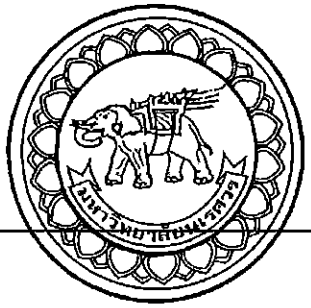


การออกแบบและประมาณราคาศาลาปฏิบัติธรรม
กรณีศึกษาอาคารปฏิบัติธรรมสำนักปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา จังหวัด สระบุรี

DESIGN AND COST ESTIMATE FOR MEDITATION BUILDING
CASE STUDY OF MEDITATION BUILDING, POTITUM PAWANA, SARABURI PROVINCE

นายคันศร บุญยก รหัส 49360150

นายธงชัย สุขหล่อ รหัส 49360679

นายยุทธนา บัวสิงห์คำ รหัส 49361522

นายชัยเชษฐ์ พานมั่ง รหัส 49382918

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน 15070405
เลขเรียกหนังสือ ว.259ก
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การออกแบบและประมาณราคาศาลาปฏิบัติธรรม : กรณีศึกษาอาคารปฏิบัติธรรม สำนักปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา จังหวัด สระบุรี

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายคันศร	บุญยก	รหัส 49360150
นายธงชัย	สุขหล่อ	รหัส 49360679
นายยุทธนา	บัวสิงห์คำ	รหัส 49361522
นายชัยเชษฐ์	พานมั่ง	รหัส 49382918

ที่ปรึกษาโครงงาน รศ. วิชัย ฤกษ์ภูริทัต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

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

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

.....กรรมการ
(ดร.ปรีดา พิชยาพันธ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบและประมาณราคาศาลาปฏิบัติธรรม : กรณีศึกษาอาคารปฏิบัติธรรม สำนักปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา จังหวัด สระบุรี		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายคันศร	บุญยก	รหัส 49360150
	นายธงชัย	สุขหล่อ	รหัส 49360679
	นายยุทธนา	บัวสิงห์คำ	รหัส 49361522
	นายชัยเชษฐ์	พานมั่ง	รหัส 49382918
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ. วิชัย	ฤกษ์ฦริทัต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2552		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมโยธาฉบับนี้เป็นรายงานการศึกษาการออกแบบอาคารปฏิบัติธรรมและประมาณราคาค่าก่อสร้าง จัดทำขึ้นเพื่อเรียนรู้กระบวนการออกแบบทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมโครงสร้าง ตลอดถึงการถอดแบบและสรุปราคาค่าก่อสร้าง อาคารปฏิบัติธรรมเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นเดียว ขนาดกว้าง 16.00 เมตร ยาว 32.00 เมตร จุคนได้ประมาณ 200 คน สถาปัตยกรรมเป็นหลังคาทรงไทย 2 ชั้น ยกสูงให้ถ่ายเทอากาศได้ดี หลังคาโครงเหล็กมุงด้วยกระเบื้องลอนคู่ พื้นชั้นล่างยกสูงจากพื้นดินเดิม 0.90 เมตร ภายในสูง 4.00 เมตรจากพื้นถึงฝ้าเพดาน โครงสร้างพื้นใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบ Hollow Core วางอยู่บนคานคอนกรีตเสริมเหล็กถ่ายน้ำหนักลงเสาและฐานราก จากการประมาณราคาด้วยวิธีถอดแบบและสรุปอยู่ในตารางรายการราคา (Bill of Quantity) ราคาค่าวัสดุและแรงงานเท่ากับ 3,635,360 บาท รวมค่าดำเนินงาน 363,536 บาท ค่าภาษีและกำไร 654,364.80 บาท รวมค่าก่อสร้าง 4,653,260.80 บาท

Project Title : Design and cost estimate for meditation building : case study of meditation building , Potitum Pawana , Saraburi province

Name : Mr. Khansorn Boonyok Code 49360150

Mr. Thongchai Sooklor Code 49360679

Mr. Yuttana Buosingkom Code 49361522

Mr. Chaiyachet Phanmang Code 49362918

Project Adviser : Asso.Prof. Vichai Rurkpuritat

Major : Civil Engineering

Department : Civil Engineering

Academic Year : 2009

Abstract

This engineering project is the report of studying design building for meditation and estimate construction cost. It is created to study the process of architectural design and structural design. And also the process of take off and cost estimation. By means of studying documents a concrete building has been designed, 16.00 meters wide and 32.00 meters long with the interior floor raised 0.90 meter from the existing ground and 4.00 meters room height floor to ceiling. The building can be served for meditation of 200 people. The 2 levels Thai style roof with steel truss structure covered with roof tile is designed for ventilation purposes. The reinforce concrete structure is designed for this building with hollow core slab on concrete beam and transfer load to concrete column and footing. By means of take off materials of building and allocate cost, it is summarized in form of bill of quantity. It is shown that the material cost and labour cost is 3,635,360 Baht , overhead is 363,536 Baht, tax and profit is 654,364.80 Baht. So the total construction cost is 4,653,260.80 Baht.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. วิชัย ฤกษ์ภูวิทัต ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้โอกาสในการทำโครงงานครั้งนี้ และคอยให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ในวิชาวิศวกรรมศาสตร์จนทำให้นิสิตทุกคนมีความรู้ในการทำงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่ได้ให้โอกาสทางการศึกษาจนทำให้นิสิตทุกคนประสบความสำเร็จจนทุกวันนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สมาชิกในโครงงานทุกคนที่ร่วมมือกันเป็นอย่างดีในการทำงาน ถึงแม้ว่าจะมีปัญหาในการทำงานบ้าง แต่ทุกท่านก็ฟันฝ่าอุปสรรค์ต่าง ๆ จนโครงงานนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายดันศร บุญยก
นายธงชัย สุขหล่อ
นายยุทธนา บัวสิงห์คำ
นายชัยเชษฐ์ พานมั่ง
มีนาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฌ
สัญลักษณ์และอักษรย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2
1.5 ระยะเวลาของโครงงาน	2
1.6 แผนการดำเนินการ	2
1.7 งบประมาณ	3

	หน้า
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 ทฤษฎีการออกแบบสถาปัตยกรรม	4
2.2 ทฤษฎีการออกแบบโครงสร้าง	5
2.3 ทฤษฎีการสำรวจ	25
2.4 ทฤษฎีการประมาณราคา	36
2.5 ทฤษฎีการเขียนแบบ	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	47
3.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	47
3.2 เตรียมงานและสำรวจพื้นที่	47
3.3 ออกแบบด้านสถาปัตยกรรม	49
3.4 ออกแบบโครงสร้าง	50
3.5 งานคำนวณหาปริมาณงานโดยวิธีถอดแบบ	54
3.6 งานจัดทำ Bill of Quantity	55
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	57
4.1 รายการประกอบแบบและแบบก่อสร้าง	57
4.2 ปริมาณงานจากการถอดแบบ	76
4.3 บัญชีรายการ Bill of Quantity	79

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ 81

5.1 สรุปผลโครงงาน 81

5.2 ข้อเสนอแนะ 81

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 82

ภาคผนวก ข 142

บรรณานุกรม 149

ประวัติของผู้ดำเนินโครงงาน 150

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญตาราง

ชื่อตาราง	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	2
3.1 Boring No.1	53
4.1 Bill Of Quantity	80

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1	หลักวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก	6
1.2	กระบวนการและลำดับขั้นตอนคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	7
2.1	หน้าต่างโปรแกรม AutoCAD	39
2.2	การตั้งค่ากระดาษ	40
2.3	การกำหนดการตั้ง Grid	40
2.4	กำหนดการตั้ง Snap	41
2.5	กำหนดการตั้ง Layer	42
2.6	การตั้งค่าตัวจับตำแหน่งวัตถุ	42
2. 7	การปรับขนาดหัวลูกศร	43
2.8	การปรับขนาดตัวหนังสือและระยะห่างของตัวเลข	44
2.9	การปรับเลขทศนิยม	44
2.10	ชุดคำสั่ง Draw	45
2.11	ชุดคำสั่ง Modify	46
3.1	แสดงภูมิประเทศของบริเวณที่ตั้งโครงการ	48
3.2	แสดงรูปด้านของอาคาร	50

		หน้า
1	รูปถ่ายร่วมกับเจ้าของโครงการหลังจากสอบถามความต้องการเกี่ยวกับสิ่งก่อสร้าง	142
2	ภาพถ่ายสมาชิกทั้งหมดที่ได้ร่วมทำโครงงานทางวิศวกรรมเกี่ยวกับการประเมินราคาและออกแบบกับเจ้าของโครงการ	143
3	ภาพการเดินสำรวจพื้นที่บริเวณที่จะทำการก่อสร้างสถานปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา	144
4	ภาพการสำรวจทางเข้าบริเวณทำการก่อสร้าง	145
5	ภาพบริเวณทำการก่อสร้างสถานปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา	146
6	ภาพบริเวณทำการก่อสร้างสถานปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา	147
7	ภาพบริเวณทำการก่อสร้างสถานปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา	148

สัญลักษณ์และอักษรย่อ

AASHTO	=	The American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	=	American Concrete Institute
BS	=	British Standards
AISC	=	American Institute of Steel Construction
ARE	=	American Railway Engineering Association
ASD	=	Allowable Stress Design
LRFD	=	Load & Resistance Factor Design
kg / m^2	=	กิโลเมตรต่อตารางเมตร
kg /cm^2	=	กิโลเมตรต่อตารางเซนติเมตร
lb/ft	=	ปอนด์ต่อฟุต
m	=	เมตร
Km	=	กิโลเมตร
W	=	Width of side walk
P	=	แรง
DL	=	น้ำหนักบรรทุกคงที่
LL	=	น้ำหนักบรรทุกจร
ว.ส.ท.	=	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
มม.	=	มิลลิเมตร
กก./ม.	=	กิโลกรัมต่อเมตร

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ปัจจุบันนับวันยิ่งมีคนสนใจปฏิบัติธรรมมากขึ้น ผู้ปฏิบัติธรรมมักไปทำบุญ ปฏิบัติธรรมนั่งสมาธิ ฝึกจิตใจ ที่ไกลๆชุมชนแออัดเพราะว่าในสถานที่ชนบทนั้นมีความเงียบสงบ เหมาะสมในการปฏิบัติธรรม นั่งสมาธิ แต่พื้นที่นั้นอยู่ในเขตที่ยังไม่พัฒนา ยังต้องบุกเบิกพื้นที่ให้เหมาะสมแก่การปฏิบัติธรรมเพื่อให้พุทธศาสนิกชนและผู้มีจิตศรัทธาเข้าปฏิบัติธรรม ทางคณะผู้ศึกษาได้สนทนาและปรึกษากับพระอาจารย์วิเชียร วชิรปัญโญ เลขาเจ้าอาวาสวัดศิริพงษ์ ซึ่งท่านได้คิดสร้างสำนักธรรมชื่อว่าสำนักโพธิธรรมภาวนา ตั้งอยู่ที่ ตำบลลำพญากลาง อำเภอวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ว่างเปล่า ไม่มีการก่อสร้างใดๆ คณะผู้ศึกษาได้เห็นชอบที่จะใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมออกแบบอาคารรวมถึงการประมาณราคาค่าก่อสร้างเพื่อให้พระอาจารย์วิเชียร วชิรปัญโญได้ใช้ประโยชน์ตามเจตนารมณ์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบอาคารปฏิบัติธรรม
- เพื่อออกแบบอาคารปฏิบัติธรรมอันเป็นสาธารณะประโยชน์
- เพื่อประมาณราคาตั้งงบประมาณการก่อสร้าง
- เพื่อเป็นผลงานสอดคล้องกับข้อกำหนดการสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้แบบแปลนอาคารปฏิบัติธรรมเพื่อการก่อสร้างในอนาคต
- ได้ราคางบประมาณการก่อสร้างอาคาร
- เป็นกรณีศึกษาสำหรับนิสิตและผู้สนใจ ในเรื่องการออกแบบอาคารปฏิบัติธรรมรวมถึงการประมาณราคา

1.4 ขอบเขตการวิจัย

- ออกแบบอาคารปฏิบัติธรรมสำนักปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา ตำบลลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี
- ประมาณราคาอาคารปฏิบัติธรรมสำนักปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา ตำบลลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

1.5 ระยะเวลาของโครงงาน

ใช้ระยะเวลาการทำงานตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2552 จนถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2553 ระยะเวลารวมประมาณ 5 เดือน

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน					
กิจกรรม	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์
สำรวจโดยสังเขปวัดพื้นที่จริง	← →				
	← →				
ออกแบบอาคาร		← →			
ประมาณราคา			← →		
ทำรายงานฉบับร่าง			← →		
ปรับปรุงแก้ไขงาน				← →	
ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์				← →	
					← →

1.7 งบประมาณ

- ค่าวัสดุสำนักงาน	800	บาท
- ค่าถ่ายเอกสาร	500	บาท
- ค่าล้างอัดรูป	200	บาท
- ค่าจัดทำรูปเล่ม	2,000	บาท
- ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	500	บาท
รวมค่าใช้จ่าย	4,000	บาท (สี่พันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีการออกแบบสถาปัตยกรรม

สถาปนิกเป็นผู้กำหนดรูปร่าง ลักษณะ ทั่วไปของอาคาร โดยแสดงด้วยรูปฉายเขียนด้วยมาตราส่วนย่อ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถวัดขนาดของอาคารได้ทุกส่วน และนำไปใช้เป็นแนวทางการก่อสร้างเป็นตัวอาคารได้จริง มีรูปร่าง ลักษณะ ขนาด ตรงตามที่เขียนไว้ในแบบทุกประการ

แบบก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมแสดงด้วยรูปแบบของอาคารทางแนวราบที่บอกขนาดความกว้าง ความยาวของตัวอาคารด้วยรูปผังต่างๆ และรูปแบบที่บอกความสูงของอาคารทางแนวดิ่งด้วยรูปด้านและรูปตัด บางส่วนของอาคารที่แสดงได้ไม่ละเอียดชัดเจนพอในผัง รูปด้านหรือรูปตัด อาจแสดงด้วยรูปขยายเฉพาะจุดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกว่า แบบขยายรายละเอียดทางสถาปัตยกรรม และยังมีตารางรายละเอียดที่เขียนอธิบายส่วนของอาคารที่ไม่สามารถเขียนแสดงได้ด้วยรูปในแบบข้างต้น และมีรายการประกอบแบบก่อสร้าง ซึ่งระบุถึงชื่อสินค้า หรือคุณภาพของวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้างส่วนต่างๆของอาคาร และวิธีการก่อสร้างที่กำหนดให้ผู้ทำการก่อสร้างปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิชาการก่อสร้าง และความประสงค์ของผู้ออกแบบด้วย

แบบก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมจำแนกได้ดังนี้

1. ผังบริเวณ (Lay out Plan) และผังที่ตั้ง (Site Plan)
2. ผังพื้นทุกชั้น (Floor Plans)
3. รูปด้าน (Elevations)
4. รูปตัด (Sections)
5. รูปขยายรายละเอียดทางสถาปัตยกรรม (Details)

2.2 ทฤษฎีการออกแบบโครงสร้าง

แบบโครงสร้างเขียนขึ้นประกอบกับแบบทางสถาปัตยกรรม เพื่อประโยชน์ด้านความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร และสิ่งจำเป็นอื่นๆในอาคาร แบบวิศวกรรมโครงสร้างเป็นแบบที่วิศวกรโยธาเป็นผู้คำนวณขนาดและรายละเอียดของโครงสร้างอาคาร เช่น ตำแหน่งของเสาตอม่อและฐานรากของอาคาร ซึ่งจะตรงกับตำแหน่งเสาที่เป็นโครงสร้างในแบบก่อสร้างทางสถาปัตยกรรม และตำแหน่งเสา คาน พื้น ของอาคารแต่ละชั้น นอกจากนั้น ยังมีรายละเอียดของชิ้นส่วนโครงสร้างว่ามีขนาดเท่าใด แสดงตำแหน่ง ขนาดหน้าตัด และจำนวนเหล็กเสริมที่ใช้กับหน้าตัดโครงสร้างแต่ละส่วน และมีตารางรายละเอียดทางวิศวกรรมเพื่อช่วยอธิบายแทนรูปที่ซ้ำๆกันของโครงสร้างส่วนต่างๆ

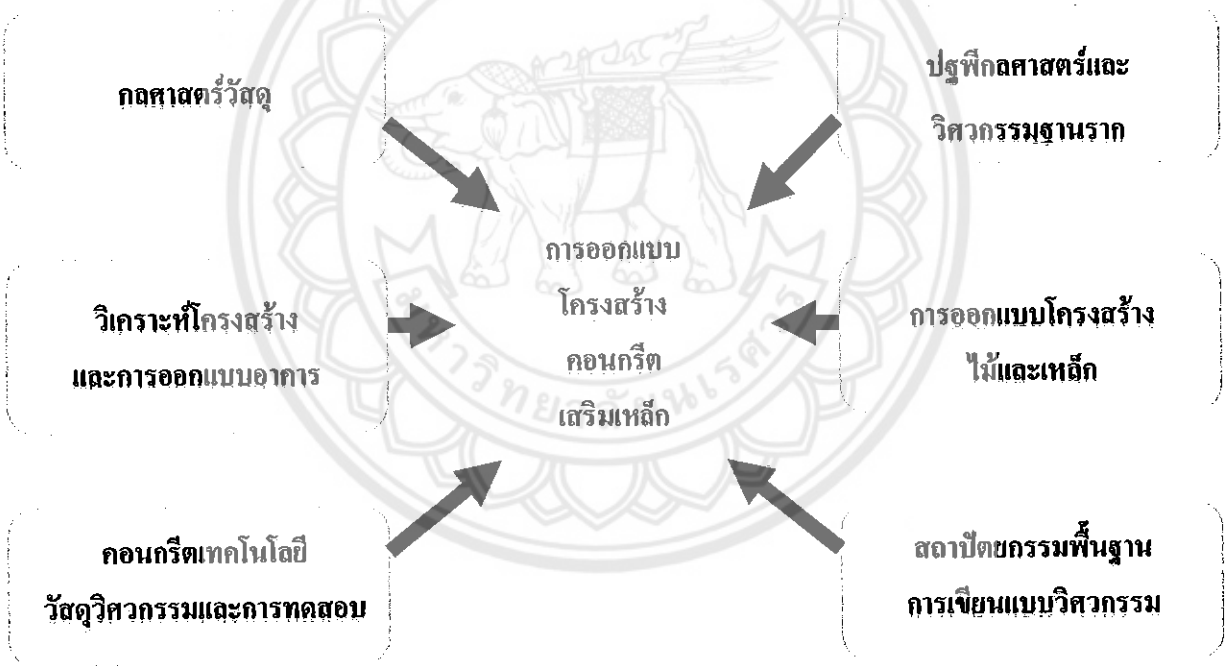
2.2.1 มาตรฐานการออกแบบ

มาตรฐานการออกแบบสำหรับใช้ออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก อาจจะออกโดยหน่วยงานรัฐหรือ องค์กร สถาบันต่างๆ การกำหนดคุณภาพและคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของวัสดุ ส่วนปลอดภัยสมมติฐาน การวิเคราะห์โครงสร้าง วิธีการออกแบบองค์อาคารภายใต้แรงต่างๆ ในประเทศไทยใช้มาตรฐานสำหรับออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งานและโดยวิธีกำลัง ออกโดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (หรือเรียกว่าย่อว่า มาตรฐาน ว.ส.ท.) และมาตรฐานต่างประเทศที่นิยมใช้ ได้แก่ American Concrete Institute (ACI) , American Association Standards of Highways and Transport Official (AASHTO), British Standards (BS) เป็นต้น

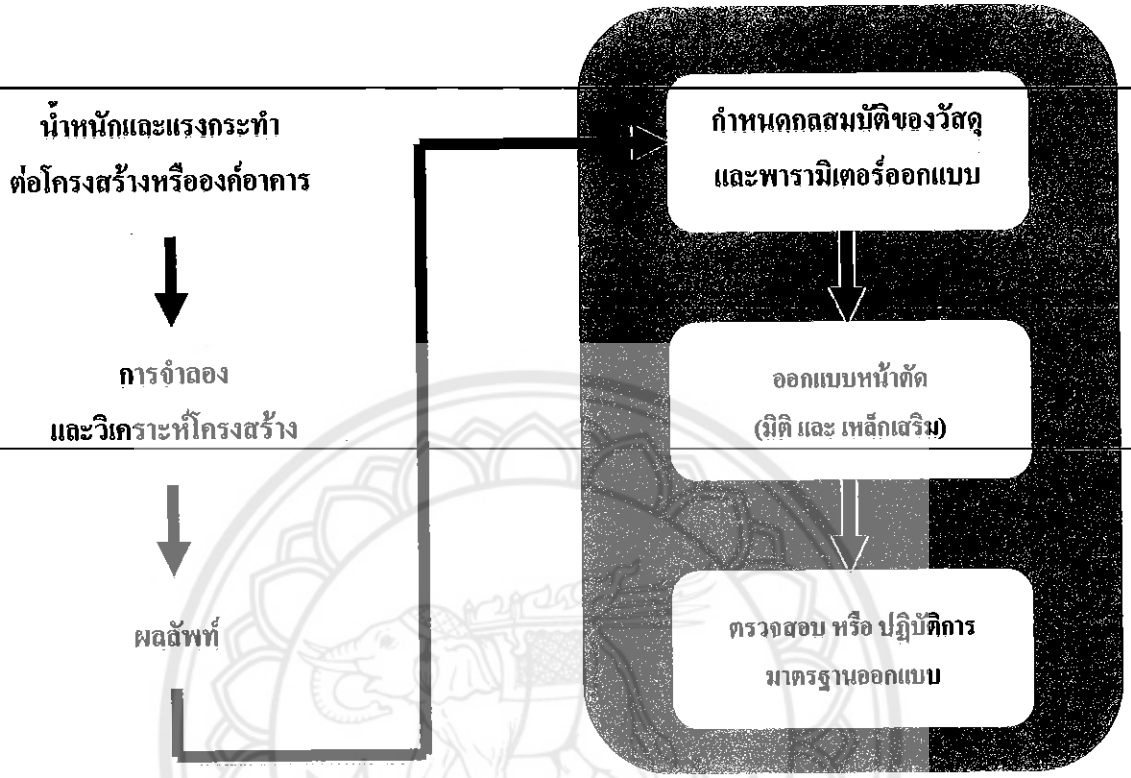
มาตรฐานเป็นเพียงข้อแนะนำปฏิบัติขั้นต่ำ วิศวกรผู้ออกแบบต้องปฏิบัติตาม ดังนั้นวิศวกรผู้ออกแบบจะต้องใช้ความรู้ ความเชี่ยวชาญ ประสบการณ์ หรือวิจารณญาณประกอบอย่างรอบคอบ โดยคำนึงถึงสภาพข้อเท็จจริง ความสมเหตุสมผล

2.2.2 การคำนวณออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

การคำนวณออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กต้องใช้ความรู้วิศวกรรมโยธาหลายแขนง เพื่อประมวลข้อมูลอันได้แก่น้ำหนัก แรงที่กระทำต่อองค์อาคารหรือโครงสร้างวัสดุ และกลสมบัติโดยเฉพาะคอนกรีตและเหล็กเสริม การจำลองและวิเคราะห์โครงสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ส่วนกระบวนการและลำดับขั้นตอนคำนวณออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กแสดงในรูปที่ 1.2 กล่าวโดยสรุปได้ว่า การออกแบบจะใช้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงสร้างผนวกกับกลสมบัติของวัสดุ (คอนกรีตและเหล็กเสริม) โดยมีหลักการว่า จะต้องออกแบบโดยคำนึงถึงความมั่นคงแข็งแรง ความประหยัด สามารถก่อสร้างได้ ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์



รูปที่ 1.1 หลักวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก



รูปที่ 1.2 กระบวนการและลำดับขั้นตอนคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริม**เหล็ก**

2.2.3 การออกแบบโครงสร้างเหล็ก

การออกแบบโครงสร้างเหล็กเป็นการคำนวณเพื่อเลือกชนิดและขนาดของเหล็กรูปพรรณที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถต้านทานต่อแรงหรือน้ำหนักบรรทุกที่กระทำได้โดยปลอดภัย การออกแบบโครงสร้างเหล็กมีวิธีการเฉพาะสำหรับแต่ละส่วนโครงสร้าง ขึ้นกับแรงหรือโมเมนต์ ที่ส่วนโครงสร้างนั้นรับหรือต้านทานรวม ถึงการพิจารณาออกแบบรอยต่อของส่วนโครงสร้างเพื่อให้ทุกๆส่วนของโครงสร้างร่วมกันรับน้ำหนักได้ตามต้องการ

2.2.3.1 มาตรฐานหรือข้อบัญญัติ

มาตรฐานสำหรับการออกแบบโครงสร้างเหล็กได้แก่ มาตรฐาน AISC (American Institute of Steel Construction) สำหรับการคำนวณและออกแบบโครงสร้างเหล็กที่เป็นส่วนของโครงอาคาร มาตรฐาน AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) และ มาตรฐาน AREA (American Railway Engineering Association) สำหรับการคำนวณและออกแบบโครงสร้างเหล็กที่มิได้เป็นส่วนของโครงอาคาร ซึ่งเป็นมาตรฐานของอเมริกัน ส่วนมาตรฐานกำหนดของประเทศไทยคือ มาตรฐาน ว.ส.ท. (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย) ซึ่งให้ข้อมูลส่วนใหญ่คล้ายกับที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน AISC

2.2.3.2 มาตรฐาน AISC (American Institute of Steel Construction)

สถาบันการก่อสร้างอาคารด้วยเหล็กโครงสร้าง American Institute of Steel Construction (AISC) ได้กำหนดวิธีการออกแบบโครงสร้างไว้ 2 วิธี คือ วิเคราะห์และออกแบบโดยวิธีอีลาสติก (Allowable Stress Design : ASD) : ซึ่งพิจารณาใช้หน่วยแรงที่ยอมให้เมื่อส่วนของโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน (Working Load) วิเคราะห์และออกแบบโดยวิธีพลาสติก (Plastic Design) ซึ่งพิจารณาใช้กำลังสูงสุดของโครงสร้าง (กำลังจุดครากของเหล็ก) เมื่อส่วนของโครงสร้างนั้นถูกสมมติให้ต้องรับน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มค่าแล้ว ต่อมาได้กำหนดวิธีการออกแบบโครงสร้างเหล็กเพิ่มขึ้นอีก 1 วิธี Load & Resistance Factor Design : LRFD การออกแบบตามวิธี LRFD เป็นการพิจารณาที่สภาวะวิบัติของส่วนโครงสร้าง โดยอนุญาตให้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีอีลาสติกหรือวิธีพลาสติกเมื่อส่วนของโครงสร้างนั้นถูกสมมติให้ต้องรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว (Factored Load) หรืออาจเรียกว่า น้ำหนักประลัย และให้พิจารณา

