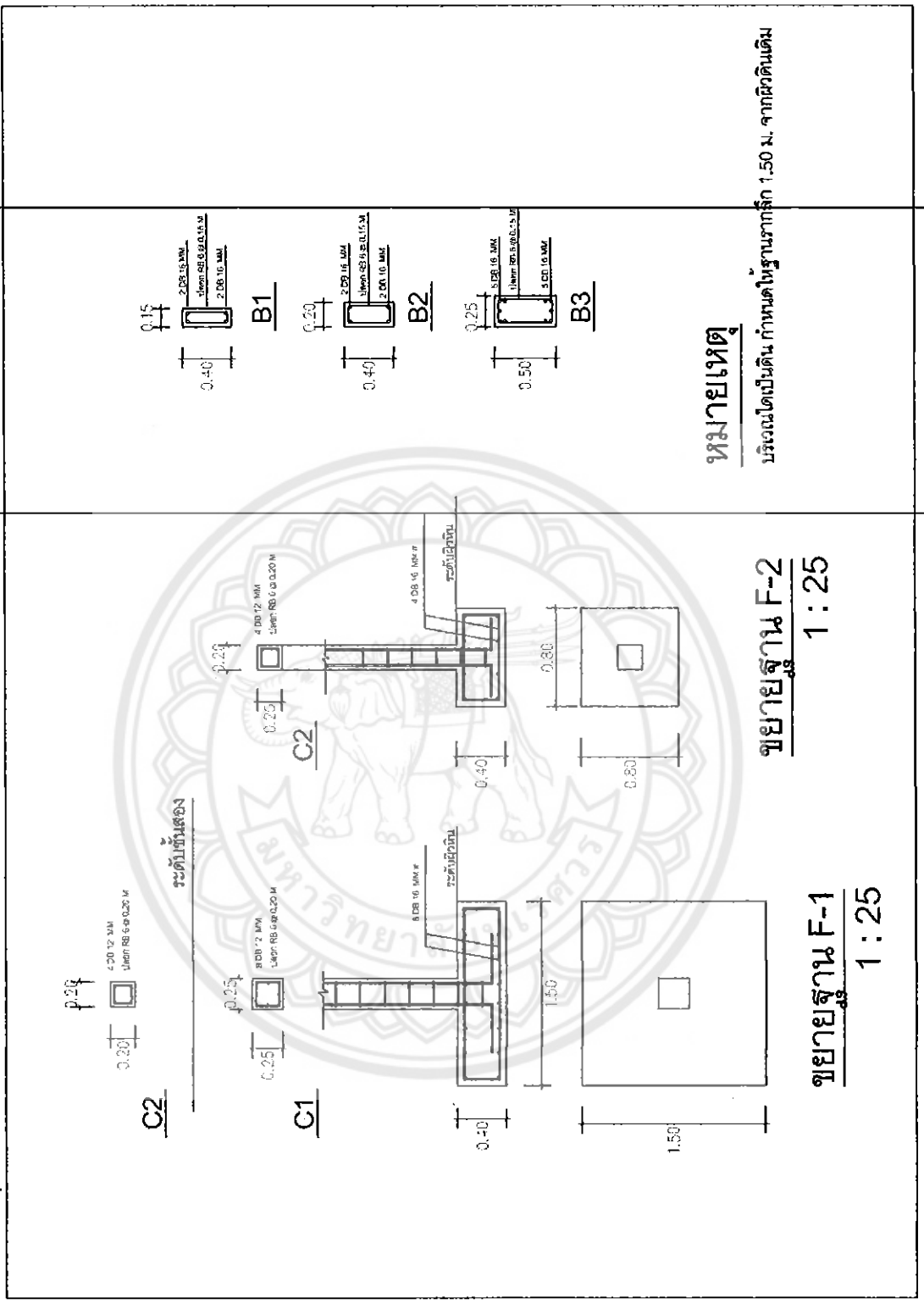
ภาพที่ 5 รูปด้านตัด ก , รูปด้านตัด ข



ภาพที่ 6 แบบขยายประตู-หน้าต่าง



ภาพที่ 7 แบบแปลนฐานราก เสา คาน



ภาพที่ 8 แบบขยายฐานราก เสา คาน

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายจิรายุ ฤทธิ์บำรุง

ภูมิลำเนา 446/1 ม.2 ซอย 9 ต.คอนดา อ.ท่าตะโก นครสวรรค์ 60160

ประวัติการศึกษา

- มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าตะโกวิทยาคม
- ปริญญาตรี วศ.บ (โยธา) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: save_jirayu@hotmail.com

ชื่อ นายวสันต์ ขำทับทิม

ภูมิลำเนา 143 ม.1 ต.ผักขวง อ.ทองแสงขัน อุตรดิตถ์ 53230

ประวัติการศึกษา

- มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนทองแสงขันวิทยา
- ปริญญาตรี วศ.บ (โยธา) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: khumtubtim_engineer@hotmail.com

ชื่อ นายวัลลภ แสงสุทรรศน์

ภูมิลำเนา 7 หมู่ 6 ต. ท่าทอง อ. สวรรคโลก สุโขทัย 64110

ประวัติการศึกษา

- มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา
- ปริญญาตรี วศ.บ (โยธา) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: changtatong@hotmail.com