ออกแบบส่วนของโครงสร้างโดยใช้กำลังที่ใช้ออกแบบ (Design Strength) ซึ่งเป็นกำลังต้านทานระบุ (Nominal Strength) ของวัสดุที่ลดค่าแล้วด้วยตัวคูณลดกำลัง หรือที่เรียกว่า กำลังรับแรงประลัย

2.2.3.3 การออกแบบโดยวิธี Allowable Stress Design : ASD

การออกแบบโดยวิธี ASD คือหน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนรูปตัดของส่วนโครงสร้างที่พิจารณาเลือกใช้เมื่อให้รับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน (work stress : f) ต้องมีค่าไม่เกินกว่าค่าหน่วยแรงใช้งานที่ยอมให้ (allowable stress : F)

น้ำหนักบรรทุกใช้งาน (working load) คือ น้ำหนักหรือแรงกระทำต่างๆที่คาดว่าส่วนโครงสร้างนั้นจะต้องรับ ได้แก่ น้ำหนักบรรทุกคงที่ (dead load : DL) น้ำหนักบรรทุกจร (live load : LL) แรงลม (wind load : WL) แรงจากแผ่นดินไหว (earthquake load : EL) เป็นต้น ในการออกแบบต้องพิจารณาจัดรวมน้ำหนักหรือแรงกระทำต่างๆ เพื่อให้ได้น้ำหนักบรรทุกใช้งานสูงสุดที่กระทำต่อส่วนของโครงสร้าง

หน่วยแรงที่เกิดขึ้นจริง (actual stress) เป็นค่าที่ได้จากการหาค่าแรงหรือโมเมนต์ดัดที่กระทำด้วยคุณสมบัติของรูปตัด

หน่วยแรงใช้งานที่ยอมให้ (allowable stress) หรือเรียกสั้นๆว่าหน่วยแรงที่ยอมให้เป็นค่าที่ได้จากการหารค่ากำลังที่จุดครากหรือหน่วยแรงสูงสุดของวัสดุด้วยค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (Factor of Safety) ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่จะใช้ขึ้นอยู่กับประเภทของส่วนโครงสร้าง

2.2.3.4 การออกแบบโดยวิธี Load & Resistance Factor Design : LRFD

การออกแบบโดยวิธี LRFD คือในสภาวะที่ส่วนของโครงสร้างจะเกิดการวิบัติ น้ำหนักประลัยหรือน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว (factored load) ที่กระทำต่อส่วนของโครงสร้างที่พิจารณา หรือกำลังรับแรงที่ต้องการ (required strength) ต้องมีค่าไม่เกินกว่ากำลังต้านทานสูงสุดของส่วนโครงสร้างนั้นเมื่อได้ลดค่าลงแล้ว (design strength) หรือที่เรียกว่ากำลังรับแรงประลัยของส่วนโครงสร้าง

น้ำหนักประลัยหรือน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว (factored load) ได้จากการคูณน้ำหนักหรือแรงกระทำใช้งานต่างๆ (load : Q_I) ด้วยตัวคูณเพิ่มน้ำหนัก (load factor : γ_I) ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของน้ำหนักบรรทุก

กำลังที่ใช้ออกแบบหรือกำลังรับแรงประลัย ได้จากตัวคูณกำลังต้านทานตัวคูณที่คำนวณได้ตามทฤษฎี (nominal resistance : R_n) คั่วยตัวคูณลดกำลัง (resistance factor : $\varnothing$) ซึ่งมีค่าต่างกัน

2.2.4 น้ำหนักบรรทุกในโครงอาคาร

การออกแบบโครงอาคาร ผู้ออกแบบต้องพิจารณาทั้งน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ของชิ้นส่วนโครงอาคาร และน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ตลอดจนแรงกระแทกที่ชิ้นส่วนของโครงสร้างนั้นคาดว่าจะต้องรับหรือต้านทานด้วย ในแต่ละภูมิภาคหรือแต่ละประเทศ จะใช้ข้อบัญญัติเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำที่ต้องพิจารณาใช้สำหรับการออกแบบส่วนของโครงสร้าง

น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) เป็นน้ำหนักของโครงสร้างเองที่ประกอบรวมเป็นโครงอาคาร ขึ้นกับขนาดและชนิดของวัสดุที่ใช้

คอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา	2400	กก. /ลูกบาศก์เมตร
เหล็ก	7850	กก. /ลูกบาศก์เมตร
ไม้	480	กก. /ลูกบาศก์เมตร
อิฐ	1900	กก. /ลูกบาศก์เมตร
วัสดุมุงหลังคา	5-18	กก. /ตารางเมตร
แป้ไม้	5	กก. /ตารางเมตร
โครงหลังคาไม้	10-20	กก. /ตารางเมตร
ฝ้าเพดาน	14-26	กก. /ตารางเมตร
กำแพงอิฐมอญ ½ แผ่น	180	กก. /ตารางเมตร
กำแพงอิฐบล็อก	100	กก. /ตารางเมตร
กำแพงคอนกรีตบล็อก	240	กก. /ตารางเมตร

ฝ้าไม้อัดรวมเคร่า	12-30	กก. /ตารางเมตร
พื้นไม้รวมตง	30	กก. /ตารางเมตร

สำหรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ของโครงหลังคาเหล็ก ขึ้นอยู่กับความชันและช่วงความยาวของโครง ถ้าโครงเหล็กมีช่วงยาว 40 ฟุต และมีความชัน (pitch) ระหว่าง1/3 – 1/4 ให้ประมาณน้ำหนักบรรทุกคงที่ของโครงเหล็กเท่ากับ 2 - 3.5 ปอนด์ / ตร.ฟุต เมื่อโครงสร้างมีช่วงยาวเกินกว่า 40 ฟุต ให้เพิ่มน้ำหนักอีก 0.5 – 1 ปอนด์ / ฟุต ทุกๆความยาวที่เพิ่มขึ้น 10 ฟุต จนกระทั่งถึง 80 ฟุต

น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุกจรในแนวดิ่งและน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำทางด้านข้างของอาคาร

น้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำในแนวดิ่ง ได้แก่ น้ำหนักของผู้ใช้อาคาร น้ำหนักเครื่องเรือน เครื่องจักร สิ่งของต่างๆขึ้นกับประเภทและการใช้สอยอาคารนั้น

น้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำทางด้านข้างของอาคาร ได้แก่ แรงลม แรงจากแผ่นดินไหว

แรงลมที่กระทำต่อโครงอาคาร ขึ้นอยู่กับแรงดันแบบไดนามิคของลมที่เกิดจากความเร็วลม ซึ่งมีทั้งแรงดัน (Pressure) ด้านเหนือลม และแรงดูด (Suction) ด้านใต้ลม ความเร็วลมจะแปรตามสภาพภูมิประเทศ ความสูงเหนือพื้นดิน และอาคารข้างเคียง ในการออกแบบจะสมมติให้แรงลมกระทำอย่างสม่ำเสมอต่อโครงอาคารด้านที่รับลม และแรงลมสามารถกระทำได้ทุกทิศทาง

แรงลมกระทำภายนอกอาคาร แรงลมที่กระทำตั้งฉากกับแนวหลังคา (p_n) มีทั้งแรงดันและแรงดูด ทั้งทางด้านเหนือลมและด้านใต้ลม ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมลาดเอียง (θ) ของโครงหลังคา ซึ่งถ้าได้ค่าเป็นบวกจะหมายถึงแรงดัน และถ้าได้ค่าเป็นลบจะหมายถึงแรงดูดหรือแรงยกตัวที่กระทำออกจากโครงหลังคา

แรงลมกระทำภายในอาคาร เมื่ออาคารมีช่องเปิดของหน้าต่างหรือประตู เท่ากับร้อยละ n ของเนื้อที่ผนังทั้งหมด ซึ่งค่าของ n อยู่ระหว่าง 0 ถึง 30% จะหาแรงลมที่กระทำตั้งฉากต่อโครงหลังคาภายในได้จากสมการต่อไปนี้ ซึ่งถ้าได้ค่าเป็นบวกจะหมายถึงแรงดันและถ้าได้ค่าเป็นลบจะหมายถึงแรงดูดที่กระทำออกจากโครงหลังคา

แรงลมภายในที่ด้านเหนือลม $p_n = (+0.225+0.0125n)\,p \leq 0.6p$

แรงลมภายในที่ด้านใต้ลม $p_n = (-0.225-0.0075n)\,p \leq -0.45p$

ถ้า n มีค่ามากกว่า 30% ให้ใช้ค่าสูงสุดตามที่กำหนดข้างต้น

อย่างไรก็ดีเมื่อต้องการหาแรงลมที่กระทำตั้งฉากกับแนวหลังคา อาจใช้สูตรสำเร็จต่อไปนี้ ซึ่งพิจารณาเฉพาะแรงดันด้านเหนือลมเพียงอย่างเดียว

(1) $P_n = p(2\sin\theta)/(1+\sin^2\theta)$ Duchemin Formula

(2) $P_n = p\sin\theta^{1.84\cos\theta-1}$ Hutton Formula

(3) $P_n = p\theta/45$ Ketchum or Straight – line Formula

ในเมื่อ θ เป็นมุมลาดเอียงของหลังคาหน่วยเป็นองศา

กรุงเทพมหานครได้ออกข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 โดยกำหนดน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับการออกแบบโครงสร้างประเภทต่างๆ ซึ่งต้องไม่น้อยกว่าอัตราต่อไปนี้

หลังคา	50	กก. / ตารางเมตร
กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100	กก. / ตารางเมตร
ที่พักอาศัย ห้องน้ำ โรงเรียนอนุบาล	150	กก. / ตารางเมตร
อาคารชุด หอพัก โรงแรม	200	กก. / ตารางเมตร
สำนักงาน ธนาคาร	250	กก. / ตารางเมตร
อาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย โรงเรียน ห้องโถง	300	กก. / ตารางเมตร
บันได ทางเดินของอาคารพาณิชย์ โรงพยาบาล		
ห้างสรรพสินค้า หอประชุม ธนาคาร		
ที่จอดหรือเก็บรถยนต์นั่ง คลังสินค้า พิพิธภัณฑ์	400	กก. / ตารางเมตร
อัฒจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม		

ห้องเก็บเอกสารและวัสดุ ทางเดินห้างสรรพสินค้า		
ห้องสมุดภัตตาคาร	500	กก. / ตารางเมตร
ห้องเก็บหนังสือของหอสมุด	600	กก. / ตารางเมตร
ที่จอดรถยนต์บรรทุกเปล่าและรถอื่น	800	กก. / ตารางเมตร

แรงลมสำหรับส่วนของอาคาร

- ที่สูงไม่เกิน 10 เมตร 50 กก. / ตารางเมตร
- ที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร 80 กก. / ตารางเมตร
- ที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร 120 กก. / ตารางเมตร
- ที่สูงกว่า 40 เมตร 160 กก. / ตารางเมตร

การออกแบบในจังหวัดอื่นในประเทศไทย ผู้ออกแบบต้องพิจารณาจากประกาศของกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย ส่วนการออกแบบในต่างประเทศ ผู้ออกแบบต้องพิจารณาจากข้อบัญญัติของมลรัฐนั้นๆ

2.2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ

SUTStructor เป็นโปรแกรมที่มี การป้อนข้อมูลเข้าแบบกราฟฟิก ซึ่งสามารถคำนวณโครงสร้างได้ทั้ง โครงข้อแข็ง/โครงข้อหมุน และมีคุณลักษณะเด่นดังนี้

- ป้อนข้อมูลแบบกราฟฟิกบนหน้าจอและแสดงภาพให้เห็นทันที

- ป้อนองค์อาคารได้โดยไม่ต้องป้อนจุดต่อก่อน

- ลบจุดต่อที่ไม่ติดต่อกับองค์อาคารอัตโนมัติ

- คำนวณพื้นที่ โมเมนต์ความเฉื่อย จากหน้าตัดอัตโนมัติ

-ใส่ที่รองรับ (Support) แบบกราฟฟิก และคำนวณที่รองรับแบบเอียงได้

- มีตัวช่วยสร้างโครงสร้าง (Structure Wizard) และตัวช่วยสร้างคาน (Beam Wizard) ทำให้ สามารถสร้างโครงสร้างภายใน 3 ขั้นตอน

- ใส่น้ำหนักบรรทุกที่องค์อาคาร (Member Load) หรือที่จุดต่อ (Nodal Load) เป็นกราฟฟิก

- มีน้ำหนักบรรทุกให้เลือกหลายแบบ เช่น น้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุด (Concentrate Load), น้ำหนักบรรทุกชนิดแผ่กระจายคงที่ (Uniform Load), น้ำหนักบรรทุกจากอุณหภูมิ(Thermal Load), น้ำหนักบรรทุกเนื่องจากความยาวที่ผิดพลาด (Fabrication Error)

- แสดงรูปภาพของน้ำหนักบรรทุกแบบกราฟฟิกและมีน้ำหนักบรรทุกหลายประเภทให้เลือก

- เลือกทิศทางของน้ำหนักบรรทุกแบบกราฟฟิก

- ใส่น้ำหนักบรรทุกได้ทั้งตามแนวแกนขององค์อาคารหรือแกนรวมโครงสร้าง

- แสดงผลลัพธ์การคำนวณบนหน้าจอเป็นกราฟฟิก ได้แก่ แผนภาพแรงตามแนวแกน แผนภาพแรงเฉือน แผนภาพแรงดัด แผนภาพการแอ่น

- แสดงภาพเคลื่อนไหวการแอ่นได้

- แสดงจุดดัดกลับได้

- รายงานผลเป็นตารางได้ และจัดเรียงค่ามากน้อยได้

- แสดงค่าสูงสุด และ ค่าที่จุดปลายของแต่ละองค์อาคารได้

- คัดลอก ภาพ หรือ ผลในตารางไปใส่ใน MS Word หรือ Ms Excel ได้

- แสดงผลลัพธ์ระหว่างการคำนวณ

- แสดงแผนภาพแรงทั้งหมดได้พร้อมกัน

- คำนวณหลายโครงสร้างในแผ่นงานเดียว

2.2.5.1 คำสั่งลบ (Delete)

ภายในปุ่ม **Delete Member** จะมีอีกสองคำสั่งที่ใช้ปุ่มเดียวกันนี้คือ **Delete Loads, Delete Node** โดยสามารถเลือกเปลี่ยนได้โดยกดที่ปุ่มลูกศรลง

Delete Member

1. คลิกที่ปุ่ม **Delete Member**

2. เลื่อนเมาส์ไปยังองค์อาคารที่ต้องการลบ

Delete Loads

1. คลิกที่ลูกศรทิศลงชิดปุ่ม **Delete Member**

2. คลิกที่ปุ่ม **Delete Loads**

3. เลื่อนเมาส์ไปยังองค์อาคารที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ซ้าย

Delete Node

1. คลิกที่ลูกศรทิศลงชิดปุ่ม **Delete Node**

2. คลิกที่ปุ่ม **Delete Node**

3. เลื่อนเมาส์ไปยังจุดต่อที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ซ้าย

2.2.5.2 คำสั่งเลือก องค์อาคาร/จุดต่อ หรือทั้งสอง (Select / Unselect)

ในปุ่ม **Select/Unselect All** จะประกอบด้วยคำสั่ง 4 คำสั่งด้วยกันคือ

Select/Unselect All เมื่อคำสั่งนี้ถูกเลือก เมื่อเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่แผ่นงาน ณ จุดที่มีองค์อาคารหรือจุดต่อ จะเป็นการเลือกองค์อาคารนั้นหรือจุดต่อนั้น เมื่อคลิกเมาส์ซ้ายอีกครั้งที่องค์อาคารหรือจุดต่อที่ถูกเลือกเป็นการยกเลิกการเลือก

Select/Unselect Member เมื่อคำสั่งนี้ถูกเลือก เมื่อเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่แผ่นงาน ณ จุดที่มีองค์อาคาร จะเป็นการเลือกองค์อาคารนั้น เมื่อคลิกเมาส์ซ้ายอีกครั้งที่องค์อาคารที่ถูกเลือกเป็นการยกเลิกการเลือก

Select/Unselect Node เมื่อคำสั่งนี้ถูกเลือก เมื่อเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่แผ่นงาน ณ จุดที่จุดต่อ จะเป็นการเลือกจุดต่อนั้น เมื่อคลิกเมาส์ซ้ายอีกครั้งที่จุดต่อที่ถูกเลือกเป็นการยกเลิกการเลือก

Standby เมื่อคำสั่งนี้ถูกเลือก เมื่อเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่แผ่นงาน ณ จุดที่มีองอาคารหรือจุดต่อ จะเป็นการเลือกองค์อาคารนั้นหรือจุดต่อนั้น ซึ่งจะสามารถเลือกได้เพียงองค์อาคารเดียวเท่านั้น และคำสั่งนี้เป็นเสมือนคำสั่งพื้นฐาน เพราะเมื่ออยู่ในรูปแบบปฏิบัติการ (Mode) ใดก็ตามถ้าทำการคลิกเมาส์ขวาจะเป็นการกลับมาสู่รูปแบบปฏิบัติการ–**Standby** คำสั่งกลุ่มนี้เป็นประโยชน์มากเมื่อต้องการเลือกหลายองค์อาคาร หรือ จุดต่อ เพื่อนำไปใช้กับคำสั่งอื่น เช่น เลื่อนองค์อาคาร คัดลอก ใส่น้ำหนักบรรทุก หรือ เปลี่ยนคุณสมบัติวัสดุ

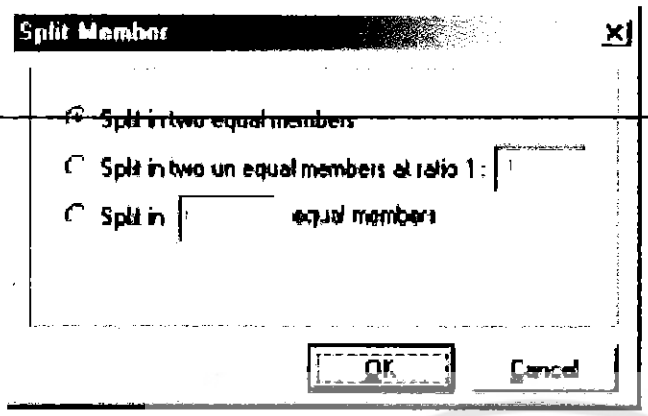
2.2.5.3 การแบ่งองค์อาคาร (Split Member)

1. ถ้าต้องการเคลื่อนหลายองค์อาคารพร้อมกันให้ทำการเลือกองค์อาคารก่อน

2. เลือกคำสั่ง **Split Member** จากแถบเครื่องมือ

3. เลื่อนเมาส์ไปยังองค์อาคารที่ต้องการแบ่ง คลิกเมาส์ซ้าย จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาดังรูป

3. เลื่อนเมาส์ไปยังองค์อาคารที่ต้องการแบ่ง คลิกเมาส์ซ้าย จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาดังรูป



เลือก **Split in two equal member** เมื่อต้องการแบ่ง 2 ส่วนเท่ากัน

เลือก **Slit two unequal members at ratio 1:** พิมพ์ 0.5 เมื่อต้องการแบ่ง 2 ส่วนเท่า กัน

เลือก **Slit in** [จำนวนท่อนที่ต้องการแบ่ง] **equal members**

4. กด **Ok** เพื่อตกลง

2.2.5.4 การใส่ที่รองรับและจุดต่อ (Support & Joint)

คำสั่งใช้เปลี่ยนชนิดที่รองรับที่ใน SUTStructor มี

Pin Support มีการยึดรั้งตามแกน X, Y

Fix Support มีการยึดรั้งตามแกน X, Y และ โมเมนต์

Roller Support มีการยึดรั้งตามแกน Y

Slider Support มีการยึดรั้งตามแกน Y และ โมเมนต์

ส่วนข้อต่อ มี

Hinge Joint ไม่มีการส่งถ่ายโมเมนต์ผ่านข้อต่อ

Rigid Joint มีการส่งถ่ายโมเมนต์ผ่านข้อต่อ

ท่านสามารถเลือกรูปแบบจุดต่อได้ดังนี้

ถ้าต้องการเปลี่ยนรูปแบบจุดต่อหลายจุดต่อพร้อมกันให้ทำการเลือกจุดต่อก่อนโดยใช้คำสั่ง **Select /Unselect All** หรือ **Select /Unselect Node**

กรณีต้องการเปลี่ยนที่รองรับ (Support)

1. เลือกชนิดของจุดต่อลูกศรลงข้างแถบเครื่องมือ **Pin Support** ซึ่งจะแสดงรายการที่รองรับให้เลือก (ถ้ามีการเลือกจุดต่อก่อนโดยใช้คำสั่ง Select สิ้นสุดเท่านี้)

2. เลื่อนเมาส์ไปยังจุดต่อที่ต้องการเปลี่ยนชนิดที่รองรับ แล้วคลิกเมาส์ซ้าย

กรณีต้องการเปลี่ยนข้อต่อ (Joint)

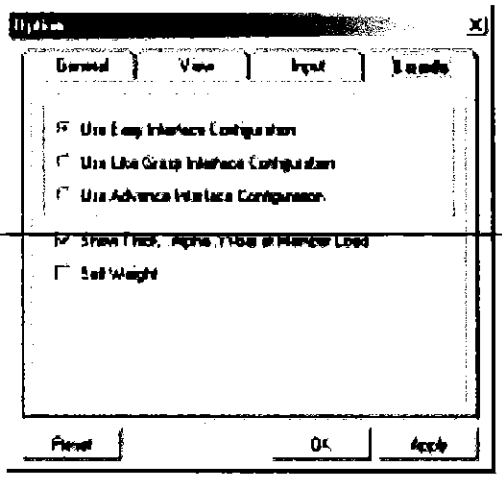
1. เลือกชนิดของจุดต่อลูกศรลงข้างแถบเครื่องมือ **Hinge Joint** ซึ่งจะแสดงรายการที่รองรับให้เลือก (ถ้ามีการเลือกจุดต่อก่อนโดยใช้คำสั่ง Select สิ้นสุดเท่านี้)

2. เลื่อนเมาส์ไปยังจุดต่อที่ต้องการเปลี่ยนชนิดข้อต่อ แล้วคลิกเมาส์ซ้าย

2.2.5.5 การตั้งเฉือกรูปแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในการป้อนน้ำหนักบรรทุก (InterfaceConfiguration)

ท่านสามารถตั้งหน้าตาในการป้อนน้ำหนักบรรทุกได้ 3 รูปแบบด้วยกัน โดยทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. คลิกเมาส์ซ้ายที่คำสั่ง **Option** บนแถบเครื่องมือจะมีหน้าต่างแสดงดังรูป



2. เลือกไปที่แถบ Loads

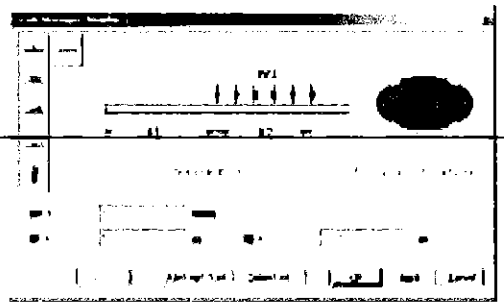
3. ให้คลิกเมาส์ซ้ายที่ช่องวงกลมหน้า Interface Configuration ที่ต้องการ

4. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อยืนยัน

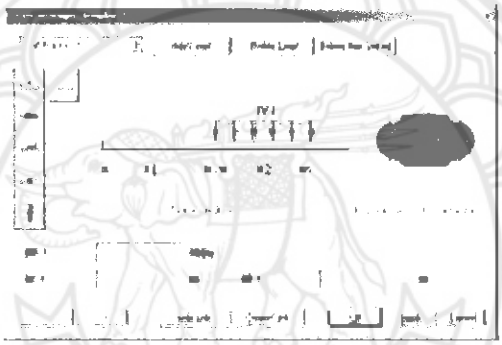
ในแต่ละรูปแบบมีหน้าตาดังนี้

Quick Interface Configuration

GRASP-LIKE Interface Configuration



Advanced Interface Configuration

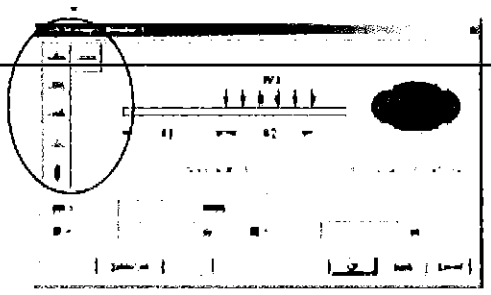


2.2.5.6 การเพิ่มน้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับองค์อาคารแบบ Quick Interface Configuration

ถ้าต้องการเคลื่อนหลายองค์อาคารพร้อมกันให้ทำการเลือกองค์อาคารก่อน

1. เลือกคำสั่ง **Member Loads** **ที่แถบเครื่องมือ**

2. เลื่อนเมาส์ไปยังองค์อาคารที่ต้องการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก คลิกเมาส์จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมา ดังรูป



3. เลือกชนิดของน้ำหนักบรรทุกบริเวณปุ่มด้านซ้าย (ในวงรี)

4. เลือกทิศทางของน้ำหนักบรรทุกที่ปุ่มสีเขียวด้านขวามือ

5. ป้อนค่าที่ขนาดและพิกัดที่ช่องข้อความด้านล่าง

6. กด **Apply** หรือ **OK** เพื่อยืนยัน

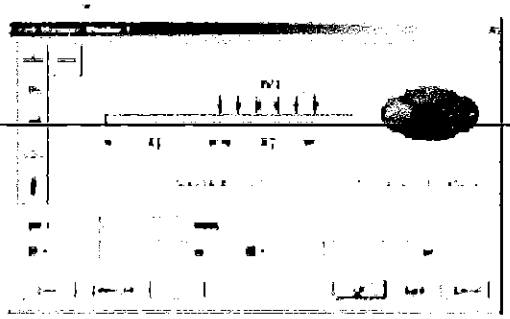
7. ถ้าต้องการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกอีกต้อง กด **OK** แล้วทำตามขั้นตอน 2 – 6 ใหม่

2.2.5.7 การแก้ไข/ลบ น้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับองค์อาคารแบบ Quick Interface Configuration

การแก้ไปองค์อาคารจะกระทำได้ทีละองค์อาคารแต่ถ้าองค์อาคารอื่นมีการเชื่อมโยงมายังรายการน้ำหนักบรรทุกเดียวกันกับองค์อาคารที่ถูกแก้ไขก็จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าไปด้วย

1. เลือกคำสั่ง **Member Loads** ที่แถบเครื่องมือ

2. เลื่อนเมาส์ไปยังองค์อาคารที่ต้องการแก้ไขน้ำหนักบรรทุก คลิกเมาส์จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาดังรูป



3. คลิกที่ปุ่ม **Prev** เพื่อย้อนกลับไปหาน้ำหนักบรรทุกเก่าที่เคยเพิ่มไว้

4. **ทำการแก้ไขค่าต** ามที่ต้องการ หรือ ถ้าต้องการลบน้ำหนักบรรทุกคลิกที่ **Delete Link**

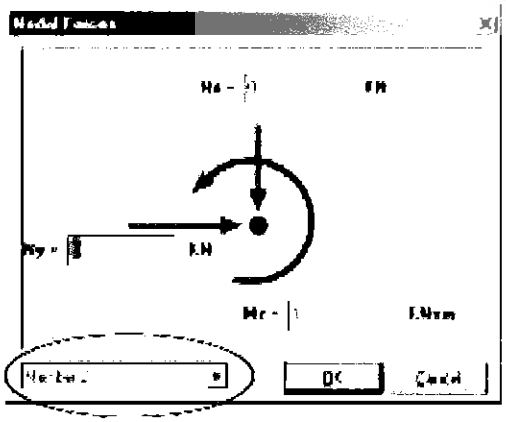
5. กด **Apply** หรือ **OK** เพื่อยืนยัน

2.2.5.8 การเพิ่มน้ำหนักบรรทุกที่จุดต่อ (Set Nodal Force)

ถ้าการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกที่จุดต่อพร้อมกันให้ทำการเลือกองค์อาคารก่อน

1. เลือกคำสั่ง **Set Nodal Loads** ที่แถบเครื่องมือ

2. เลื่อนเมาส์ไปยังจุดต่อที่ต้องการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกที่จุดต่อ คลิกเมาส์ซ้ายจะมีหน้าต่าง แสดงขึ้นมา



3. ป้อนค่าในช่องข้อความ

4. กด **OK** เพื่อยืนยัน หรือ **Cancel** เพื่อยกเลิก

ภายในวงรีท่านสามารถเลือกองค์อาคารที่ต้องการให้น้ำหนักบรรทุกที่จุดต่อกระทำได้ ซึ่งจะมีประโยชน์เมื่อจุดต่อนั้นเป็น Hinge Joint และมีการใส่ค่าโมเมนต์ที่จุดต่อ ท่านสามารถจะเลือกได้ว่าจะให้โมเมนต์นั้นกระทำกับองค์อาคารตัวไหน

ภายในหนึ่งจุดต่อจะมีน้ำหนักบรรทุกที่กระทำบนจุดต่อได้เพียงหนึ่งชุดเท่านั้นซึ่ง 1 ชุดจะประกอบด้วยแรงตามแนวแกน X, Y, Z โดยทิศทางของแรงจะอ้างอิงตามแกนโกบอล (อธิบายในบทที่ 2)

2.2.5.9 การแสดงผลแรงปฏิกิริยา (Show Reaction)

เลือกคำสั่ง **Support Reactions** จากแถบคำสั่ง จากนั้น SUTStructor จะแสดงผลแรงปฏิกิริยาบนแผ่นงานทันที ถ้าการวิเคราะห์ไม่มีปัญหา

2.2.5.10 การแสดงแผนภาพแรงตามแนวแกน (Show Axial)

เลือกคำสั่ง **Axial Force Diagram** จากแถบคำสั่ง จากนั้น SUTStructor จะแสดงผลแรงตามแนวแกนบนแผ่นงานทันที ถ้าการวิเคราะห์ไม่มีปัญหา

2.2.5.11 การแสดงแผนภาพแรงเฉือน (Show Shear)

เลือกคำสั่ง **Shear Force Diagram** จากแถบคำสั่ง จากนั้น SUTStructor จะแสดงผลแรงเฉือนบนแผ่นงานทันที ถ้าการวิเคราะห์ไม่มีปัญหา

2.2.5.12 การแสดงแผนภาพโมเมนต์ (Show Moment)

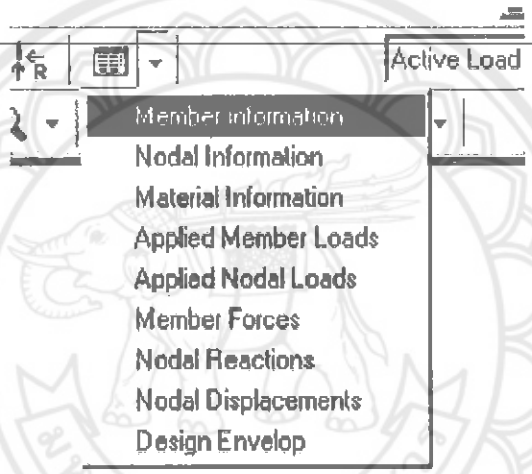
เลือกคำสั่ง **Bending Moment Diagram** จากแถบคำสั่ง จากนั้น SUTStructor จะแสดงผล

2.2.5.13 การแสดงแผนภาพการแอ่น (Show Deflection)

เลือกคำสั่ง **Deformed Shape** จากแถบคำสั่ง จากนั้น SUTStructor จะแสดงผลการแอ่นบนแผ่นงานทันที ถ้าการวิเคราะห์ไม่มีปัญหา

2.2.5.14 ผลลัพธ์แบบตาราง (Table Results)

ท่านสามารถแสดงผลลัพธ์เป็นตารางได้โดยคลิกที่ปุ่ม **Member information** จะมีรายการให้เลือกดังรูป



รายการที่เห็นสามารถเลือกให้แสดงผลลัพธ์ได้ 9 อย่างด้วยกัน ได้แก่

- Member information แสดงค่าข้อมูลขององค์อาคาร เช่น ความยาว หมายเลขจุดต่อปลายองค์อาคาร

- Nodal Information แสดงค่าข้อมูลจุดต่อ เช่น พิกัดจุดต่อ

- Material Information แสดงค่าข้อมูลวัสดุ เช่น ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น ค่าโมเมนต์ความเฉื่อย

- Applied Member Loads แสดงข้อมูลน้ำหนักบรรทุก เช่น ชนิด ขนาด ทิศทาง น้ำหนักบรรทุก

- Applied Nodal Loads แสดงข้อมูลน้ำหนักบรรทุกที่จุดต่อ ได้แก่ แรงตามแนวแกน X, แรง

ปร.
ค25ก
2552
ฉ.2
I 5070405

ตามแนวแกน Y, โมเมนต์

- Member Forces แสดงแรงภายในที่จุดปลายขององค์อาคาร 2 ด้าน
- Nodal Reactions แสดงแรงปฏิกิริยาที่จุดต่อ
- Nodal Displacements แสดงการแอ่นตัวที่จุดต่อ
- Design Envelope แสดงค่าผลลัพธ์สุดสุดเพื่อนำไปออกแบบ

ใน 9 หัวข้อที่กล่าวมามีการใช้งานตรงไปตรงมา แต่ในหัวข้อ แสดงแรงปฏิกิริยาที่จุดต่อ, แสดงค่าการทรุดตัวที่จุดต่อ, แสดงค่าผลลัพธ์สูงสุดเพื่อนำไปออกแบบ จะมีเทคนิคในการใช้เพิ่มขึ้นอีกดังนี้

ถ้าต้องการให้แสดงผลบางองค์อาคารท่านสามารถทำได้โดย ใช้คำสั่งเลือกองค์อาคารก่อนเรียกใช้คำสั่ง **Design Envelope** ในขณะแสดงผลท่านสามารถเลือกให้เรียงค่าสูงสุดได้ โดยคลิกบนแถบหัวข้อที่ต้องการให้เรียงค่าสูงสุด

2.3 ทฤษฎีการสำรวจ

2.3.1 การสำรวจ

การสำรวจ คือการวัดหาระยะทางราบและทางดิ่งของวัตถุ การวัดมุมทางราบและทางดิ่ง ระหว่างเส้นทางรวมทั้งการวัดทิศทางของเส้นตรงเพื่อกำหนดตำแหน่งของจุด เพื่อหาความสัมพันธ์ของจุดต่างๆ บนผิวโลก และนำค่าที่รังวัดได้จากการสำรวจนำไปคำนวณ ระยะทาง มุม ทิศทาง ตำแหน่ง ระดับ พื้นที่ หรือปริมาตร แล้วนำข้อมูลเหล่านี้ไปทำเป็นแผนที่ผังบริเวณ (Map) ภาพตัดตามยาว (Profile) ภาพตัดตามขวาง (Cross Section)

นอกจากการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือทันสมัยแล้ว วิศวกรสำรวจต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในสนาม เพื่อประกอบการจัดทำแผนที่ ใช้ประโยชน์ในการวางแผนงานด้านต่างๆ ต่อไป เช่น การสำรวจเพื่อการก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่ การสำรวจกรรมสิทธิ์ที่ดิน การสำรวจเพื่อการวางแผนการออกแบบก่อสร้างทั่วไป

2.3.1.1 การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง

การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง หมายถึงการสำรวจที่เกี่ยวข้องในงานวิศวกรรม และสถาปัตยกรรม ซึ่งจำเป็นต่อการวางแผนงานและการก่อสร้าง ได้แก่ งานรังวัดกำหนดจุด และแนวบนพื้นดินเพื่อการอ้างอิง งานรังวัดเพื่อคำนวณหาพื้นที่ และปริมาตรของเนื้อที่รูปร่างต่างๆตลอดจนถึงงานรังวัดเพื่อจัดเตรียม และเขียนแบบรายละเอียดของการก่อสร้าง โดยการสำรวจเพื่อการก่อสร้างเป็นการสำรวจบนพื้นที่ไม่ใหญ่มาก จึงเป็นการสำรวจบนพื้นระนาบ

2.3.1.2 ความมุ่งหมายของการสำรวจเพื่อต้องการทราบ

1. ขอบเขต
2. รูปร่าง
3. พื้นที่
4. ทิศทาง
5. ตำแหน่ง
6. กำหนดช่วงชั้นความสูง
7. ปริมาตร

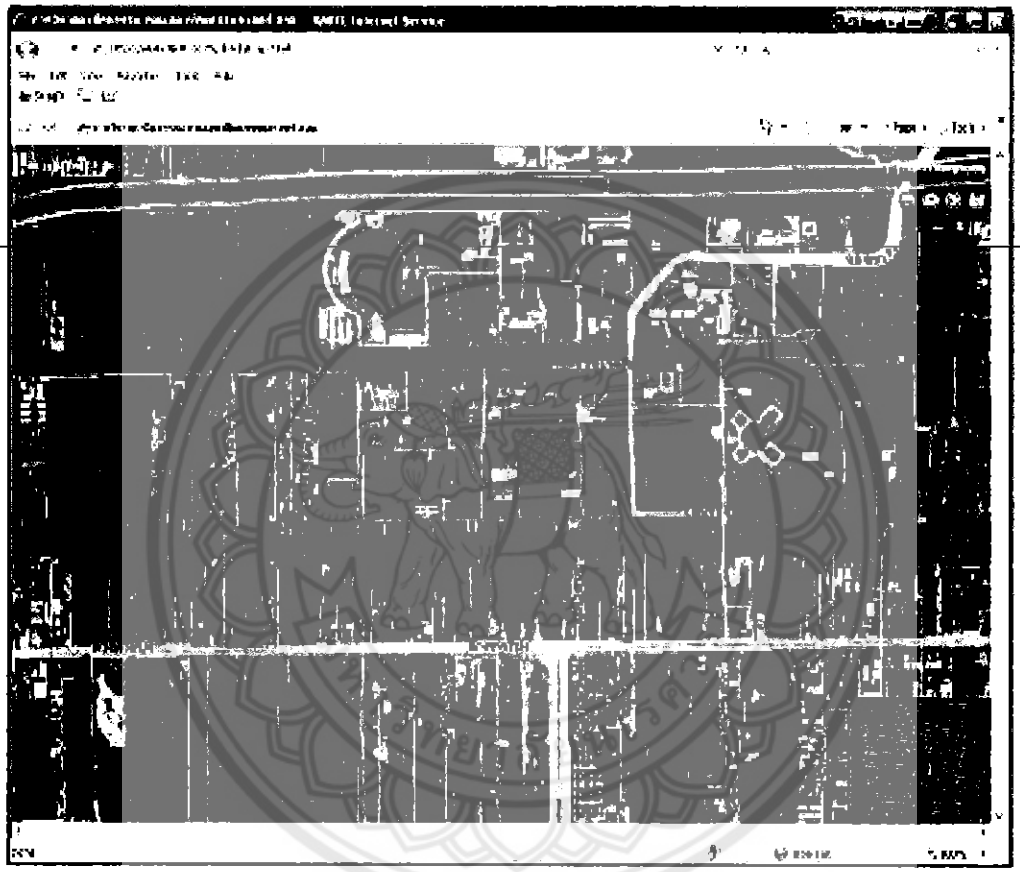
2.3.2 ทฤษฎีการสำรวจ

2.3.2.1 PointAsia.com Web Maps

PointAsia.com Web Maps คือระบบการให้บริการแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมดิจิตอลรายละเอียดสูงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พัฒนาโดยบริษัท พอยท์ เอเชีย จำกัด (มหาชน) โดยผู้ใช้บริการสามารถนำ PointAsia.com Web Maps ไปใช้เพื่อการพัฒนาข้อมูลและบริการบนเว็บไซต์ของตนเองได้ แผนที่นี้สามารถทำงานผ่านระบบ Browser ได้โดยตรงโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมใดๆ เพิ่ม

ข้อมูลที่ให้บริการประกอบด้วยแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยเกือบ 100% ข้อมูลแผนที่ GIS พร้อมด้วยบริการข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลประกอบอื่นๆ อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในการค้นหาข้อมูลของสถานที่ต่างๆ ได้ เช่น ชื่อถนน ชื่อจังหวัด เขตการปกครอง

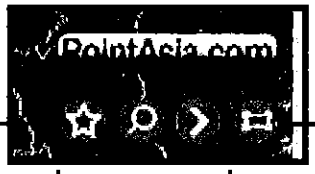
ทั้งยังเป็นมิติใหม่ของสังคมคนออนไลน์ ในการคลิก-ค้น หาข้อมูลต่างๆ โดยใช้แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมดิจิตอลเป็นศูนย์กลางข้อมูล และสามารถร่วมสร้างขยายฐานข้อมูลจากมุมมองส่วนตัวได้อย่างอิสระบน PointAsia.com Web Maps แผนที่ดาวเทียมดิจิตอลโดยคนไทยเพื่อคนไทย



1. เครื่องมือย่อ-ขยายภาพ อยู่มุมบนด้านซ้ายของ Web Maps

สามารถซูมได้ระยะไกลที่สุด 200 กิโลเมตร และระยะใกล้ที่สุด 1 กิโลเมตร

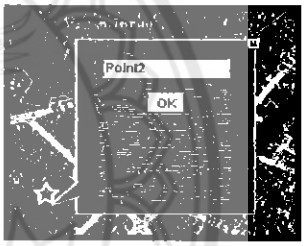
2. Web Maps tools อยู่มุมบนด้านขวาของ Web Maps มี 4 ฟังก์ชั่น ได้แก่



Add Bookmark Search More Info Fullscreen

Add Bookmark : ใช้สำหรับการกำหนดตำแหน่งสถานที่บนแผนที่

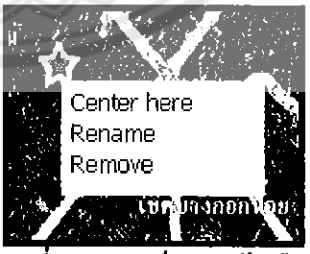
คลิกที่ไอคอน ลากไปไว้ตรงจุดที่ต้องการบนแผนที่



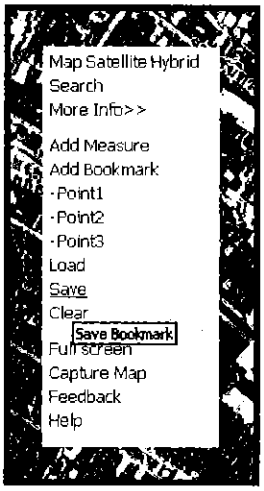
เมื่อปล่อยเมาส์ จะปรากฏบอลลูนให้

กำหนดชื่อ bookmark (ดังรูป)

- การเปลี่ยนชื่อ bookmark ให้คลิกขวาที่ bookmark นั้น แล้วเลือกคำสั่ง rename หรือ remove เมื่อต้องการลบ bookmark

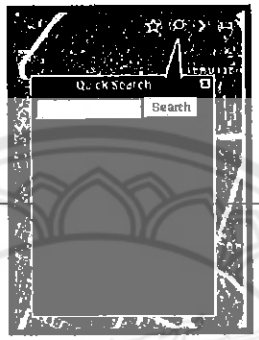


- การจัดเก็บ bookmark ให้เลื่อนเมาส์ไปไว้บนแผนที่ คลิกเมาส์ขวา แล้วเลือกคำสั่ง save หรือ clear เพื่อสร้าง bookmark ใหม่



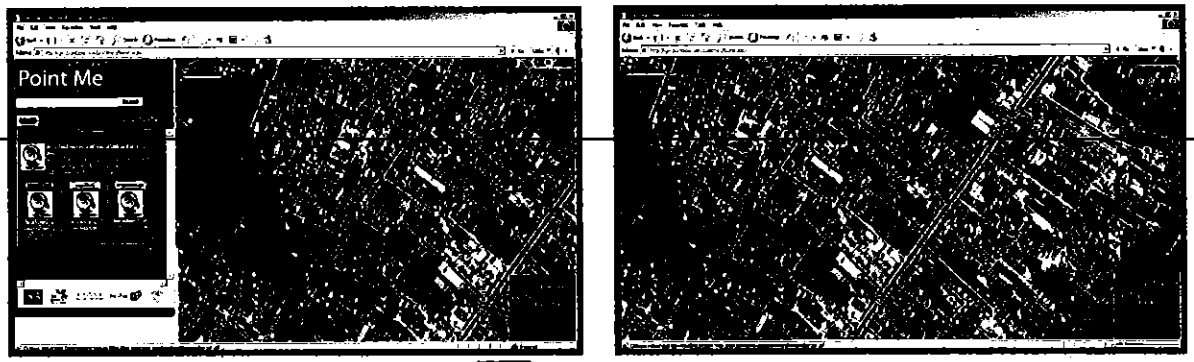
** หมายเหตุ หากสร้าง bookmark มากกว่า 1 จุดต่อการ save 1 ครั้ง bookmark จะถูกจัดเก็บในชื่อเดียวกัน

Search: เครื่องมือเพื่อการค้นหาสถานที่ต่างๆ โดยใส่ชื่อสถานที่ที่ต้องการในช่องว่างแล้วคลิก search



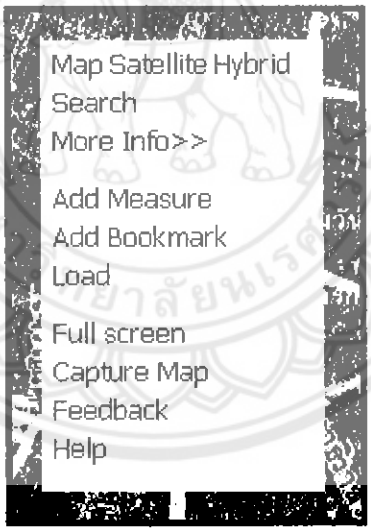
More Info: แหล่งรวมบริการต่างๆ ของพันธมิตร เช่น ค้นหารถมือสอง (Taladrod.com)

Full Screen: คือการปรับขนาดแผนที่ให้เต็มหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์



Right Click on Maps

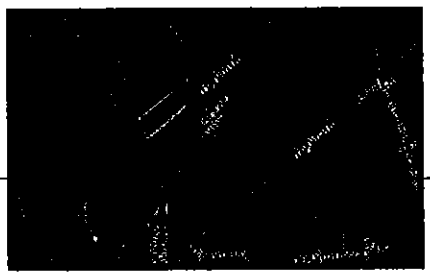
การเปิดใช้เมนูเครื่องมือต่างๆ โดยการคลิกเมาส์ขวาบนแผนที่จะปรากฏฟังก์ชั่นต่างๆ (ดังรูป)



Map Satellite Hybrid: เป็นฟังก์ชั่นการเลือกดูภาพแผนที่มีอยู่ 3 ฟังก์ชั่นคือ

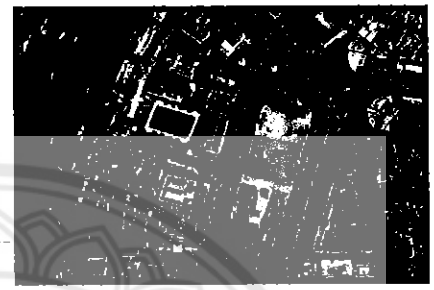
Map

คือการเลือกแสดงแบบแผนที่ลายเส้น



Satellite

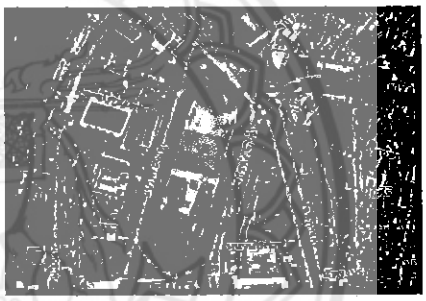
คือการเลือกแสดงแบบแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม



Hybrid

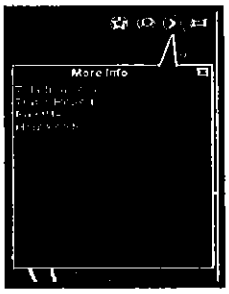
คือการเลือกแสดงแบบผสมผสาน

ระหว่างแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่ลายเส้น

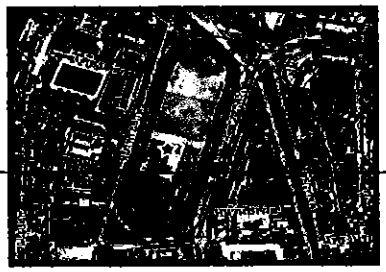


Search: เครื่องมือเพื่อการค้นหาสถานที่ต่างๆ โดยใส่ชื่อสถานที่ที่ต้องการในช่องว่างแล้วคลิก search

More Info >>: แหล่งรวมบริการต่างๆ ของพันธมิตร เช่น ค้นหารถมือสอง (Taladrod.com)

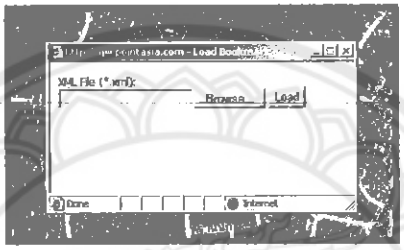


Add Measure: เครื่องมือใช้วัดระยะทางบนแผนที่



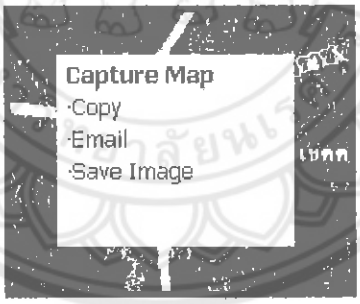
Add Bookmark: ใช้สำหรับการกำหนดตำแหน่งสถานที่บนแผนที่ วิธีใช้งานเช่นเดียวกับฟังก์ชั่น

Load: เครื่องมือสำหรับการนำเข้าไฟล์ XML ที่สร้างไว้แล้วเข้ามาสร้างเป็น Bookmark



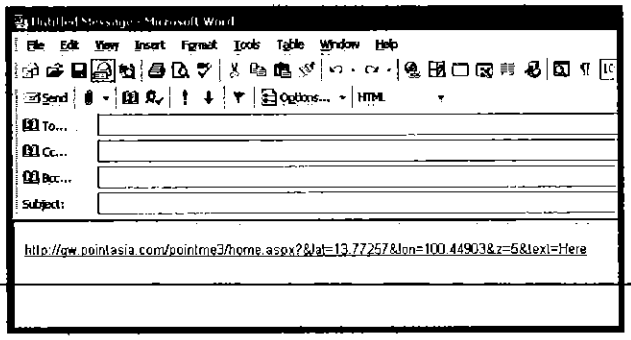
Full screen: คือการปรับขนาดแผนที่ให้เต็มหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์ วิธีใช้งานเช่นเดียวกับฟังก์ชั่น

Capture Map: คือการบันทึกภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อนำไปใช้งาน มีฟังก์ชั่นให้เลือก 3 แบบคือ

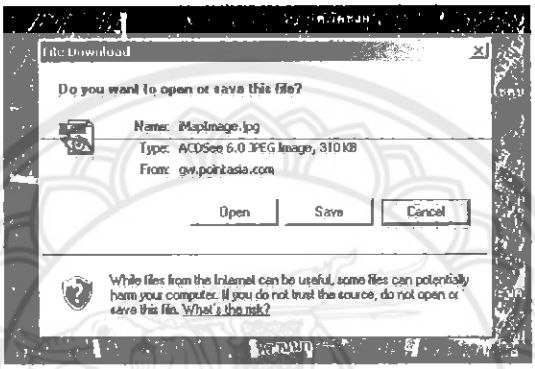


Copy: คือการคัดลอกตำแหน่งบนแผนที่ ได้รับผลในรูปแบบ URL Link เช่น http://gw.pointasia.com/pointme3/home.aspx?&lat=13.75393&lon=100.48817&z=2&text=Hereซึ่งสามารถนำไป paste ที่หน้า internet explorer ได้ทันที

E-mail: คือการคัดลอกตำแหน่งบนแผนที่ ได้รับผลในรูปแบบ URL Link พร้อมกับเรียกใช้งาน Microsoft Outlook ในเวลาเดียวกัน เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานที่ต้องการส่งเอกสารการนัดหมายพร้อมรายละเอียดสถานที่ตั้งทางอีเมลล์ ซึ่งผู้รับสามารถเปิด URL Link เพื่อดูสถานที่ตั้งได้ทันที



Save Image: คือการบันทึกภาพแผนที่บริเวณที่ต้องการ โดยจัดเก็บเป็นไฟล์ .jpg



Feed back: บริการรับข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็นจากผู้ใช้บริการ PointAsia.com Web Maps

Help: วิธีการใช้งาน PointAsia.com Web Maps

2.3.2.2 การใช้งาน Google Earth

Pointer จะเป็นการระบุตำแหน่งว่า Mouse ของเราอยู่ที่ตำแหน่งพิกัดที่เท่าไรบนโลก ใช้เพื่ออ้างอิงกับตำแหน่งจริงๆบนพื้นโลกได้ (GPS) **Streaming** จะบอกว่าเรากำลังโหลดรูปถ่ายจาก Internet อยู่ ซึ่งต้องรอจนกว่าจะ 100% เพื่อจะได้เห็นภาพในตำแหน่งนั้นๆ ได้ชัดที่สุด

*ความเร็วในการโหลดภาพจะช้าเร็ว ขึ้นอยู่กับความเร็วของ Internet และความหนาแน่นของการใช้งาน Internet ในขณะนั้น Eye alt ระยะห่างจากพื้นโลกในมุมมองขณะนั้น

การใช้เครื่องมือในการดูแผนที่

ใช้ในการ Zoom เข้าออก เพื่อดูรายละเอียดในระดับที่ต้องการ
โดย คลิกที่ + เรื่อยๆ ภาพจะยิ่งขยายใหญ่ ใกล้มากขึ้น และคลิกที่ - เพื่อย่อขนาด
*ในขณะที่ Zoom เพื่อดูรายละเอียด โปรแกรมจะทำการโหลดข้อมูลภาพถ่ายจาก Internet ซึ่งต้องใช้เวลา และภาพก็จะค่อยๆชัดขึ้น

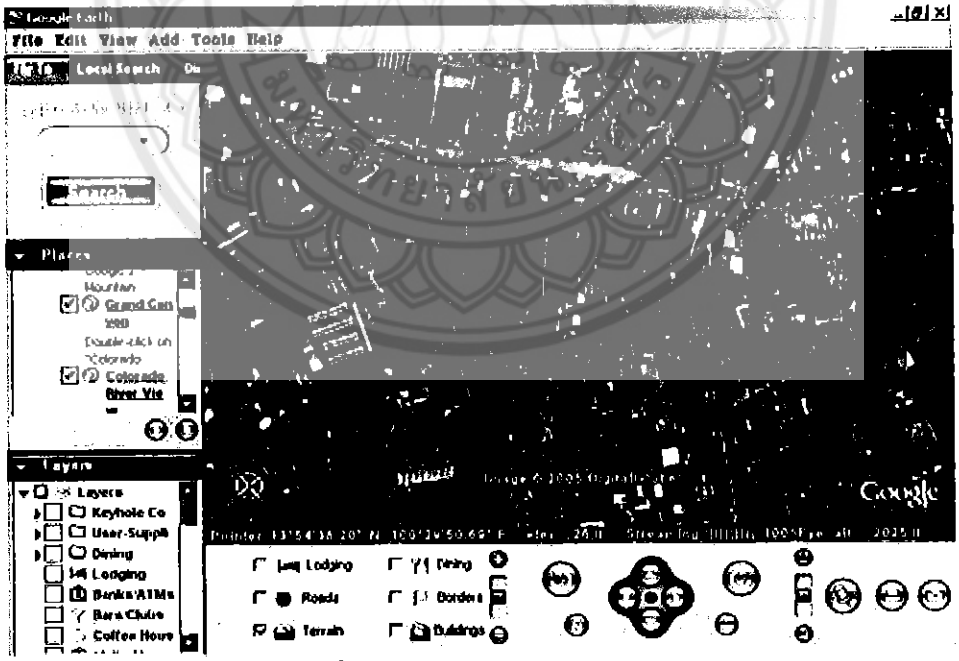
.ใช้ในการเลื่อนมุมมองไปในทิศทางต่างๆ
*ในขณะที่เลื่อนมุมมอง โปรแกรมอาจจะโหลดข้อมูลจาก Internet เช่นกัน

.ใช้เพื่อหมุนแผนที่ไปทิศทางซ้ายและขวา

.ใช้เพื่อให้แผนที่หมุนกลับไปให้ทิศเหนืออยู่ด้านบนเหมือนเดิม

ใช้ปรับองศาในการมองแผนที่ ว่าจะมองจากมุมกี่องศา

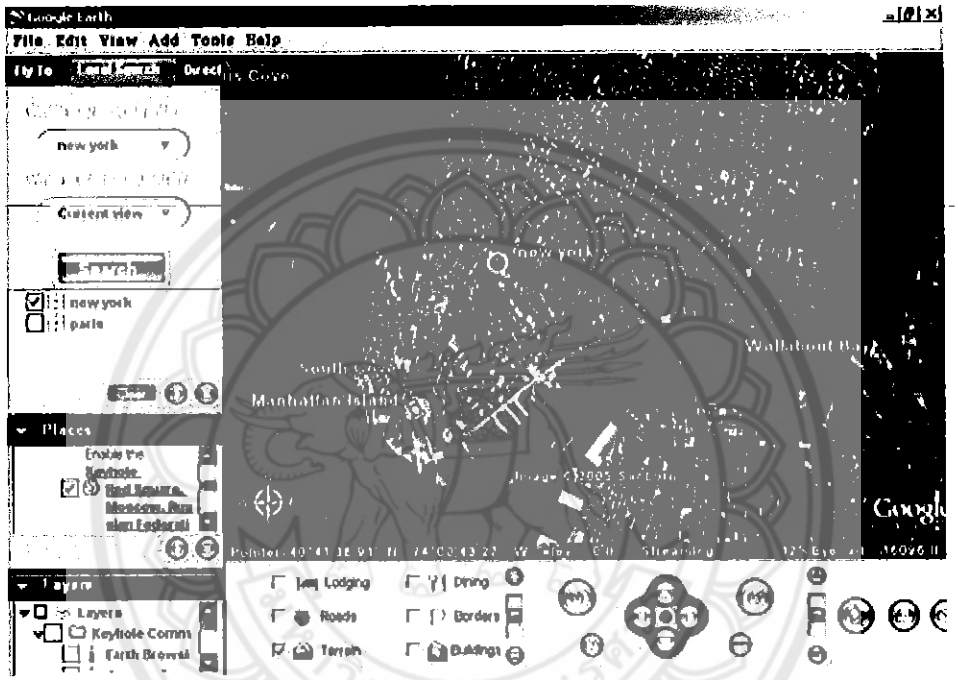
ใช้ปรับองศาในการมองแผนที่ให้กลับไปเป็นตามปกติ



ตัวอย่างการขยายเพื่อดูภาพโรงเรียนปากเกร็ด จากความสูง 2025tt

การใช้ Search ในการค้นหาตำแหน่ง นอกจากการหมุนโลกเพื่อหาตำแหน่ง เรายังสามารถให้โปรแกรมวิ่งไปที่เมืองที่ต้องการได้ โดยการ

1. ใส่ชื่อเมืองที่ต้องการลงไปในช่อง **Local Search**
2. กด Search ถ้าใส่ชื่อเมืองถูกต้อง โปรแกรมจะหมุนโลกไปในตำแหน่งนั้นโดยอัตโนมัติ



ตัวอย่างการใช้ Local Search เพื่อค้นหา เมือง New York

ด้วยการใส่ คำว่า New York แล้วกด Search

2.4ทฤษฎีการประมาณราคา

2.4.1 วัตถุประสงค์ของการประมาณราคาก่อสร้าง

การประมาณราคาการก่อสร้าง จะเข้าไปเกี่ยวข้องในกระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนถึงขั้นตอนงานก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์ในการทำประมาณการแตกต่างกันออกไปในแต่ละขั้น

1. ***ทำงบประมาณค่าก่อสร้าง*** โดยผู้ออกแบบจะเป็นผู้จัดทำประมาณราคา เพื่อกำหนดราคากลางสำหรับค่าก่อสร้างในโครงการ
2. ***กำหนดค่างวดงานในการก่อสร้าง*** โดยผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้ประมาณการตามแบบและแผนงาน เพื่อกำหนดค่างวดงานและสะดวกในการเบิกจ่ายค่างานในแต่ละงวด
3. ***คิดค่างานเพิ่มหรือลดจากสัญญาในงานก่อสร้าง*** ใช้สำหรับกรณีที่เจ้าของงานหรือตัวแทนกำหนดให้ผู้รับเหมาทำงานเพิ่มเติม จากที่กำหนดในแบบและข้อกำหนดประกอบสัญญาจ้าง
4. ***การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ*** จะเป็นการประมาณราคาขั้นต้น โดยอาจจะมีแบบเพียงแบบร่างที่รับรองแล้ว ยังไม่จำเป็นต้องมีแบบรายละเอียด
5. ***จัดทำเอกสารเสนอราคาก่อสร้างในการประมูลงานของผู้รับเหมา*** การประมาณจะต้องทำอย่างละเอียดและรอบคอบ ทั้งนี้ถ้าหากผิดพลาด อาจจะทำให้ขาดทุนได้

2.4.2 วิธีการประมาณราคาก่อสร้าง

การประมาณราคาก่อสร้างตามขั้นตอนต่างๆในกระบวนการก่อสร้างอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ดังนี้

1. การประมาณราคาขั้นต้น
   - การประมาณราคาโดยราคาต่อหน่วยการใช้ ทำได้โดยยังไม่จำเป็นต้องทำแบบก่อสร้าง มีเพียงความคิดริเริ่มโครงการก็พอเพียง เป็นการคำนวณที่ให้ผลค่อนข้างหยาบ โดยอาจมีความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์มากกว่า (20-30) % ได้แต่ใช้เวลาน้อย
   - การประมาณราคาโดยราคาต่อหน่วยพื้นที่หรือหน่วยปริมาตร วิธีนี้มีความถูกต้องใกล้เคียงความจริงมากกว่าการประมาณราคาต่อหน่วยการใช้ โดยปกติแล้วอาจคลาดเคลื่อนอยู่

ในช่วง (15-20) % ทั้งนี้งานออกแบบต้องดำเนินการจนได้แบบร่างแล้ว แต่ยังไม่จำเป็นต้องทำแบบรายละเอียด

- การประมาณราคาโดยราคาประกอบต่อหน่วย หมายถึงราคาต่อหน่วย ต่อส่วนของงานก่อสร้าง

2. การประมาณราคาอย่างละเอียด หมายถึงการประมาณราคาเมื่อแบบและข้อกำหนดงานก่อสร้างเรียบร้อยสมบูรณ์แล้ว ทำให้สามารถคิดคำนวณปริมาณงานได้อย่างละเอียดและถูกต้องมากกว่าทุกวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว สำหรับผู้ที่จะทำการประมาณราคาอย่างละเอียดได้แก่

1. วิศวกร สถาปนิก ผู้ออกแบบและที่ปรึกษา
2. ผู้รับเหมาก่อสร้างซึ่งจะทำการประมาณราคา
3. องค์ประกอบของราคา

วัสดุ วัสดุธรรมชาติ แหล่งวัสดุ วัสดุจากการผลิต แรงงานในการผลิต เครื่องจักรในการผลิต แรงงานในการลำเลียง ค่าขนส่ง ความสูญเสีย ค่าแรง แรงงานคน เครื่องมือ เครื่องจักร ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (Factor: F) ค่าดำเนินการ กำไร ภาษี ดอกเบี้ย เวลา ฯลฯ

3.1 ข้อควรพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการประมาณราคา

3.1.1 เตรียมการ

ก. ศึกษา แบบ ข้อกำหนด และเอกสารประกวดราคา

ข. จัดแบ่งหมวดหมู่ของงาน

ค. จัดทำบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา

3.1.2 การดำเนินงาน

ก. ถอดแบบ

ข. จัดทำต้นทุนต่อหน่วย

ค. พิจารณาค่า Factor "F" ที่เหมาะสม สรุปเป็นราคาโครงการ

ง. ตรวจทาน

3.1.3 การเก็บข้อมูล

ก. รวบรวมราคางานที่ได้จัดทำไว้ แยกเป็นหมวดหมู่

ข. มีระบบการจัดเก็บที่ดี

ค. ติดตามผลการประกวดราคา เปรียบเทียบราคากับราคากลาง

ง. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

2.5 ทฤษฎีการเขียนแบบ

2.5.1 หลักการและทฤษฎีการเขียนแบบ

1. ส่วนประกอบของโปรแกรม AutoCAD

1.1 พื้นที่วาดภาพ (Drawing area) แบ่งออกเป็น Model space และ Paper space ในแถบโมเดล จะใช้เป็นพื้นที่ในการเขียนทั้งหมด และส่วนเปเปอร์สเปสเป็นพื้นที่สำหรับจัดชิ้นงานเข้ากับกระดาษและมีการจัดวางกระดาษขนาดต่างๆ ได้ไม่จำกัด ซึ่งเรียกว่าเลเอาท์

1.2 เมนูบาร์ (Menu bar) เป็นแถบเมนูชุดคำสั่งต่างๆที่ใช้ในการเขียนแบบของโปรแกรม AutoCAD

1.3 ทูลบาร์ (Toolbar) เป็นแถบเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนแบบ โดยปกติจะปรากฏทูลบาร์ 4 ทูลบาร์ดังนี้ Standard Toolbar, Object properties, Draw, Modify

1.4 ชื่อไฟล์แบบแปลน (Drawing Name) สามารถตั้งชื่อไฟล์ได้ตามมาตรฐานของวินโดว์

1.5 ยูซีเอสไอคอน (UCS Icon) แสดงทิศทางของแนวแกน X, Y โดยทิศที่ตามลูกศรของยูซีเอสไอคอนจะมีค่าเป็นบวก แต่ถ้าทิศทางตรงข้ามยูซีเอสไอคอนค่าจะเป็นลบ

1.6 ปุ่มเลื่อนแถบ Model และ Layout จะใช้งานได้ต่อเมื่อมีจำนวน Layout มากเกินเข้าไปสู่พื้นที่ของสคอร์บาร์ในแนวนอน

1.7 แถบ Model space สำหรับเขียนชิ้นงาน ใช้สำหรับเปลี่ยนเข้าไปทำงานในโมเดลสเปส

1.8 แถบ Layout สำหรับใช้งานไตเติ้ล ใช้สำหรับเปลี่ยนเข้าไปทำงานในเปเปอร์สเปสบนกระดาษเลเอาท์

1.9 บรรทัดป้อนคำสั่ง (Command Line) ใช้สำหรับเปลี่ยนเข้าไปทำงานในเปเปอร์สเปสบนกระดาษเลเอาท์

1.10 แสดงตำแหน่งคอร์ออร์ดิเนทของเคอร์เซอร์ (Coordinate display) เราควรสังเกตค่าคอร์ออร์ดิเนทปัจจุบันของครอสแฮร์ ในระหว่างที่เราใช้คำสั่งในการเขียนวัตถุ

1.11 ครอสแฮร์ (Crosshair) ใช้ในการกำหนดตำแหน่งและใช้เป็นเส้นเทียบระดับ

1.12 สคอร์บาร์แนวนอน (Horizontal scroll bar) ใช้สำหรับเลื่อนพื้นที่วาดภาพในแนวนอน

1.13 สคอร์บาร์แนวตั้ง (Vertical scroll bar) ใช้สำหรับเลื่อนพื้นที่วาดภาพในแนวตั้ง

1.14 แถบรายการควบคุมการเปลี่ยนสีของวัตถุ (Color Control) ใช้สำหรับกำหนดสีใช้งานและใช้สำหรับเปลี่ยนสีให้กับวัตถุที่เลือก

1.15 แถบรายการควบคุมเลเยอร์ (Layer Control) ใช้สำหรับแสดงชื่อและสีของเลเยอร์ใช้งานและสำหรับเปลี่ยนสีให้กับวัตถุที่เลือก

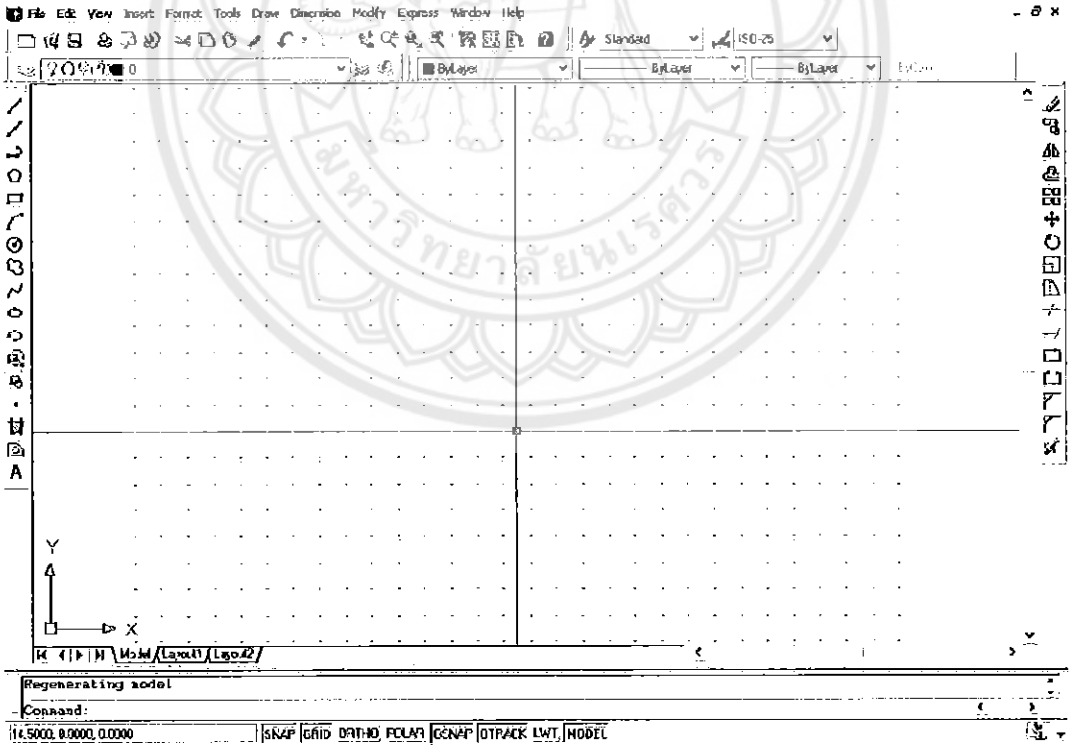
1.16 แถบรายการควบคุมการเปลี่ยนแปลงรูปเส้น (Line Type Control) ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบเส้นที่ใช้งานและวัตถุที่ถูกเลือก

1.17 แถบรายการควบคุมการเปลี่ยนแปลงความหนาเส้น (Line Weight Control) ใช้สำหรับกำหนดความหนาเส้นที่ใช้งานและวัตถุที่ถูกเลือก

1.18 แถบรายการควบคุมการเปลี่ยนรูปแบบในการพิมพ์ (Plot Style Control) แถบรายการนี้จะใช้งานได้ก็ต่อเมื่อ มีการกำหนดรูปแบบในการพิมพ์ในโหมด Named Plot Style บนไดอะล็อก Options และจะมีผลเมื่อเริ่มแบบแปลนใหม่เท่านั้น

2. การใช้คำสั่ง AutoCAD

2.1 เปิดโปรแกรม AutoCAD



รูปที่ 2.1 หน้าต่างโปรแกรม AutoCAD

2.2 กำหนดการตั้งค่ากระดาษ

เพื่อตั้งขอบเขตกระดาษพร้อมที่จะเริ่มเขียนแบบ

ลำดับขั้นตอนการใช้คำสั่ง

```
Command: limits (Enter)
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: 0,0 (Enter)
Specify upper right corner <420.000,297.0000>: 29.7,21.0 (Enter)
Command:
```

แบบตัวอย่าง

```
Command: limits
Reset Model space limits:
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>:
Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: 29.7,21
Command:
```

รูปที่ 2.2 การตั้งค่ากระดาษ

2.3 การกำหนดการตั้ง Grid

ลำดับขั้นตอนการใช้คำสั่ง

```
Command: grid (Enter)
Specify grid spacing(X) or [ON/OFF/Snap/Aspect] <1.0000>: 1 (Enter)
Command: z
[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: a (Enter)
Command:
```

แบบตัวอย่าง

```
Command: grid
Specify grid spacing(X) or [ON/OFF/Snap/Aspect] <1.0000>: 1
Grid too dense to display

Command:
```

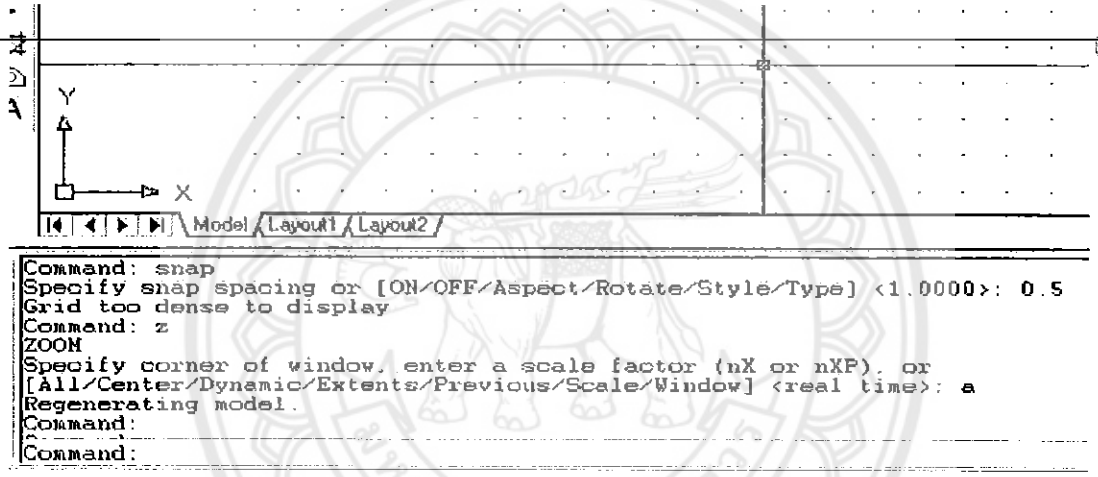
รูปที่ 2.3 การกำหนดการตั้ง Grid

2.4 กำหนดการตั้ง Snap

ลำดับขั้นตอนการใช้คำสั่ง

```
Command: snap (Enter)
[ON/OFF/Aspect/Rotate/Style/Type] <10.0000>: 0.5 (Enter)
Command:
```

แบบตัวอย่าง

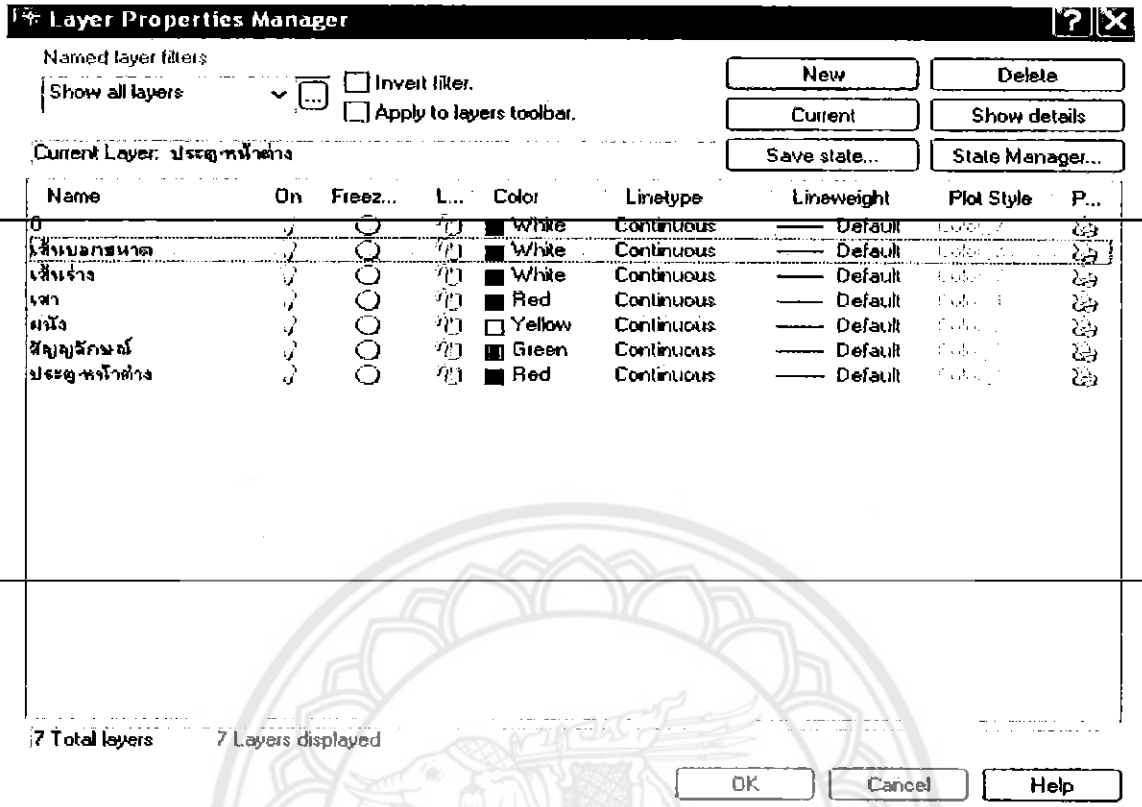


รูปที่ 2.4 กำหนดการตั้ง Snap

2.5 กำหนดการตั้ง Layer

เป็นการตั้งค่าการทำงานเป็นชั้นๆ

```
Command: layer (Enter)
Command:
```



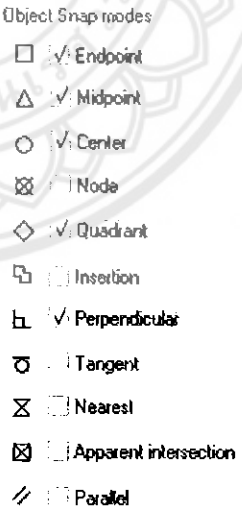
รูปที่ 2.5 กำหนดการตั้ง Layer

2.6 กำหนดการ Object Snap

เป็นการตั้งค่าตัวจับตำแหน่งวัตถุ

คลิก ที่ Tool

เลือกที่ Drafting Settings

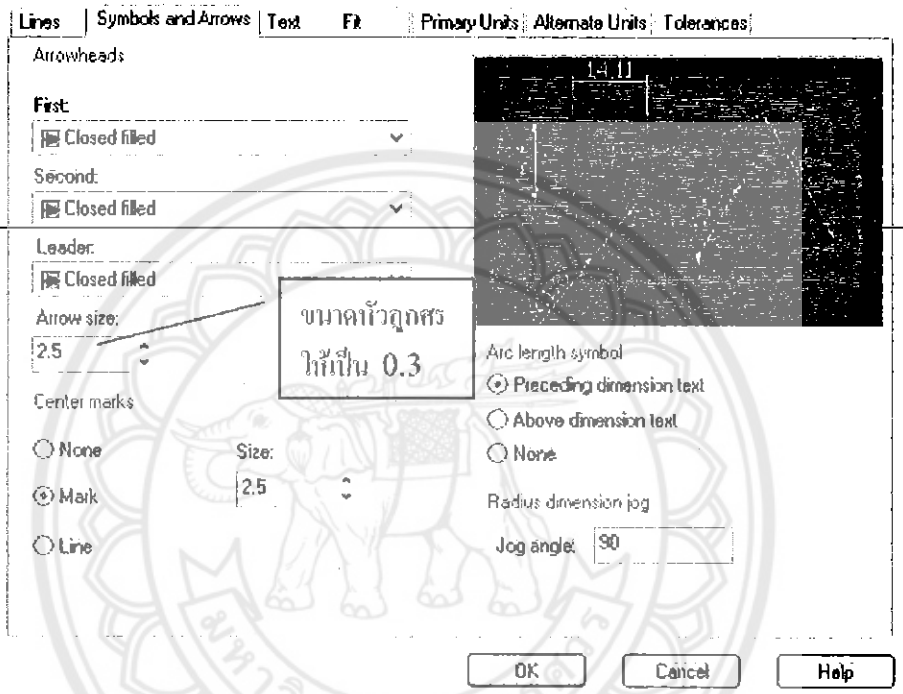


รูปที่ 2.6 การตั้งค่าตัวจับตำแหน่งวัตถุ

2.7 ขั้นตอนการตั้งค่าเส้นบอกขนาด

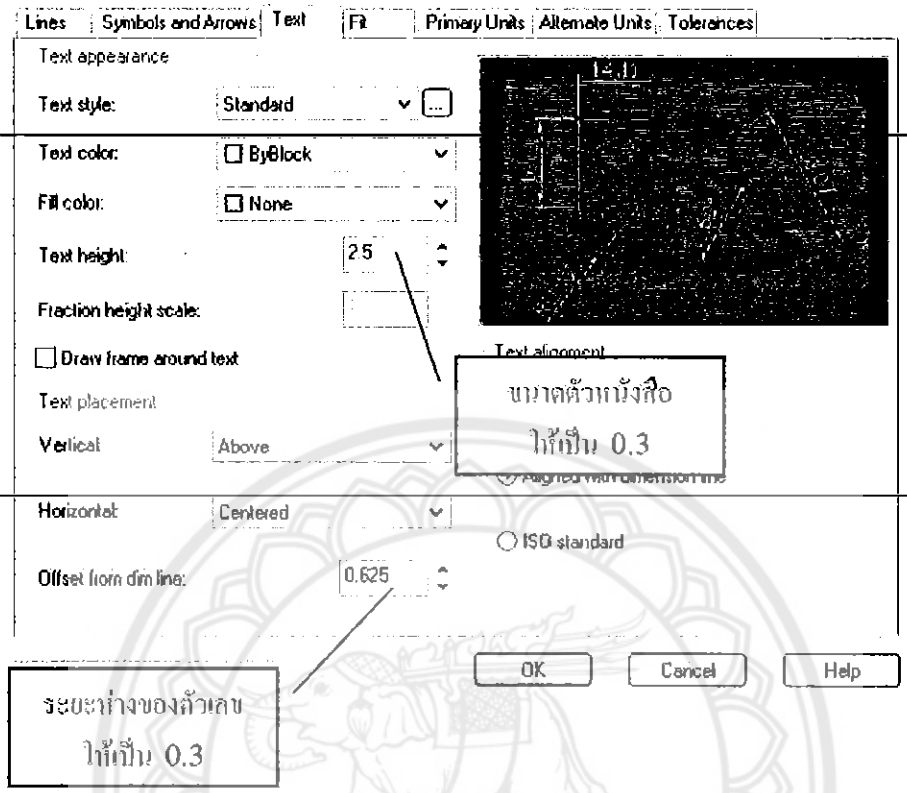
คลิกที่ Dimension ไปที่ Dimension Style เลือกที่ Modify Dimension Style

ขั้นตอนที่ 1



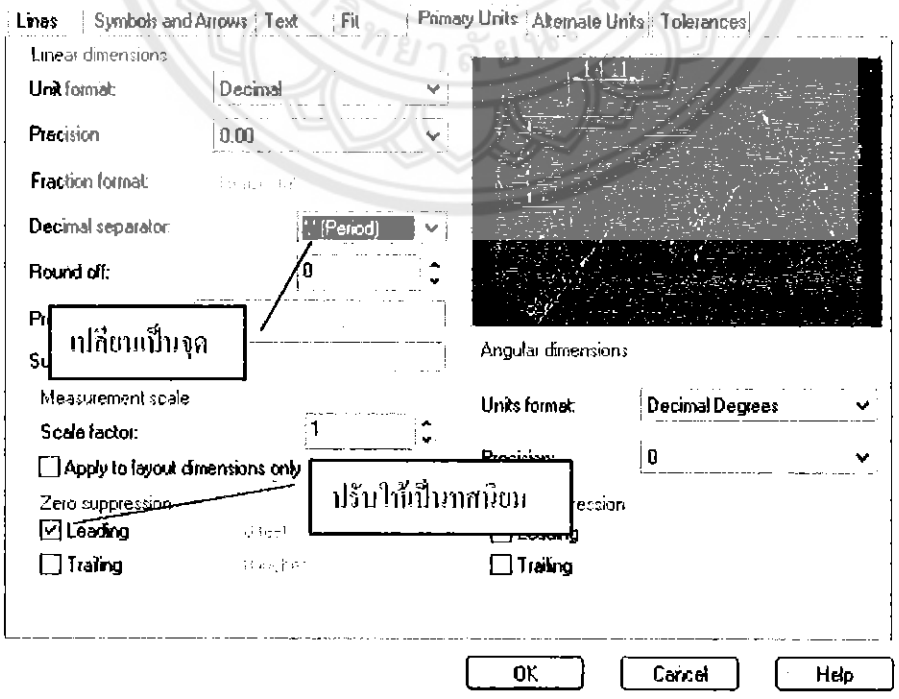
รูปที่ 2. 7 การปรับขนาดหัวลูกศร

ขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 2.8 การปรับขนาดตัวหนังสือและระยะห่างของตัวเลข

ขั้นตอนที่ 3



รูปที่ 2.9 การปรับเลขทศนิยม

2.8 ขั้นตอนการใช้ชุดคำสั่ง

ก. ชุดคำสั่ง Draw

	ไอคอน	ชื่อคำสั่ง	คำสั่งย่อ	เมนู	ขั้นตอนการใช้คำสั่ง
1		LINE	L	สร้างเส้นตรง	
2		CONSTRUCTION LINE	XL	สร้างเส้นไขว้	
3		POLYLINE	PL	สร้างเส้นต่อเนื่อง	
4		POLYGON	POL	สร้างรูปหลายเหลี่ยม	
5		RECTANGLE	REC	สร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	
6		ARC	A	สร้างส่วนโค้ง	
7		CIRCLE	C	สร้างเส้นรอบวง	
8		REVISION CLOUD	-	สร้างส่วนโค้งเมฆ	
9		SPLINE	SPL	สร้างเส้นสัมโค้ง	
10		ELLIPSE	EL	สร้างวงรี	
11		ELLIPSE ARC	-	สร้างเส้นรอบวงแบบโค้ง	
12		HATCH	H	ใส่ลวดลาย	
13		TEXT	T	ใส่ตัวหนังสือ	
14		BLOCK	B	สร้างบล็อก	

รูปที่ 2.10 ชุดคำสั่ง Draw

ข. ชุดคำสั่ง Modify

	ไอคอน	ชื่อคำสั่ง	คำสั่งย่อ	หน้าที่	ขั้นตอนการใช้คำสั่ง
1		ERASE	E	ลบวัตถุ	
2		COPY	CP	ทำสำเนาวัตถุ	
3		MIRROR	MI	สลับวัตถุ	
4		OFFSET	O	คัดลอกแล้ว ดูดขนาน	
5		ARRAY	AR	ทำสำเนาวัตถุเป็น ชุด	
6		MOVE	M	เคลื่อนย้ายวัตถุ	
7		ROTATE	RO	หมุนวัตถุ	
8		SCALE	SC	ปรับขนาดวัตถุ	
9		STRETCH	S	ยืดวัตถุ	
10		TRIM	TR	ตัดวัตถุ	
11		EXTEND	EX	ต่อวัตถุ	
12		CHAMFER	CHA	ตกมุมฉัน	
13		FILLET	F	ตกมุมโค้ง	
14		EXPLODE	EXP	แตกชิ้นวัตถุ	

รูปที่ 2.11 ชุดคำสั่ง Modify

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

3.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องนี้ จุดประสงค์เพื่อเป็นการเตรียมการก่อนที่จะสำรวจสถานที่ที่จะใช้ทำการก่อสร้าง เพื่อให้ทราบถึงลักษณะภูมิประเทศคร่าวๆของสถานที่ก่อสร้าง จึงได้หาโปรแกรมที่จะทำให้ง่ายต่อการศึกษา จึงได้ลองใช้โปรแกรม Point Asia และ Google Earth เข้ามาช่วย

ศึกษาการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน เพื่อใช้ออกแบบ เสา คาน บันได ฐานราก โดยใช้ Space Sheet ที่มีสูตรคำนวณเป็นตารางตัวเลขซึ่งง่ายต่อการออกแบบพร้อมกับศึกษาการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กแล้วนำไปเปรียบเทียบกับ Space Sheet ว่ามีสูตรในการคำนวณสอดคล้องกันหรือไม่

ศึกษาการออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก เพื่อออกแบบโครงสร้างหลังคาที่ใช้เป็นโครง Truss และคำนวณแรงลมจากมาตรฐาน วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

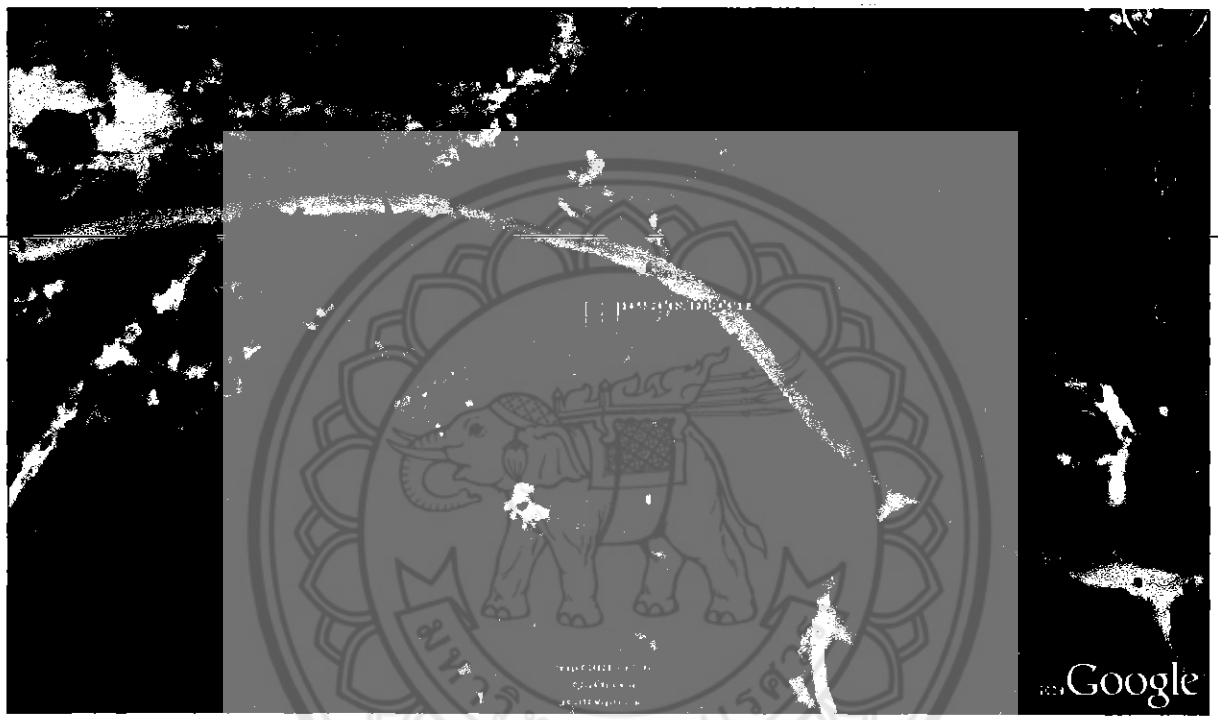
ศึกษาทฤษฎีการประมาณราคาจากแบบ เพื่อจะได้ทราบปริมาณและราคาการก่อสร้างให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด พร้อมทั้งมีความถูกต้อง

ศึกษาวิธีการและขั้นตอนการใช้โปรแกรม AutoCAD เพื่อนำไปใช้ในการเขียนแบบสถาปัตยกรรมและแบบวิศวกรรมโครงสร้าง

3.2 เตรียมงานและสำรวจพื้นที่

สถานที่ก่อสร้างตั้งอยู่บนพิกัด N 14 °53' 29.4 " E 101 ° 29' 6.1 " ซึ่งได้จากการใช้เครื่อง GPS อ่านค่า ใช้โปรแกรม Point Asia และ Google Earth หาตำแหน่งของพิกัดจุดดังกล่าว ทำให้ทราบภูมิประเทศของบริเวณนั้นดังปรากฏในรูปที่ 3.1 ตำแหน่งของพิกัดตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสระบุรี คณะผู้ศึกษาได้เดินทาง

ไปสำรวจพื้นที่จริง โดยการสำรวจพื้นที่บริเวณนั้น แล้วได้ปรึกษาถึงความต้องการของเจ้าของโครงการและรายละเอียดต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบองค์อาคาร



รูปที่ 3.1 แสดงภูมิประเทศของบริเวณที่ตั้งโครงการ

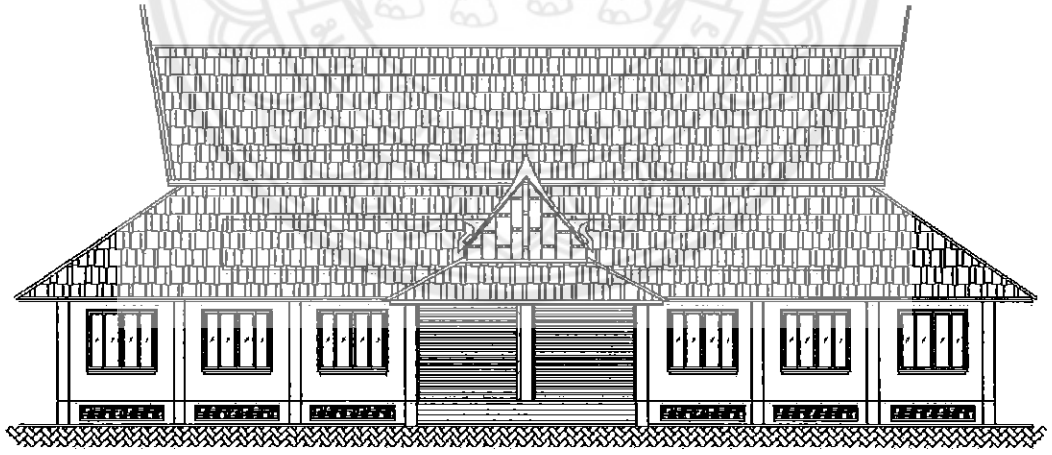
ความต้องการของเจ้าของโครงการคือ จัดสร้างสถานปฏิบัติธรรมเป็นศาลาที่จะใช้ประกอบศาสนพิธีต่างๆ ต้องการจุคนได้ 200 คน มีชั้นเดียว หลังคาเป็นทรงไทยประยุกต์ พื้นยกสูง และต้องการพื้นที่ใช้สอยบริเวณกว้าง

3.3 ออกแบบด้านสถาปัตยกรรม

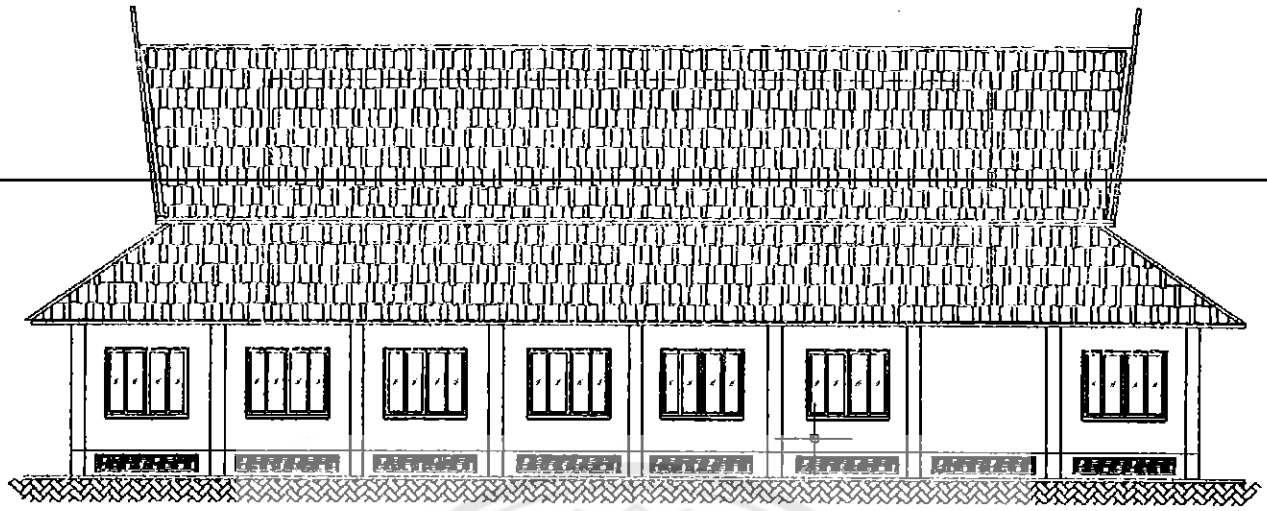
การออกแบบด้านสถาปัตยกรรมของศาลานั้นได้ปรึกษา ผู้รู้และเชี่ยวชาญในการออกแบบ และได้ออกสำรวจวัดต่างๆ ในจังหวัดพิษณุโลก ได้ข้อสรุปดังนี้

1. อาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 16 เมตร และยาว 32 เมตร พื้นที่ทั้งหมด 512 ตารางเมตร เพื่อรองรับประชาชน 200 คน ลักษณะเป็นทรงไทยประยุกต์ หลังคาสองชั้นสูงชัน 35 - 40 องศา เพื่อความสง่างาม ประดับประดาตามแบบศาลาวัดทั่วไป ภายในอาคารความสูงจากพื้นศาลาถึงอะเสรัดเสา 4.35 เมตร เพื่อให้มีความโปร่งอากาศถ่ายเทได้สะดวก รูปที่ 3.2 แสดงด้านตั้งของอาคาร ซึ่งมีทางเข้า-ออกอาคารเพียงทางเดียว

2. วัสดุตกแต่งภายในอาคาร พื้นปูด้วยกระเบื้องเซรามิคขนาด 12" x 12" ทางเดินรอบอาคารเป็นพื้นคอนกรีตขัดมัน ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบทาสี ฝ้าเพดานสูงจากพื้น 4.00 เมตร เป็นฝ้ากรุยิปซั่มบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร ฉาบเรียบทาสี รอบอาคารติดตั้งหน้าต่างทรงสูงเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้ดี



(ก) ด้านหน้า



(ข) ด้านหลัง

รูปที่ 3.2 แสดงรูปด้านของอาคาร

3.4 ออกแบบโครงสร้าง

ออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน คณะผู้ศึกษาได้กำหนดแรงกระทำต่อหลังคา อันประกอบด้วย น้ำหนักกระเบื้อง น้ำหนักโครงเหล็ก น้ำหนักบรรทุกจร ตามเทศบัญญัติ และดำเนินการคำนวณโครงสร้างโดยใช้ Space Sheet และ โปรแกรมสำเร็จรูป SUTStructor

3.4.1 การออกแบบโครงหลังคา

จากการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ได้ความสูงหลังคาแบ่งเป็น 2 ชั้น

ชั้นบนหลังคาสูง 4.00 เมตร

ชั้นล่างหลังคาสูง 3.18 เมตร

ช่วงความกว้างของหลังคา 2 ช่วง ช่วงละ 8 เมตร

ในการออกแบบขนาดหน้าตัดเหล็กที่ใช้ในโครงสร้างหลังคา น้ำหนัก LL ของหลังคา 30 kg/m^2 น้ำหนักกระเบื้องลอนคู่ 14 kg/m^2 แรงลมที่กระทำตั้งฉากกับโครงหลังคาใช้ 80 kg/m^2 น้ำหนักดังกล่าวข้างต้นกำหนดตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

โดยหลักการวิเคราะห์โครงสร้างคานแบบ Simple Beam สามารถคำนวณค่าโมเมนต์ของแป จันทัน อะเส สันตะเฆ่ ซึ่งนำไปสู่การคำนวณหาค่า Section Modulus และนำค่า Section Modulus ไปหาขนาดเหล็ก จากการดำเนินงานได้โครงสร้าง แป ใช้เหล็กขนาด [125x50x20x3.2 mm. จันทัน ใช้เหล็กขนาด [] 100x50x20x3.2 mm. อะเส ใช้เหล็กขนาด [125x60x6x8 mm. สันตะเฆ่ใช้เหล็กขนาด 2 [] 100x50x20x3.2 mm. รายละเอียดการคำนวณแสดงอยู่ในภาคผนวก และ ในแบบ AutoCAD

ส่วนการคำนวณโครง TRUSS กำหนดให้จั่วเป็น TRUSS T1 และมีคานยึดระหว่างจั่วเป็น TRUSS T2 และ T3 ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SUTStructor ร่วมกับ Excel ทำให้ทราบแรงดึงและแรงอัดในชิ้นส่วนแต่ละชิ้นในโครงถัก TRUSS T1, T2, T3 ซึ่งปรากฏจากการคำนวณ TRUSS ทั้งสามตัวประกอบด้วยเหล็กบนและเหล็กล่างใช้เหล็กกลมขนาด $\varnothing$ 60.5 x 3.2 mm. เหล็กทแยงใช้เหล็กกลมขนาด $\varnothing$ 60.5 x 3.2 mm.

3.4.2 การออกแบบเสา

ออกแบบเสาโดยใช้หลักการออกแบบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

$$P = 0.85 \times Ag \times (0.25\, f'c + fs \times Pg)$$

กำหนดขนาดเสา 0.40x0.40 ม ใส่เหล็ก DB16 จำนวน 8 เส้น คำนวณแรงที่ยอมให้เท่ากับ 19.5 ตัน ซึ่งสามารถรับแรงจริงที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกถาวร น้ำหนักบรรทุกจร และแรงลม ทั้งหมดของอาคารที่ถ่ายน้ำหนักลงเสา ตรวจสอบปริมาณเหล็กในเนื้อคอนกรีตได้เท่ากับ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด ว.ส.ท. 4800 ฉ. ข้อ 1 รายละเอียดการคำนวณแสดงอยู่ในภาคผนวก

3.4.3 การออกแบบคาน

กำหนดคานคอนกรีตเสริมเหล็กในส่วนติดดินรอบอาคารเป็นคานขนาด 0.15 x 0.30 เมตร เป็นคานคอดิน สูงขึ้น 0.70 เมตรจัดทำเป็นคานขนาด 0.20 x 0.40 เมตรเพื่อรับพื้นสำเร็จรูป ในการออกแบบใช้น้ำหนักบรรทุกจร 300 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และวิเคราะห์คานแบบ Simple Beam ได้ค่าโมเมนต์ ซึ่งนำไปคำนวณหาขนาดและปริมาณเหล็กในคอนกรีต

จากการวิเคราะห์และสามารถออกแบบให้คานคอดินขนาด 0.15 x 0.30 เมตร เสริมเหล็กขนาด 12 มม. จำนวน 2 เส้นล่าง 2 เส้นบน ส่วนคานรับพื้นขนาด 0.20 x 0.40 เมตร เสริมเหล็กขนาด 20 มม. จำนวน 2 เส้นล่าง 2 เส้นคอม้า และ 2 เส้นบน รายละเอียดการคำนวณแสดงอยู่ในภาคผนวก

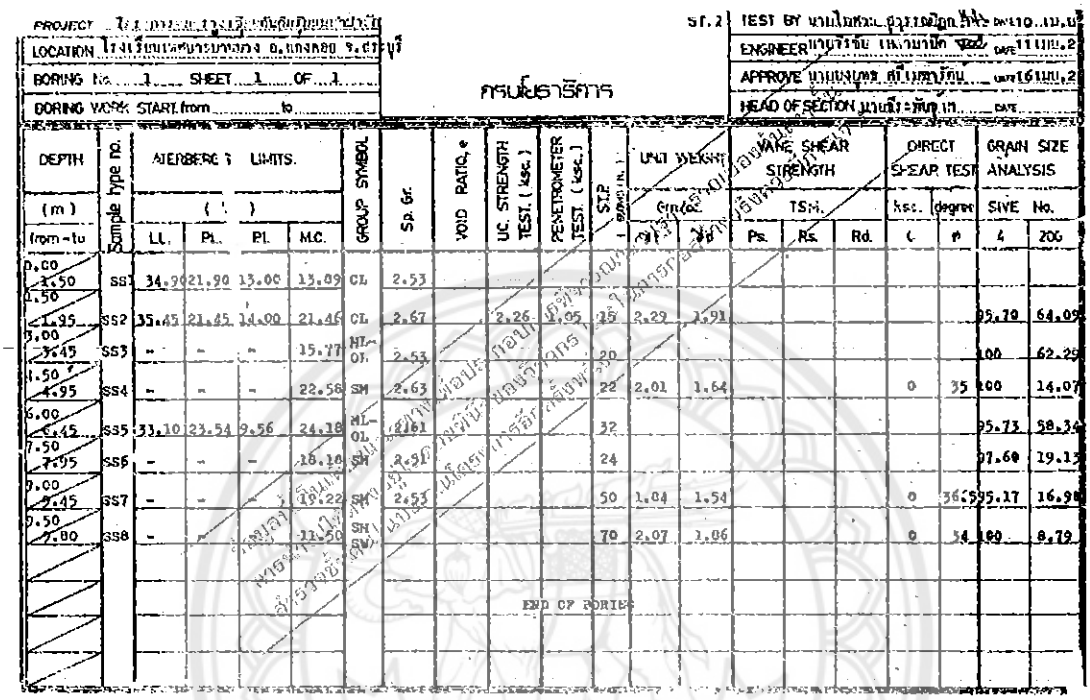
3.4.4 การออกแบบฐานราก

จากการวิเคราะห์ออกแบบโครงหลังคา เสา พื้น และคาน ทำให้ได้น้ำหนักทั้งหมดที่ถ่ายลงฐานรากเท่ากับ 22,891.8 กิโลกรัม และทำการออกแบบฐานรากที่มีขนาดเสาตอม่อ 0.40 x 0.40 เมตร สูง 1.50 เมตร ขนาดฐานราก 2.00 x 2.00 เมตร ลึก 0.35 เมตร เสริมเหล็กขนาด 20 มม. จำนวน 12 เส้น รายละเอียดการคำนวณแสดงอยู่ในภาคผนวก

การตรวจสอบขนาดฐานราก

Boring No. 1 เป็นค่าสำรวจดินที่โรงเรียนเทศบาลบ้านม่วง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เจาะสำรวจโดยกรมโยธาธิการ คณะผู้ศึกษานำมาใช้อ้างอิงถึงสภาพดิน ความสามารถในการรับแรง

ตารางที่ 3.1 Boring No.1



DEPTH (m) from-to	Sample type no.	ATTERBERG LIMITS (%) LL.	PL.	PI.	M.C.	GROUP SYMBOL	Sp. Gr.	VOID RATIO, e	UC. STRENGTH TEST. (ksc.)	PENETROMETER TEST. (ksc.)	S.P.T. BLOWS/FT.	UNIT WEIGHT gm/cc γt	γd	VANE SHEAR STRENGTH TSM. Ps.	Rs.	Rd.	DIRECT SHEAR TEST ksc. C	degree φ	GRAIN SIZE ANALYSIS SIVE No. 4	200
0.00																				
1.50	SS1	34.90	21.90	13.00	13.09	CL	2.53													
1.50																				
1.95	SS2	35.45	21.45	14.00	21.46	CL	2.67		2.26	1.05	15	2.29	1.91						95.70	64.09
3.00																				
3.45	SS3	"	"	"	15.77	MH-OL	2.53				20								100	62.29
4.50																				
4.95	SS4	-	-	-	22.58	SM	2.63				22	2.01	1.64				0	35	100	14.07
6.00																				
6.45	SS5	33.10	23.54	9.56	24.18	ML-OL	2.61				32								95.73	58.34
7.50																				
7.95	SS6	-	-	-	18.16	SM	2.91				24								97.60	19.13
9.00																				
9.45	SS7	-	-	-	19.22	SM	2.53				50	1.84	1.54				0	36	95.17	16.98
9.50																				
7.80	SS8	-	-	-	11.50	SM SW					70	2.07	1.86				0	34	100	8.79

END OF BORING

$\gamma = G_s \gamma_w (1+w)/(1+e)$

$e = wG_s = (15.77/100)(2.53) = 0.40$

$\gamma = 2.53(9.81)(1+0.158)/(1+0.40) = 20.53 \text{ Kn/m}^3$

$\gamma_{sat} = G_s \gamma_w + e \gamma_w/(1+e)$

$\gamma_{sat} = (2.53)(9.81)+(0.40)(9.81)/(1+0.40) = 20.53 \text{ Kn/m}^3$

$\emptyset' = \sqrt{20N60 + 20}$

$\emptyset' = \sqrt{20(20) + 20} = 20$

For $\emptyset' = 20°$ from table 3.3 Bearing Capacity Factors , $N_q = 6.4$ and $N_y = 5.39$

$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan\emptyset' = 1 + (\frac{1.8}{7.4})\tan 20 = 1.09$

$F_{qs}=1+\frac{B}{L}\tan\emptyset'=1+(\frac{1.8}{7.4})\tan 20=1.09$

$F_{ys}=1-0.4(\frac{B}{L})=1-0.4(\frac{1.8}{7.4})=0.90$

$F_{qd}=1+2\tan\emptyset'(1-\sin\emptyset')^2\frac{Df}{B}=1.44$

$F_{yd}=1$

$q=\gamma D_f=(20.53)(2.5)=5.23\ Ton/m^2$

$q'_u=(5.23)(6.4)(1.09)(1.44)(1)+(1/2)(2.09)(1.8)(5.39)(0.9)(1)(1)$

$q'_u=61.66\ Ton/m^2$

กำหนดใช้ Safety Factor 2.5

ความสามารถรับแรงเท่ากับ 61.66 / 2.5 = 24.6 ตัน / ตารางเมตร

3.4.5 การออกแบบบันได

กำหนดบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นบันไดท้องเรียบจำนวน 4 ขั้น มีลูกตั้งยาว 0.18 เมตร ลูกนอนยาว 0.30 เมตร ใช้น้ำหนักบรรทุกจร 300 กิโลกรัมต่อตารางเมตร รายละเอียดการคำนวณแสดงอยู่ในภาคผนวก

3.5 งานคำนวณหาปริมาณงานโดยวิธีถอดแบบ

การถอดแบบเป็นวิธีแยกส่วนประกอบต่างๆ ของสิ่งก่อสร้าง เป็นงานประเภทต่างๆ เช่น งานปักผัง งานขุดดิน งานติดตั้งไม้แบบ งานผูกเหล็ก งานเทคอนกรีต ฯลฯ แต่ละประเภทงานใช้หลักคำนวณความยาว, พื้นที่, ปริมาตร, น้ำหนัก, จำนวน ฯลฯ รายละเอียดการคำนวณแต่ละงานปรากฏอยู่ในภาคผนวก

3.5.1 งานปักผัง เป็นงานเตรียมพื้นที่สำหรับการก่อสร้าง ดำเนินการโดยช่างไม้และกรรมกร ปริมาณงานไม่สามารถวัดหรือชั่งได้ จึงกำหนดหน่วยเป็นเหมารวม

3.5.2 งานขุดดิน เป็นงานรื้อดินและขนออกจากตำแหน่งเดิม การขุดสามารถทำโดยใช้กรรมกรขุดหรือใช้เครื่องจักรขุด ปริมาณงานวัดเป็นปริมาตรหน่วยลูกบาศก์เมตร หลักการคำนวณคือ กว้างคูณยาวคูณสูง

3.5.3 งานถมทรายอัดแน่น เป็นงานเตรียมรองพื้นบริเวณที่จะเทคอนกรีตรองพื้นหรือคอนกรีตหยาบ ดำเนินการโดยช่างปูน กรรมกร ปริมาณงานวัดเป็นปริมาตรหน่วยลูกบาศก์เมตร หลักการคำนวณคือ กว้างคูณยาวคูณสูง

3.5.4 งานเหล็ก เป็นงานจัดเหล็กและผูกเหล็กให้ทรงรูปร่างเป็นโครงสร้างในเนื้อคอนกรีต ดำเนินการโดยช่างเหล็กและกรรมกร ปริมาณงานวัดเป็นความยาวหน่วยเมตร และคำนวณเป็นหน่วยน้ำหนักโดยคูณค่าน้ำหนักของเหล็กแต่ละขนาด หน่วยเป็นกิโลกรัม หลักการคำนวณคือ ความยาวของเหล็กแต่ละขนาด

3.5.5 งานคอนกรีต เป็นงานผสมปูนซีเมนต์ ทราย หิน และน้ำ การลำเลียงและเทคอนกรีต ดำเนินการโดยช่างปูนและกรรมกร ปริมาณงานวัดเป็นปริมาตรหน่วยลูกบาศก์เมตร หลักการคำนวณคือ กว้างคูณยาวคูณสูง

3.5.6 งานไม้แบบ เป็นงานติดตั้งส่วนประกอบกั้นคอนกรีตให้ได้รูปทรงตามต้องการและมิให้คอนกรีตไหลออก ดำเนินการโดยช่างไม้ ปริมาณงานวัดเป็นหน่วยตารางเมตร หลักการคำนวณคือ กว้างคูณยาว

3.5.7 งานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม เป็นงานติดตั้งวัสดุตามที่ระบุในรายการประกอบแบบ ดำเนินการโดยช่างตกแต่งแต่ละประเภท ปริมาณงานวัดเป็นหน่วยตารางเมตร หรือหน่วยเป็นจำนวน หรือหน่วยเป็นความยาว

3.6 งานจัดทำ Bill of Quantity

คณะผู้ศึกษาได้นำผลจากการคำนวณแต่ละงานสรุปเป็นหมวดหมู่เป็นบัญชีปริมาณงาน (Bill of Quantity) กำหนดราคาวัสดุและค่าแรงงานต่อหน่วย รวมเป็นค่าวัสดุและแรงงานเท่ากับ 3,635,360.00 บาท พิจารณาค่าดำเนินการซึ่งเป็นค่าโสหุ้ย (Overhead) คิดในอัตราร้อยละสิบของค่าวัสดุและแรงงาน

เท่ากับ 363,536.00 บาท ค่าภาษีและกำไรเท่ากับ 654,364.80 บาท รวมเป็นเงินค่าก่อสร้าง 4,653,260.80 บาท รายละเอียดปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.1

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 รายการประกอบแบบและแบบก่อสร้าง

คณะผู้ศึกษาได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร ทฤษฎีการประมาณราคาค่าก่อสร้าง ได้ข้อกำหนดที่สอดคล้องกับเมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย แล้วจัดเขียนแบบ ได้ผลผลิตดังนี้

แผ่นที่ 1 รูปสำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา

แผ่นที่ 2 รายการประกอบแบบ

แผ่นที่ 3 แปลนพื้น

แผ่นที่ 4 รูปด้าน 1

แผ่นที่ 5 รูปด้าน 2

แผ่นที่ 6 รูปด้าน 3

แผ่นที่ 7 รูปด้าน 4

แผ่นที่ 8 รูปตัด A-A

แผ่นที่ 9 รูปตัด B-B

แผ่นที่ 10 แปลนหลังคา 1

แผ่นที่ 11 แปลนหลังคา 2

แผ่นที่ 12 แปลนฐานราก

แผ่นที่ 13 แปลนคานคอดิน +0.00

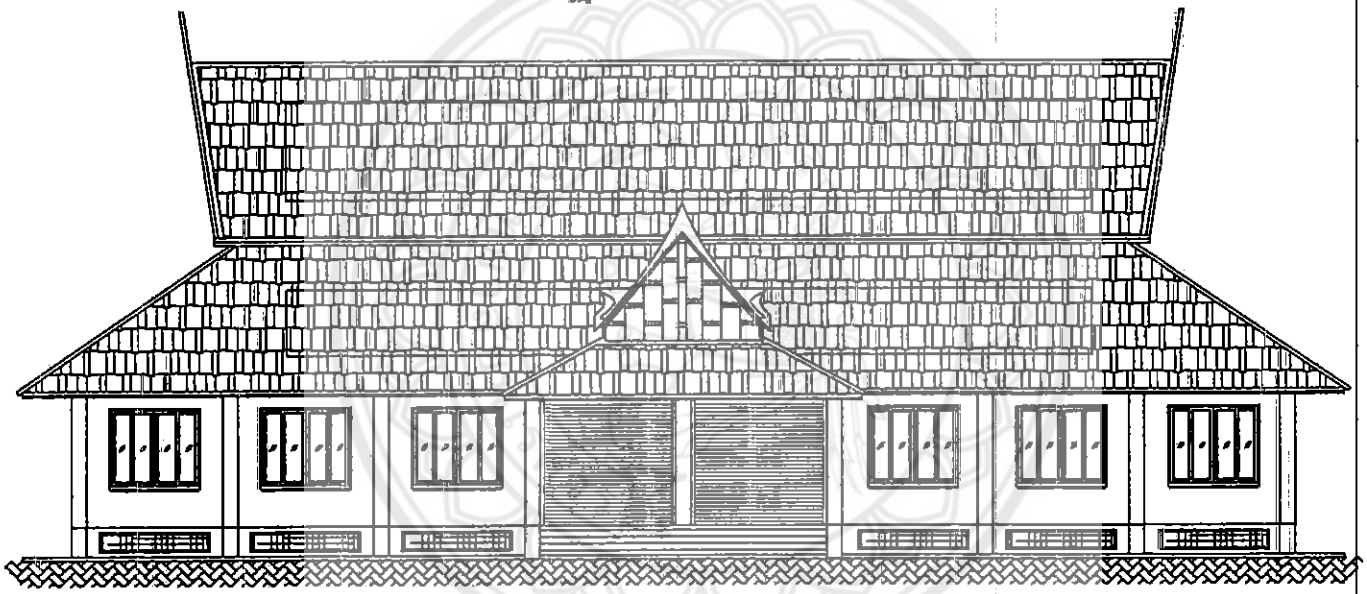
แผ่นที่ 14 แปลนคานพื้น +0.90

แผ่นที่ 15 แบบขยายโครงสร้าง

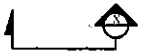
แผ่นที่ 16 แบบโครงสร้างหลังคา

แผ่นที่ 17 แบบขยายประตูหน้าต่าง

สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา



สัญลักษณ์แสดงในแบบ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	แสดงจุดตรวจการมองรูปตัด
	แสดงแนวตัดผ่าอาคาร
①	แสดงหมายเลขประตู
②	แสดงหมายเลขหน้าต่าง
③	แสดงหมายเลขพื้น
④	แสดงหมายเลขผนัง
⑤	แสดงหมายเลขฝ้าเพดาน

สารบัญแบบ

แผ่นที่	แบบแสดง
1	ภูปัทมาภิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
2	สารบัญ - รายการประกอบแบบ
3	แปลนพื้น
4	รูปตัด 1
5	รูปตัด 2
6	รูปตัด 3
7	รูปตัด 4
8	รูปตัดทางขวาง
9	รูปตัดทางยาว
10	แปลนหลังคา
11	ผังโครงหลังคา
12	แปลนฐานราก
13	แปลนหามขยัน
14	แปลนพื้นและคาน
15	ขยายโครงสร้าง คสล. แบบขยายบันได
16	แบบโครงสร้างหลังคา
17	แบบขยายประตู-หน้าต่าง

รายการประกอบแบบ

รายการประกอบแบบพื้น

สัญลักษณ์	โครงสร้าง	วัสดุผิว	ผลิตภัณฑ์	
1	คสล.	กระเบื้อง 12"x12"	COTTO หรือเทียบเท่า	

รายการประกอบแบบผนัง

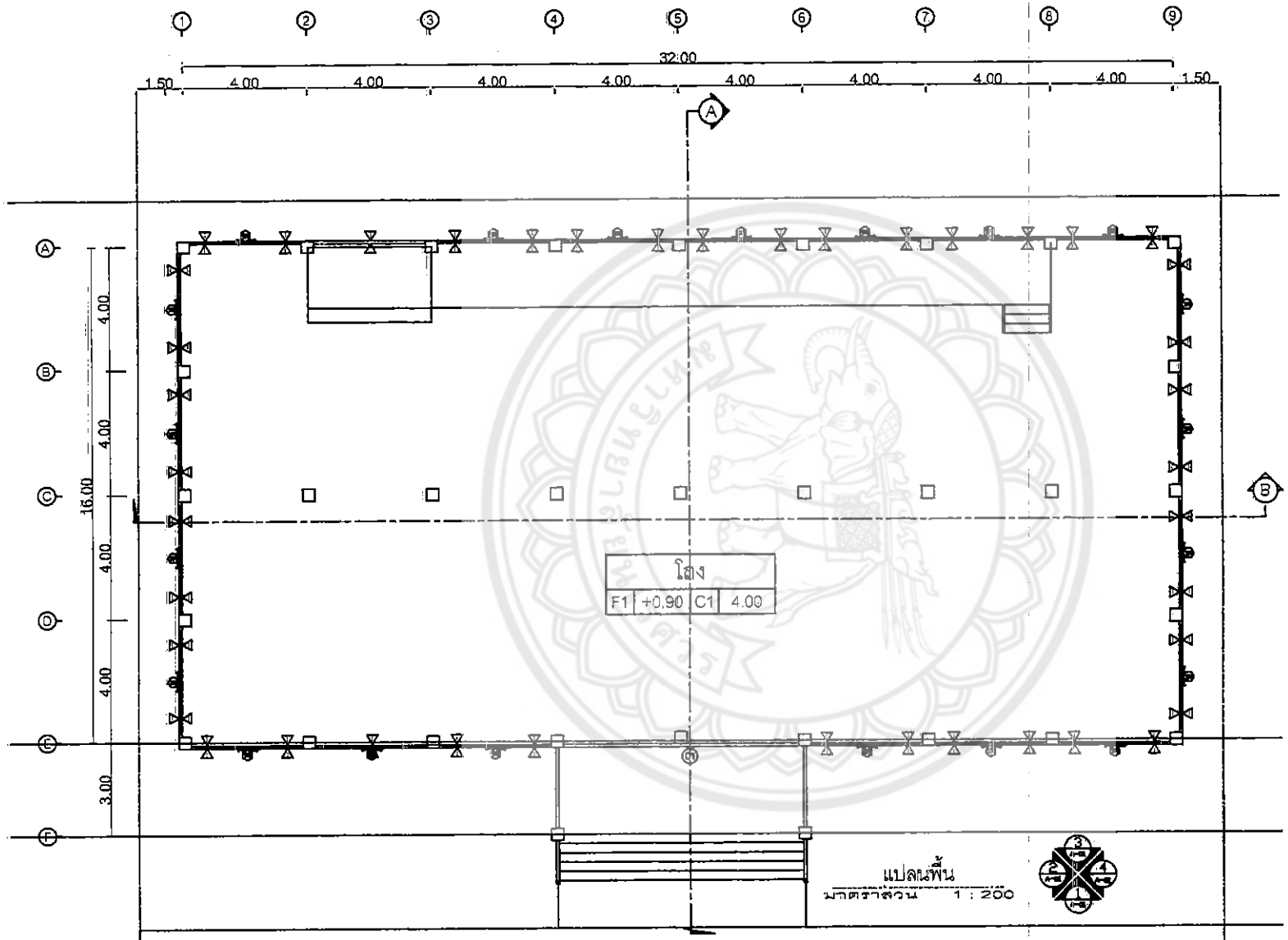
สัญลักษณ์	โครงสร้าง	วัสดุผิว	ผลิตภัณฑ์	
1	ผนังอิฐก่อฉาบปูน	ฉาบปูนก่อรวมทาสีน้ำพลาสติก	TOA หรือเทียบเท่า	

รายการประกอบแบบฝ้าเพดาน

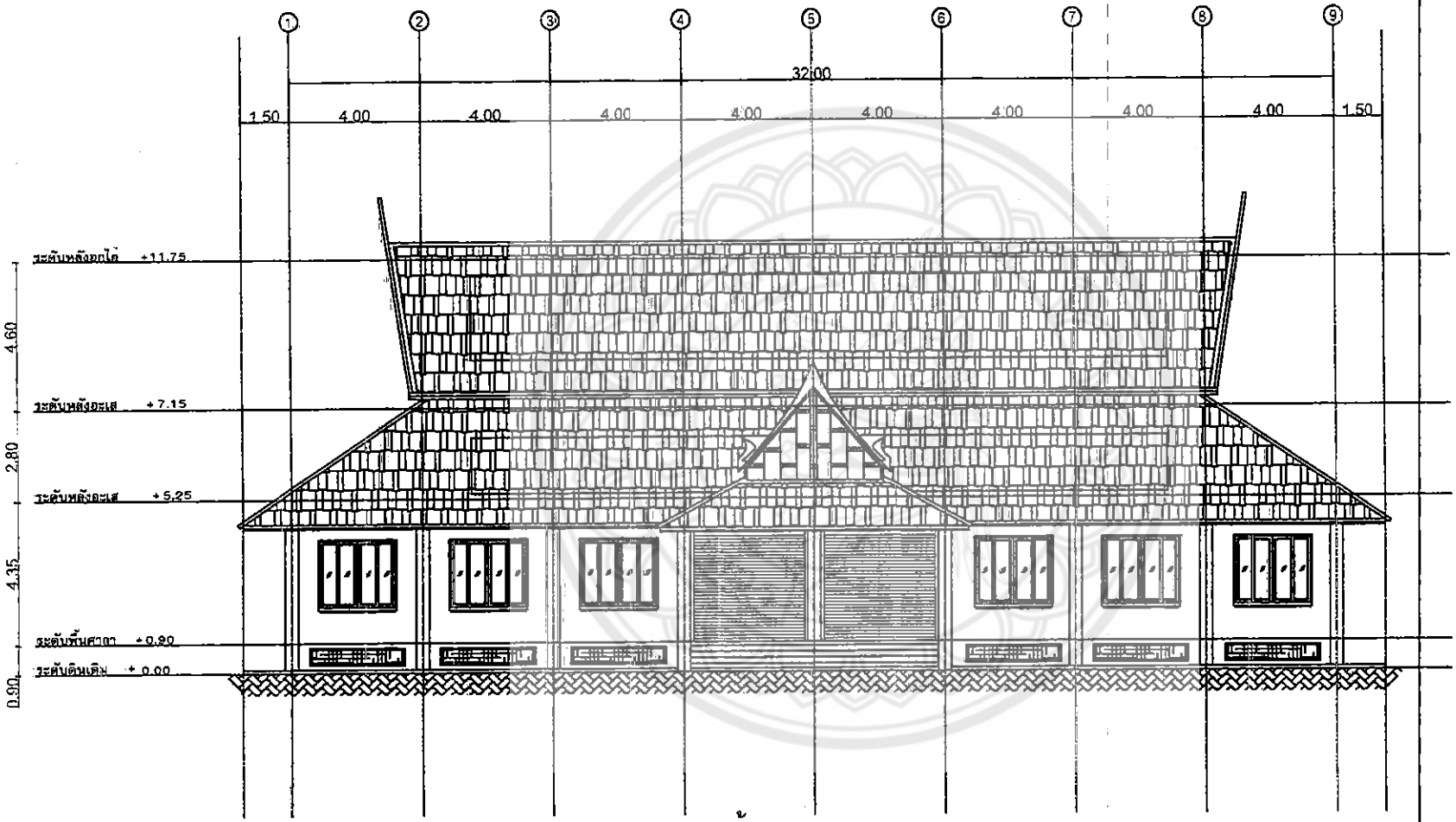
สัญลักษณ์	โครงสร้าง	วัสดุผิว	ผลิตภัณฑ์
1	โครงเหล็กชุบสังกะสี	ซีบอร์ดบอร์ดหนา 9 มม. จากบริษัท ทส	พี.จี.ลอนโด่ เทียบเท่า

หมายเหตุ - ในห้องน้ำโถชักชักให้ใช้ฝ้าทองหรือทาสี

ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา	
สำรวจ		
เขียนแบบ		
ออกแบบ		
คำนวณ		
อนุมัติ		แผ่นที่ 2/17



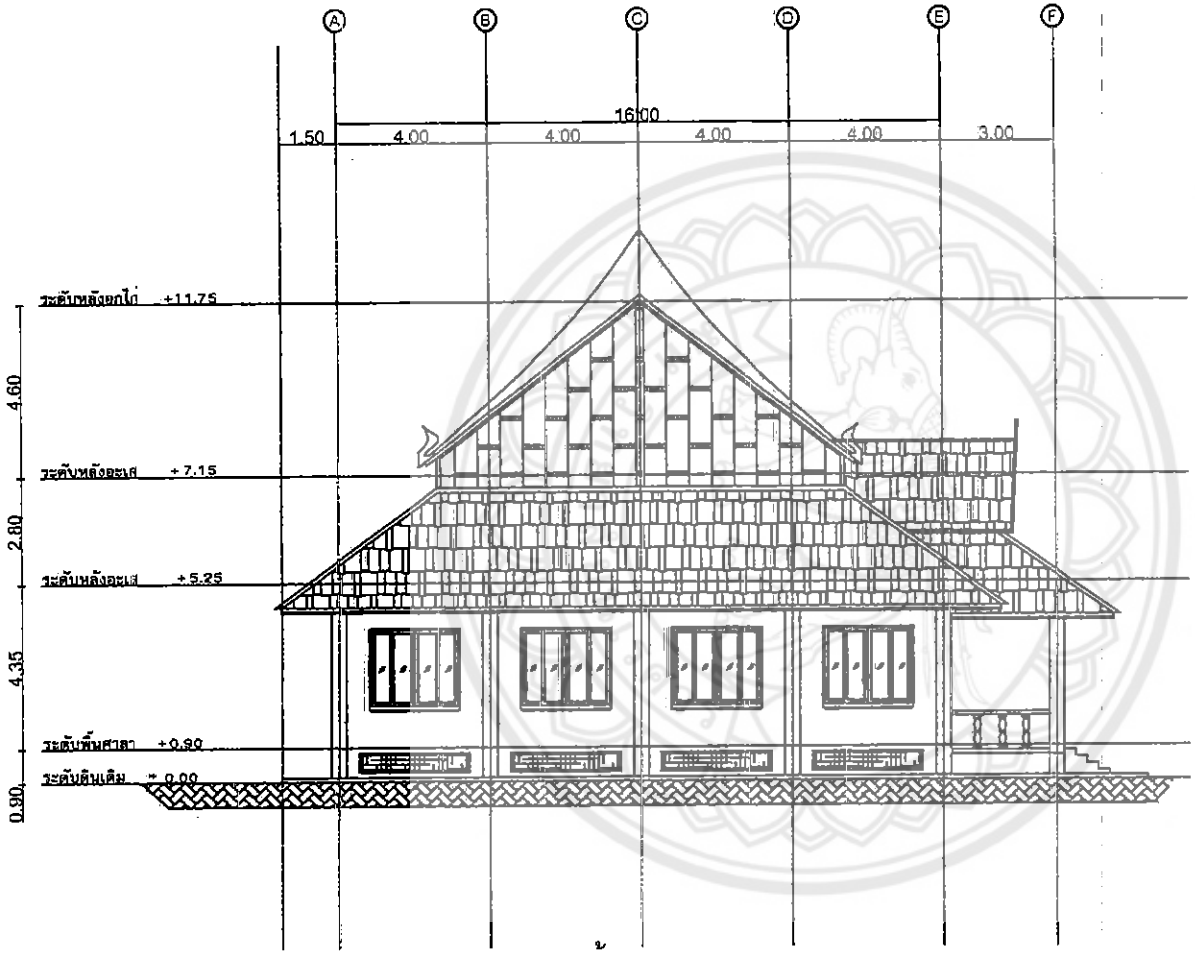
ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมมหามา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 3 / 17



รูปด้าน 1

มาตราส่วน 1 : 200

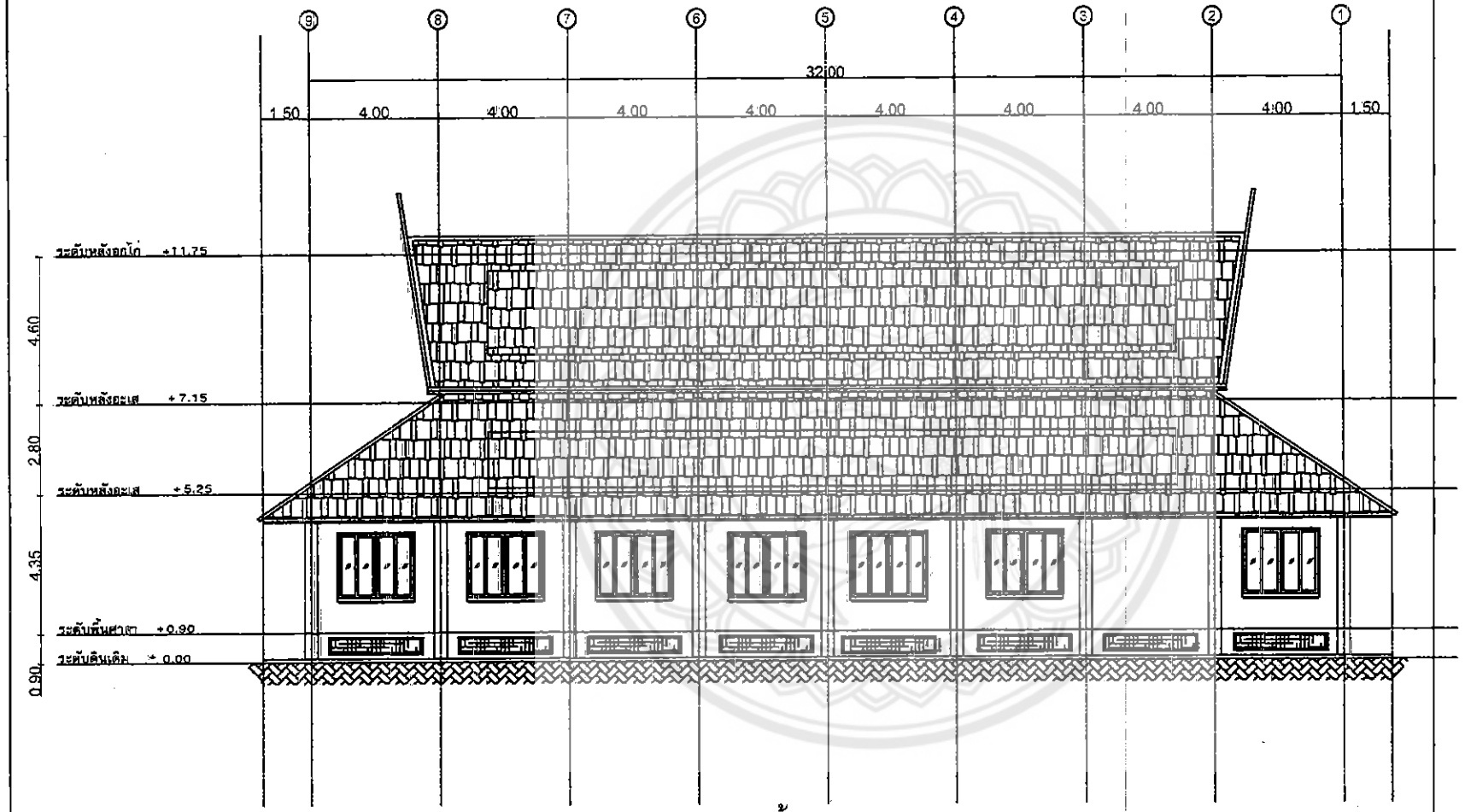
ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 4/17



รูปด้าน 2

มาตราส่วน 1 : 200

ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 5/17

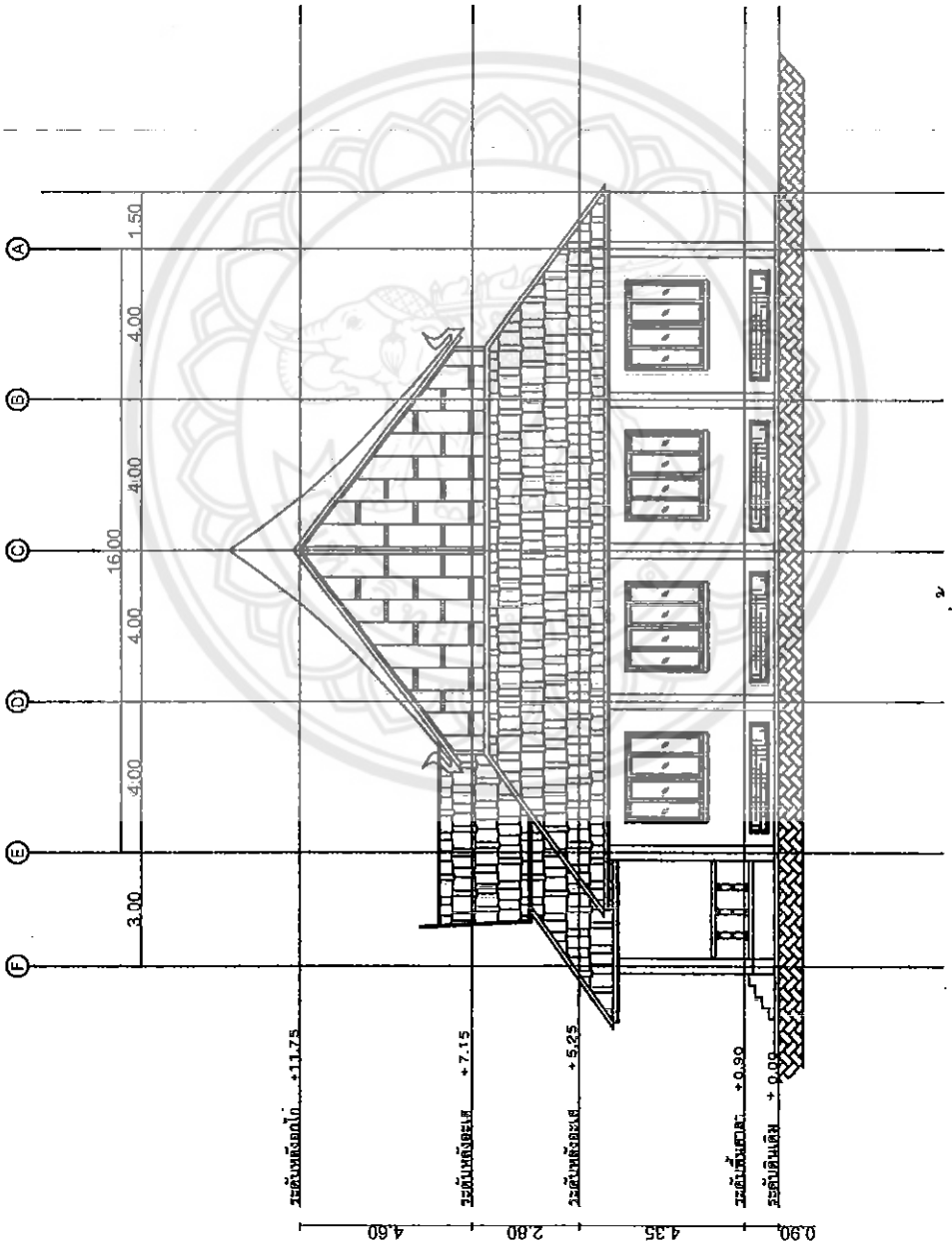


รูปด้าน 3

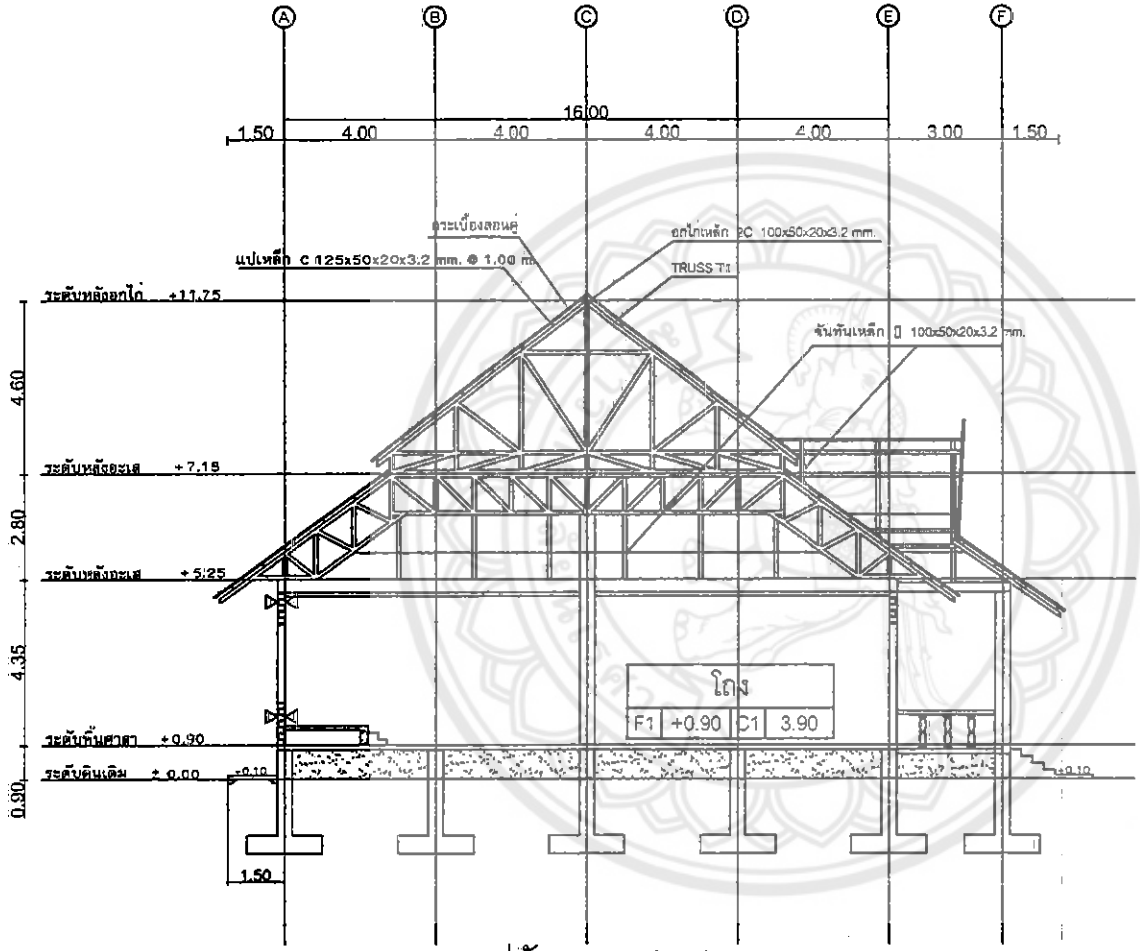
มาตราส่วน 1 : 200

ชื่อแบบ	โครงสร้างก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 6/17

		ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้างสำนักบัณฑิตอาสาพัฒนาชนบท					แผ่นที่ 7/17
		ตำแหน่ง						
		เจ้าของแบบ						
		ออกแบบ						
		คำนวณ						
		อนุมัติ						



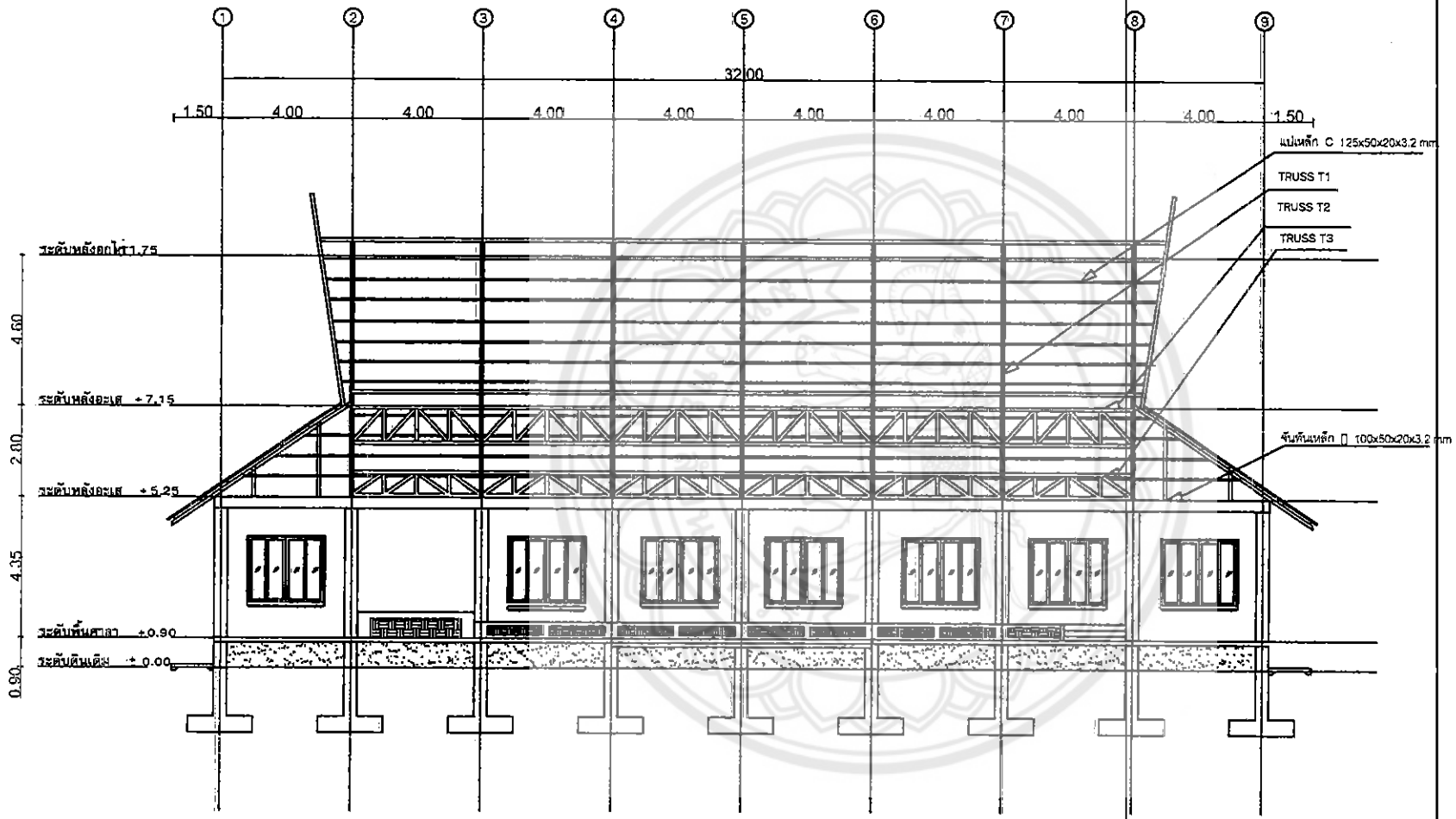
รูปด้านที่ 4
มาตราส่วน 1:200



รูปตัด A - A

มาตราส่วน 1 : 200

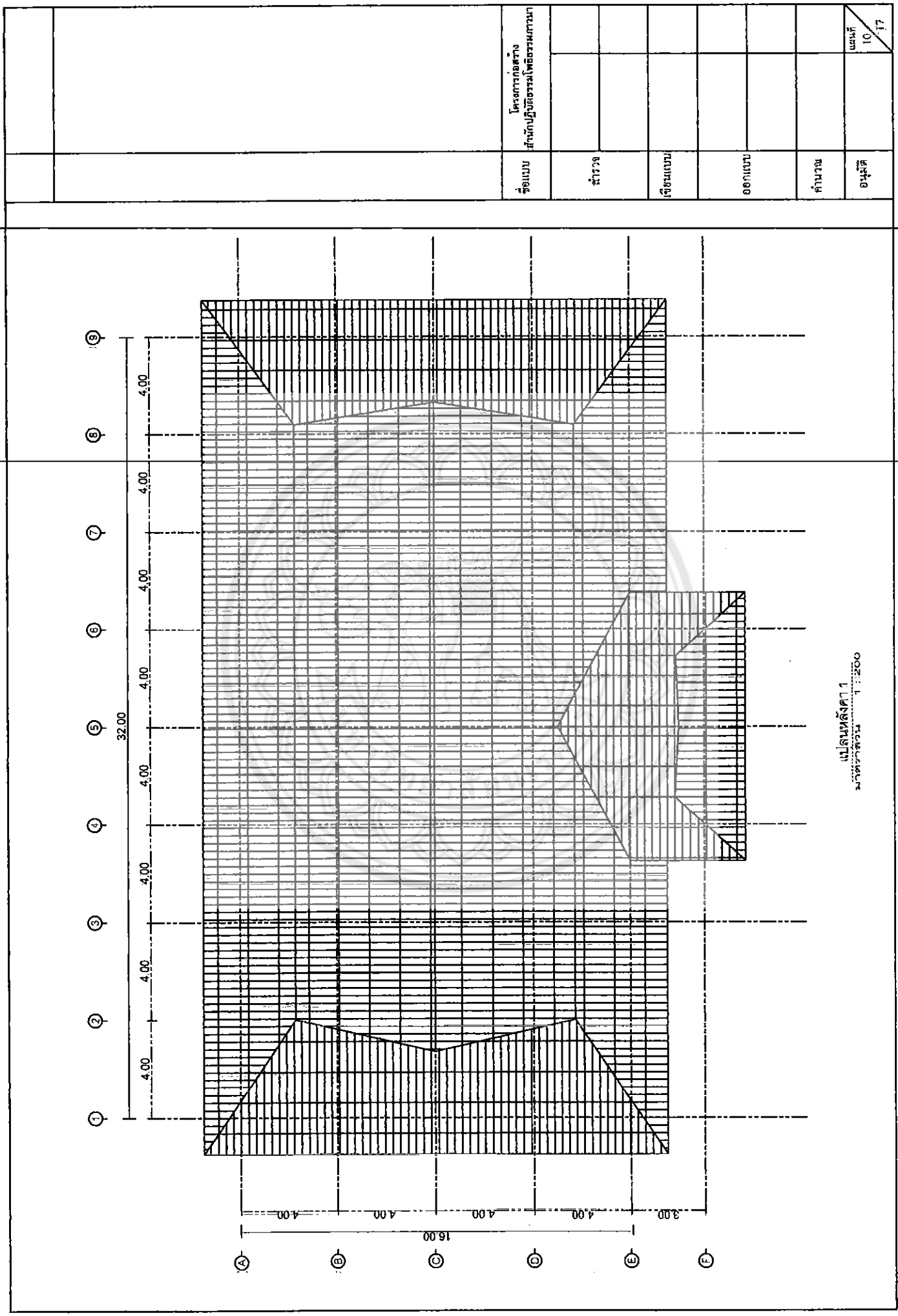
ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผนที่ 8 / 17

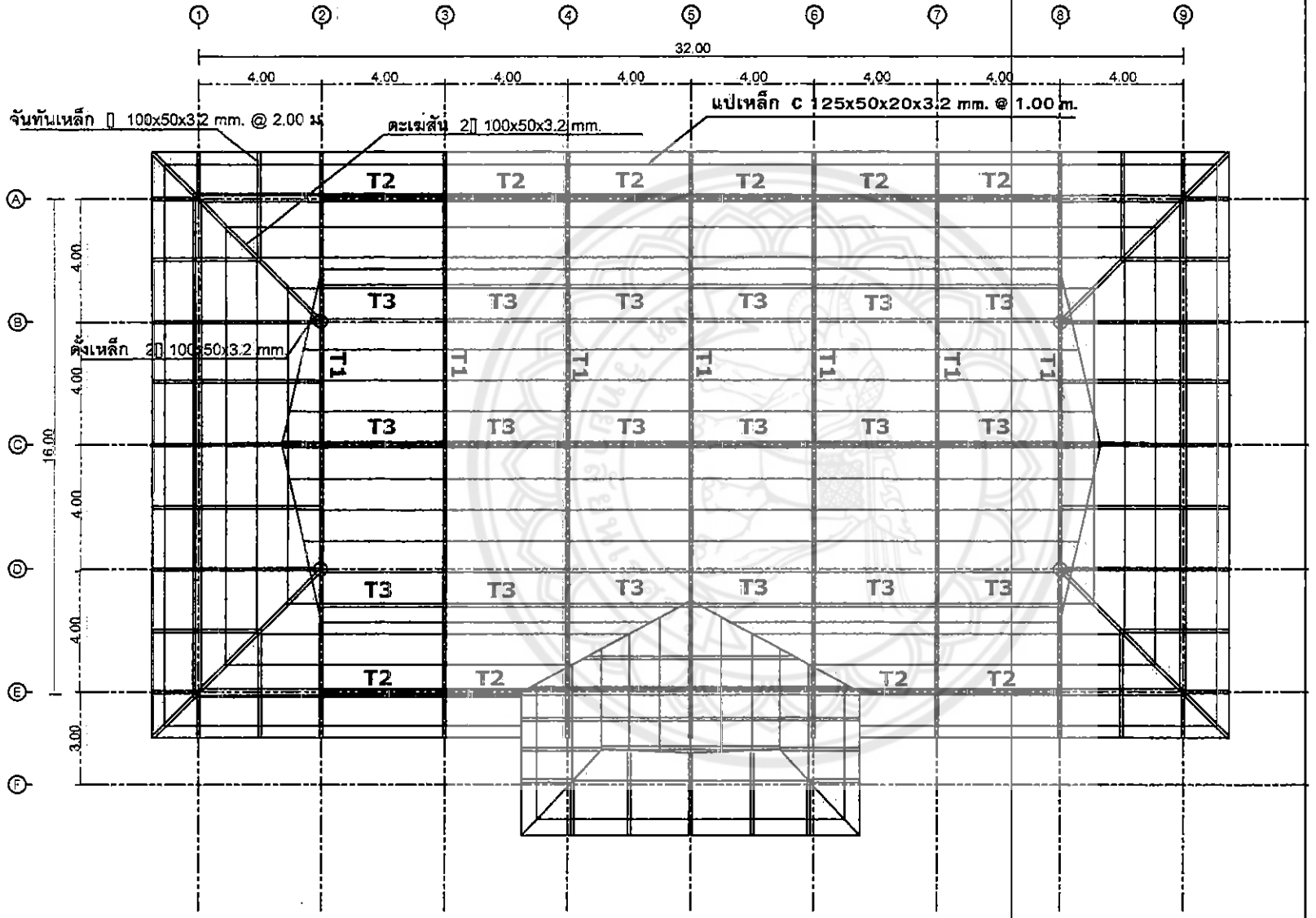


รูปตัด B - B

มาตราส่วน 1 : 200

ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมการวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 9 / 17


โครงการก่อสร้าง
สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมมหามกุฏ
ชื่อแบบ
ผู้ตรวจ
ผู้เขียนแบบ
ผู้ออกแบบ
ผู้คำนวณ
ผู้ดำเนินการ
แผ่นที่ 10/17
4.00
4.00
4.00
4.00
4.00
4.00
4.00
4.00
32.00
16.00
4.00
4.00
4.00
4.00
3.00
A
B
C
D
E
F
1
2
3
4
5
6
7
8
9

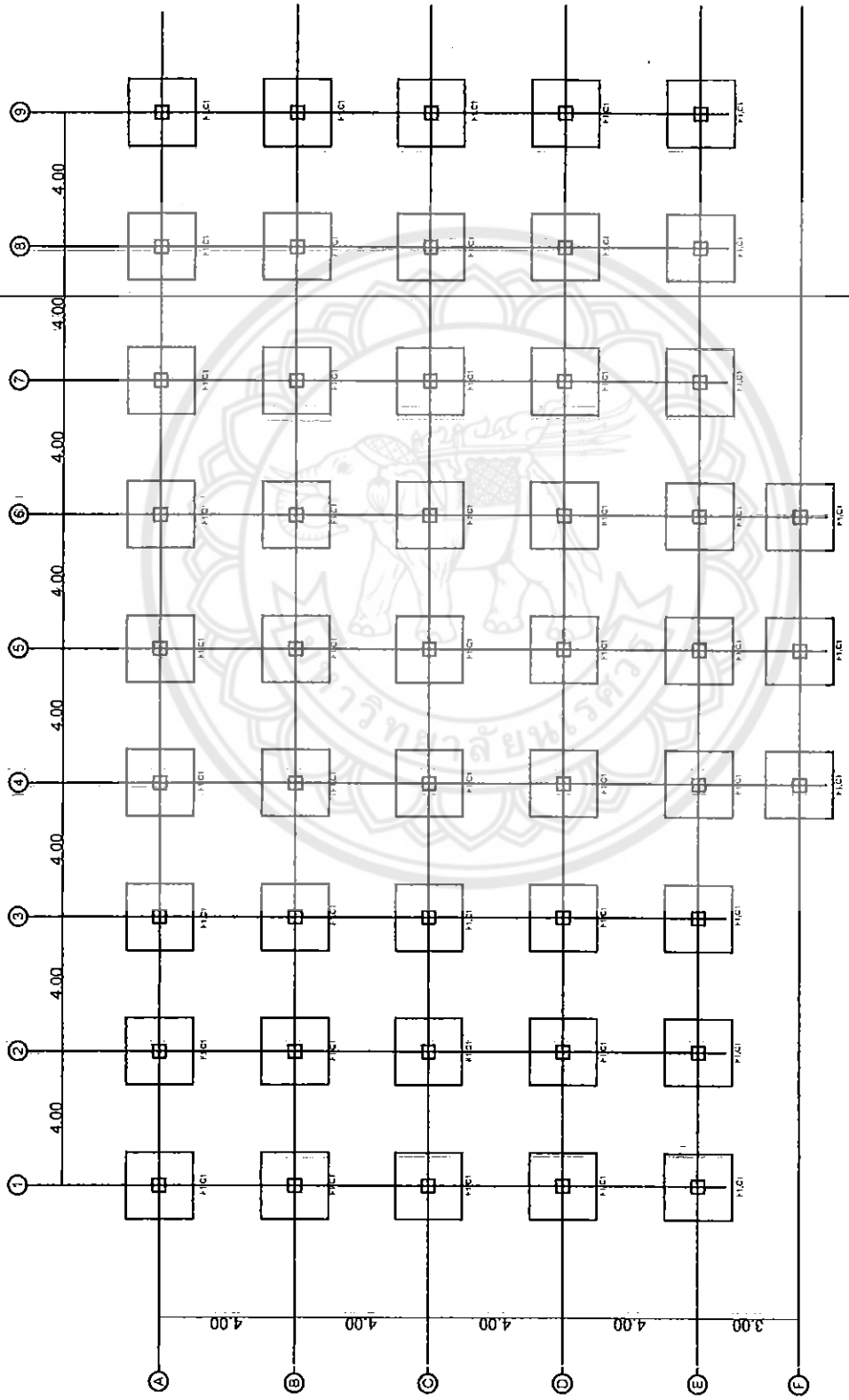


แปลนหลังคา 2

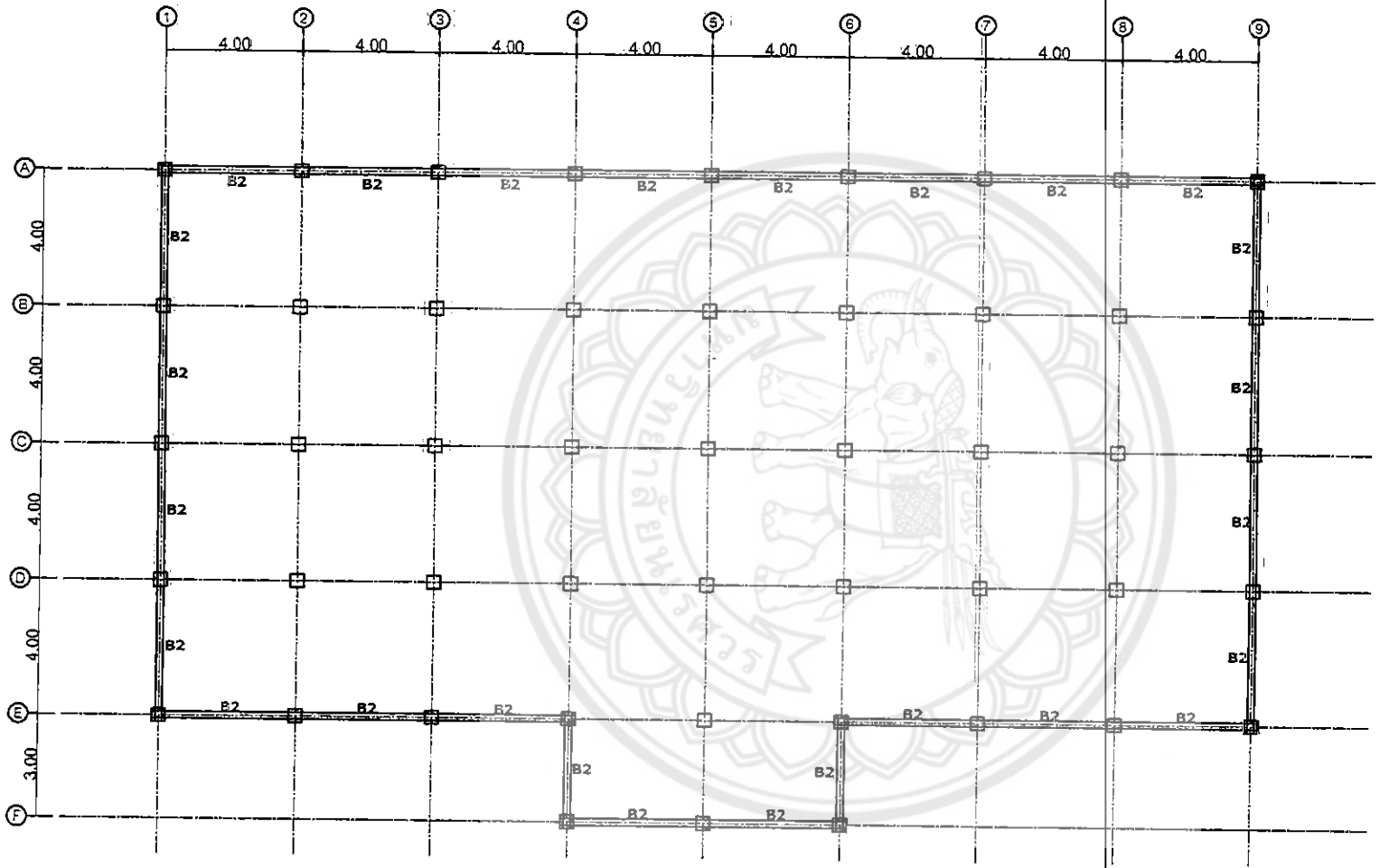
มาตราส่วน 1 : 200

ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 11 / 17

		ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมเพื่อธรรมทายาท					แผ่นที่ 12/17
		สำรวจ						
		เขียนแบบ						
		ออกแบบ						
		คำนวณ						
		อนุมัติ						



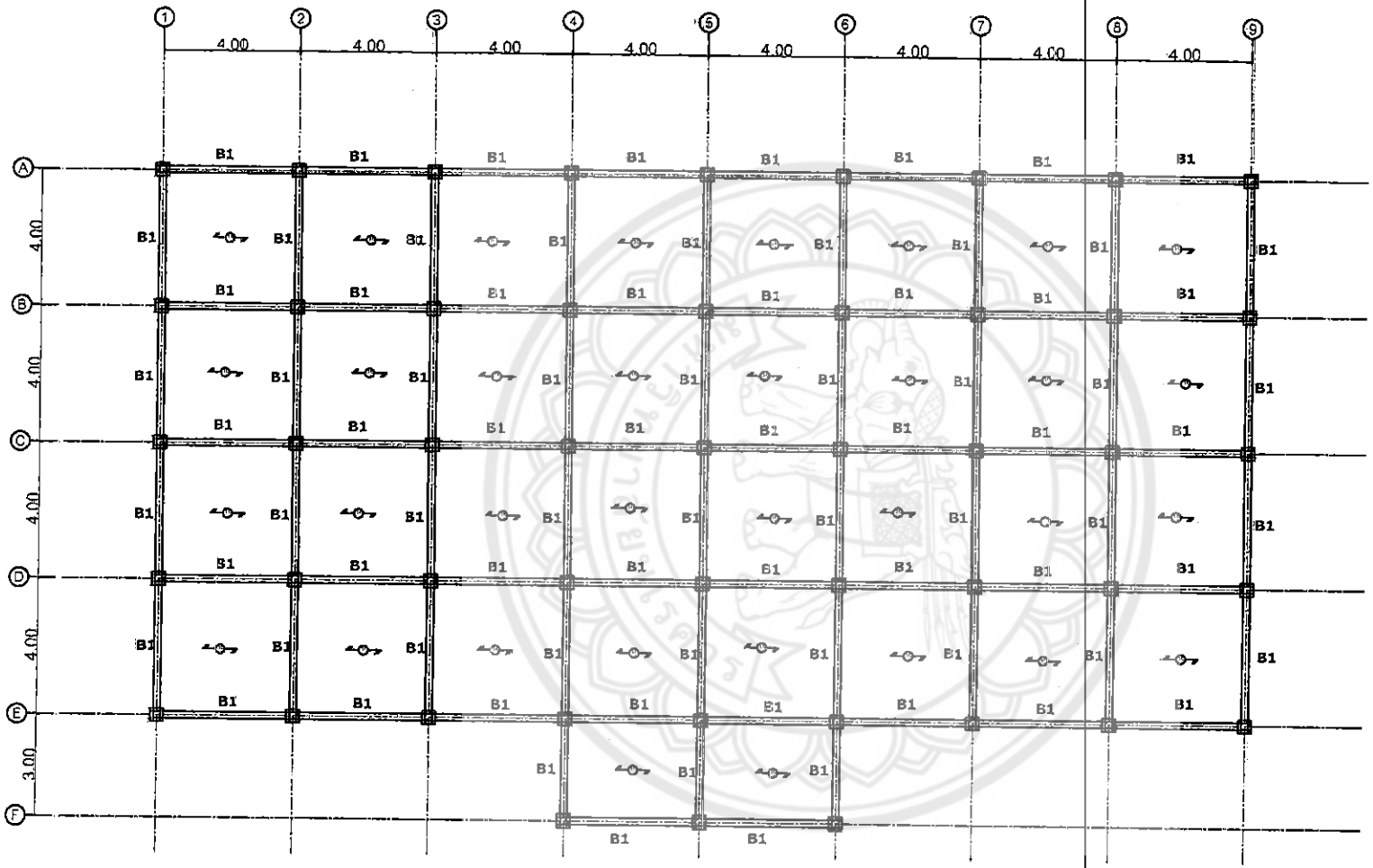
แปลนฐานราก
มาตราส่วน 1:200



แปลนคานคอดิน +0.00

มาตราส่วน 1:200

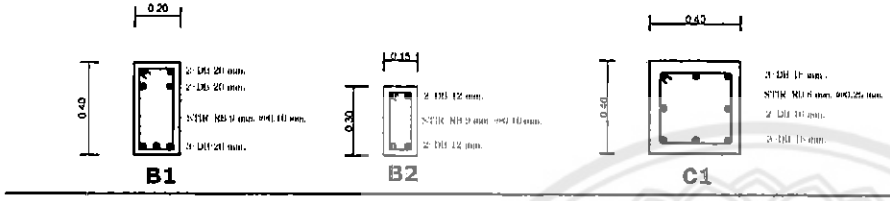
ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรม/การนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 13/17



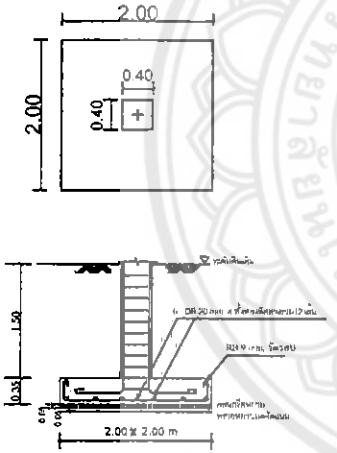
แปลนคาน - พื้นศาลา +0.90

มาตราส่วน 1 : 200

ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 14/17



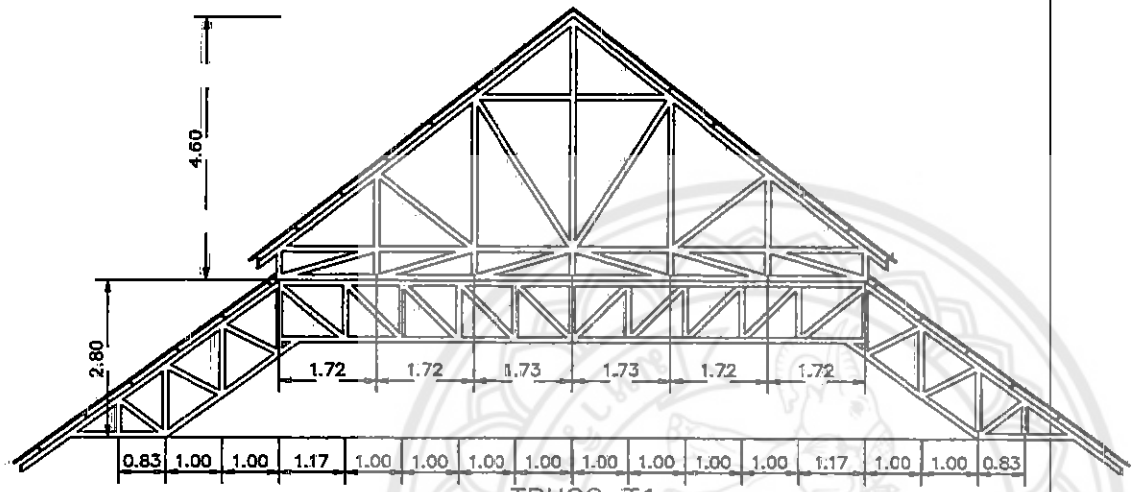
แบบขยายคานและเสา
มาตราส่วน 1 : 50



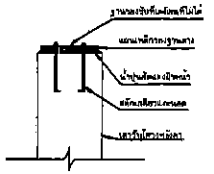
แบบขยายฐานราก
มาตราส่วน 1 : 50

แบบขยายบันได
มาตราส่วน 1 : 50

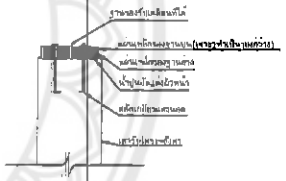
ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา	
สำรวจ		
เขียนแบบ		
ออกแบบ		
คำนวณ		
อนุมัติ		แผ่นที่ 15 / 17



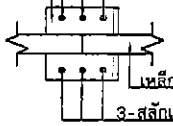
TRUSS T1



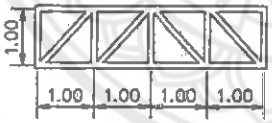
TRUSS T2



2- Plate แผ่นเหล็กรองหัวเสาหนา 12 มม.
3-สลักเกลียวสมอขนาด Ø 16 มม.ฝังลึก
ยาว 30 ซม. ยึดข้างละ 3 ตัว

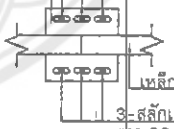


3-สลักเกลียวสมอขนาด Ø 16 มม.ฝังลึก
ยาว 30 ซม. ยึดข้างละ 3 ตัว



TRUSS T3

2- Plate แผ่นเหล็กรองหัวเสาหนา 12 มม.
3-สลักเกลียวสมอขนาด Ø 16 มม.ฝังลึก
ยาว 30 ซม. ยึดข้างละ 3 ตัว

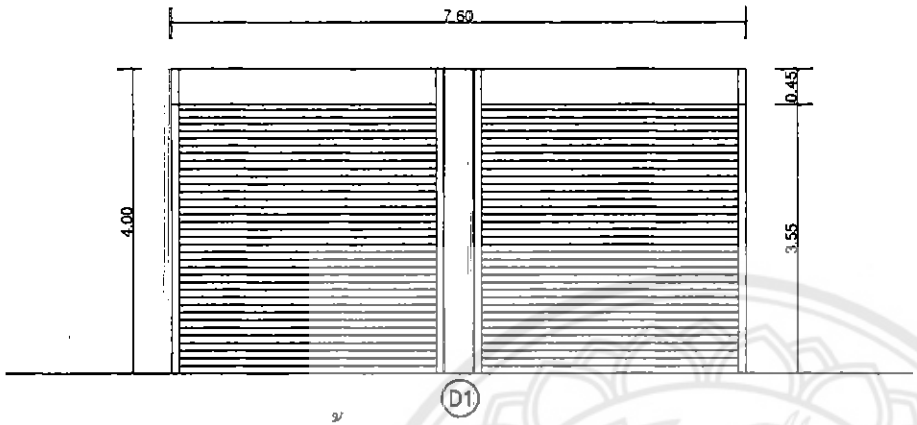


3-สลักเกลียวสมอขนาด Ø 16 มม.ฝังลึก
ยาว 30 ซม. ยึดข้างละ 3 ตัว

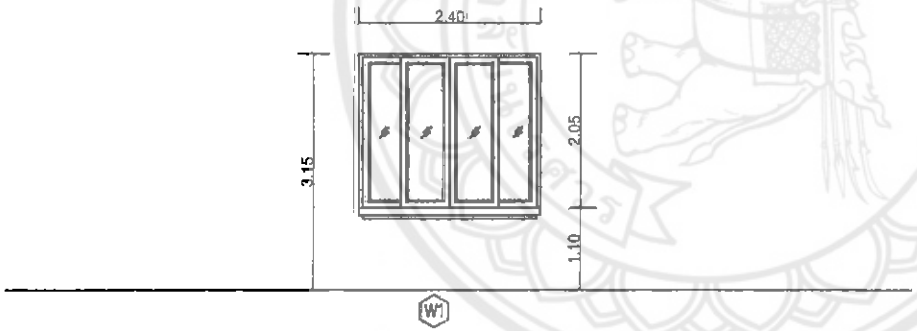
แบบขยายโครง Truss

มาตราส่วน 1 : 75

ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผ่นที่ 16/17



ประตูม้วน 3S ขนาด 7.6 X 4.0 m



ลักษณะบาน	ประตูบานเลื่อน (4บาน)
ขนาดบาน	2.40 x 2.05
กรอบบาน	อลูมิเนียม
วงกบ	-
ลูกฟัก	กระจกใสหนา 8 มม.
อุปกรณ์	อุปกรณ์บานอะลูมิเนียมครบชุด

ชื่อแบบ	โครงการก่อสร้าง สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา
สำรวจ	
เขียนแบบ	
ออกแบบ	
คำนวณ	
อนุมัติ	แผนที่ 17/17

4.2 ปริมาณงานจากการออดแบบ

1. T-1 ส่วนบน

ใช้เหล็ก ∅ 60.5 x 3.2 mm

2. T-1 ส่วนล่าง

ใช้เหล็ก ∅ 60.5 x 3.2 mm

3. T-2

ใช้เหล็ก ∅ 60.5 x 3.2 mm

4. T-3

ใช้เหล็ก ∅ 60.5 x 3.2 mm

5. เสา

5.1 เหล็กยืน ใช้เหล็ก DB 16

5.2 เหล็กปลอก ใช้เหล็ก RB 6 (ระยะเรียง 0.25 m)

6. คาน

6.1 B1 (0.20×0.40) ใช้เหล็ก DB 20

ใช้เหล็ก RB 9 (ระยะเรียง 0.10 m)

6.2 B2 (0.15×0.30) ใช้เหล็ก DB 12

ใช้เหล็ก RB 9 (ระยะเรียง 0.10 m)

7. ฐานราก

7.1 เสาต่อม่อ	ใช้เหล็ก DB 16
	ใช้เหล็ก RB 6 (ระยะเรียง 0.25 m)
7.2 เหล็กเสริม	ใช้เหล็ก DB 20
5.3 ฐานรากหนา	0.35 m
5.4 ฐานรากกว้าง	2.00 m
5.5 ฐานรากยาว	2.00 m
1.6 เหล็กรัดรอบ	ใช้เหล็ก RB 9

จากการคำนวณได้ปริมาณงานดังต่อไปนี้

1. ขุดดิน	=	539.136	ลบ.ม.
2. ถมดิน	=	435.072	ลบ.ม.
3. ทรายอัดแน่น	=	13.824	ลบ.ม.
4. คอนกรีตหยาบ	=	11.52	ลบ.ม.
5. คอนกรีตโครงสร้าง	=	191	ลบ.ม.
6. แบบหล่อคอนกรีต	=	886	ตร.ม.
7. เหล็กเส้นกลมขนาด 6 มม.	=	188	ท่อน(ท่อนละ 10 เมตร)
8. เหล็กเส้นกลมขนาด 9 มม.	=	508	ท่อน(ท่อนละ 10 เมตร)
9. เหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มม.	=	41	ท่อน(ท่อนละ 10 เมตร)
10. เหล็กข้ออ้อยขนาด 16 มม.	=	257	ท่อน(ท่อนละ 10 เมตร)

11. เหล็กข้ออ้อยขนาด 20 มม. = 353 ท่อน(ท่อนละ 10 เมตร)

12. เหล็กรูปพรรณ ตัวซี C 125 × 50 × 20 × 3.2 mm = 203ท่อน(ท่อนละ 6 เมตร)

13. เหล็กรูปพรรณเหล็กกลวง □ 100 × 50 × 3.2 mm = 71 ท่อน(ท่อนละ 6 เมตร)

14 เหล็กรูปพรรณ [125 ×60 × 6 ×8 mm. = 23 ท่อน(ท่อนละ 6 เมตร)

15 เหล็ก ∅ 60.5 x 3.2 mm = 301 ท่อน(ท่อนละ 6 เมตร)

16 เหล็กตะแกรง = 643.2 ตร.ม.

17 พื้นปูกระเบื้องเคลือบขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว = 536 ตร.ม.

18 บัวเชิงผนังกระเบื้องเคลือบเซรามิค = 88 ม.

19 ผนังก่ออิฐมอญ ครึ่งแผ่น = 217 ตร.ม.

20 ฉาบปูนเรียบ = 434 ม.

21 ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 9 มม.ตร่าว ที บาร์ = 536 ตร.ม.

22 กระเบื้องลอนคู่ขนาด 0.50x1.20 ม. หนา 5 มม = 2200 แผ่น

23 เชิงชายไม้เนื้อแข็ง ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว = 179 ม.

24 ไม้ปิดลอนกระเบื้อง ขนาด ¾ นิ้ว x 8 นิ้ว = 179 ม.

25 ประตูเหล็กม้วน = 2 ชุด

26 หน้าต่าง = 21 ชุด

27 ทาสี = 434 ม.

28 พื้นสำเร็จ = 536 ตร.ม.

4.3 บัญชีรายการ Bill of Quantity

คณะผู้ศึกษาได้ดำเนินการถอดแบบจากแบบก่อสร้าง ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก และสรุปผลอยู่ในรูปแบบของบัญชีรายการ Bill of Quantity ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าวัสดุและค่าแรงงานเท่ากับ 3,635,360.00 บาท ค่าดำเนินงานซึ่งหมายถึงค่าโสหุ้ย (Overhead) เท่ากับ 363,536.00 บาท ภาษีเท่ากับ 290,828.80 บาท กำไรเท่ากับ 363,536.00 บาท รวมเป็นเงินค่าก่อสร้างเท่ากับ 4,653,260.80 บาท รายละเอียดแสดงอยู่ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 Bill of Quantity

ลำดับ	งาน	ปริมาณงาน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		จำนวนเงินรวม
				ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ค่าแรง/หน่วย	ราคารวม	
1.	เตรียมงาน							
	ปักสังบริเวณ	1	เหมารวม	3,000.00	3,000.00	2,000.00	2,000.00	5,000.00
2	ฐานราก							
	-ขุดดิน	540.00	ลูกบาศก์เมตร	-	-	60.00	32,400.00	32,400.00
	-ดินถม	435.00	ลูกบาศก์เมตร	-	-	40.00	17,400.00	17,400.00
	-ถมทรายอัดแน่น	14.00	ลูกบาศก์เมตร	450.00	6,300.00	80.00	1,120.00	7,420.00
	-คอนกรีตหยาบ	12.00	ลูกบาศก์เมตร	1,400.00	16,800.00	350.00	4,200.00	21,000.00
	-ไม้แบบ	135.00	ตารางเมตร	280.00	37,800.00	100.00	13,500.00	51,300.00
	-ปริมาณคอนกรีต	68.00	ลูกบาศก์เมตร	1,650.00	112,200.00	400.00	27,200.00	139,400.00
	-เหล็ก Ø RB 9 มม.	37	ท่อน	110.00	4,070.00	20.00	740.00	4,810.00
	-เหล็ก Ø DB 20 มม.	154	ท่อน	510.00	78,540.00	99.00	15,246.00	93,786.00
3	เสาตอม่อ							
	-ไม้แบบ	18.00	ตารางเมตร	280.00	5,040.00	100.00	1,800.00	6,840.00
	-ปริมาณคอนกรีต	12.00	ลูกบาศก์เมตร	1,650.00	19,800.00	400.00	4,800.00	24,600.00
	-เหล็ก Ø RD 6 มม.	58	ท่อน	50.00	2,900.00	11.00	638.00	3,538.00
	-เหล็ก Ø DB 16 มม.	106	ท่อน	325.00	34,450.00	63.00	6,678.00	41,128.00
4	เสา							
	-ไม้แบบ	302.00	ตารางเมตร	280.00	84,560.00	100.00	30,200.00	114,760.00
	-ปริมาณคอนกรีต	31.00	ลูกบาศก์เมตร	1,650.00	51,150.00	400.00	12,400.00	63,550.00
	-เหล็ก Ø RB 6 มม.	114	ท่อน	50.00	5,700.00	11.00	1,254.00	6,954.00
	-เหล็ก Ø DB 16 มม.	151	ท่อน	325.00	49,075.00	63.00	9,513.00	58,588.00
5	พื้น							
	-แผ่นพื้นสำเร็จ							
	-พื้นสำเร็จกลวงLL 400 กก./ตร.ม.	536.00	ตารางเมตร	450.00	241,200.00	70.00	37,520.00	278,720.00
	-ไม้แบบ	20.00	ตารางเมตร	280.00	5,600.00	100.00	2,000.00	7,600.00
	-ปริมาณคอนกรีต	27.00	ลูกบาศก์เมตร	1,650.00	44,550.00	400.00	10,800.00	55,350.00
	-ปริมาณคอนกรีตฟุตบาท	18.00	ลูกบาศก์เมตร	1,650.00	29,700.00	400.00	7,200.00	36,900.00
	-เหล็กสะแตรง	644	ตารางเมตร	40.00	25,760.00	10.00	6,440.00	32,200.00
6	คาน							
	-ไม้แบบ	398.00	ตารางเมตร	280.00	111,440.00	100.00	39,800.00	151,240.00
	-ปริมาณคอนกรีต	31.00	ลูกบาศก์เมตร	1,650.00	51,150.00	400.00	12,400.00	63,550.00
	-เหล็ก Ø RB 9 มม.	435	ท่อน	110.00	47,850.00	20.00	8,700.00	56,550.00
	-เหล็ก Ø DB 12 มม.	41	ท่อน	185.00	7,585.00	35.00	1,435.00	9,020.00
	-เหล็ก Ø DB 20 มม.	200	ท่อน	510.00	102,000.00	99.00	19,800.00	121,800.00
7	ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น							
	-ปริมาณคอนกรีต	9.18	ลูกบาศก์เมตร	1,650.00	15,147.00	400.00	3,672.00	18,819.00
8	กระเบื้องปูพื้น							
	กระเบื้องเซรามิค 12" × 12"	536.00	ตารางเมตร	395.00	211,720.00	100.00	53,600.00	265,320.00
	บัวเชิงผนัง	88.00	เมตร	100.00	8,800.00	40.00	3,520.00	12,320.00
9	ปั้นไลน์							
	-ไม้แบบ	17.00	ตารางเมตร	280.00	4,760.00	100.00	1,700.00	6,460.00
	-ปริมาณคอนกรีต	4.00	ลูกบาศก์เมตร	1,650.00	6,600.00	400.00	1,600.00	8,200.00
	-เหล็ก Ø RB 6 มม.	17.00	ท่อน	50.00	850.00	11.00	187.00	1,037.00
	-เหล็ก Ø RB 9 มม.	37	ท่อน	110.00	4,070.00	25.00	925.00	4,995.00
10	ผนัง							
	-ผนังอิฐมอญครึ่งแผ่น	217	ตารางเมตร	120.00	26,040.00	75.00	16,275.00	42,315.00
	-ผนังฉาบเรียบ	434	ตารางเมตร	85.00	36,890.00	85.00	36,890.00	73,780.00
11	ทาสี							
	-ทาสีน้ำอคริลิคกึ่งเงา	2035	ตารางเมตร	150.00	305,250.00	75.00	152,625.00	457,875.00
12	ฝ้า							
	-ฝ้าเพดานยิปซั่มเทนชิน 9 มม.	536	ตารางเมตร	210.00	112,560.00	75.00	40,200.00	152,760.00
13	เหล็กโครงหลังคา							
	-เหล็กรูปพรรณ ตัวซี 125 × 50 × 20 × 3.2 mm.	203	ท่อน	925.00	187,775.00	100.00	20,300.00	208,075.00
	-เหล็กรูปพรรณกล่อง 100 × 50 × 20 × 3.2 mm.	71	ท่อน	1,100.00	78,100.00	100.00	7,100.00	85,200.00
	-เหล็กรูปพรรณรางน้ำ 125 × 60 × 6 × 8 mm.	23	ท่อน	1,800.00	41,400.00	110.00	2,530.00	43,930.00
	-เหล็กรูปพรรณ กลม 60 × 3.2 mm.	301	ท่อน	450.00	135,450.00	100.00	30,100.00	165,550.00
14	กระเบื้องมุงหลังคา							
	-กระเบื้องลอนคู่	2200	แผ่น	70.00	154,000.00	8.00	17,600.00	171,600.00
	-ครอบสันตะเข้	140	แผ่น	75.00	10,500.00	25.00	3,500.00	14,000.00
	-ครอบสันโค้ง	71	แผ่น	75.00	5,325.00	25.00	1,775.00	7,100.00
	-ครอบทางลม	6	แผ่น	75.00	450.00	25.00	150.00	600.00
	-ไม้ชิงชาย 1" × 8"	179	เมตร	85.00	15,215.00	20.00	3,580.00	18,795.00
	-ไม้ปิดเชิงชาย 3/4" × 8"	179	เมตร	55.00	9,845.00	20.00	3,580.00	13,425.00
15	ตกแต่งเข้า							
	อุปกรณ์ตกแต่ง	1	เหมารวม	95,000.00	95,000.00	6,000.00	6,000.00	101,000.00
16	ประตู-หน้าต่าง							
	ประตูเหล็กม้วน	2	ชุด	12,000.00	24,000.00	4,000.00	8,000.00	32,000.00
	หน้าต่าง	21	ชุด	3,500.00	73,500.00	300.00	6,300.00	79,800.00
17	ไฟฟ้า	1	เหมารวม	120,000.00	120,000.00	25,000.00	25,000.00	145,000.00
		รวมค่าวัสดุและแรงงาน					3,635,360.00	บาท
		ค่าดำเนินงาน 10 %					363,536.00	บาท
		ภาษี					290,828.80	บาท
		กำไร					363,536.00	บาท
		รวมเป็นเงินสุทธิ					4,653,260.80	บาท

บทที่ 5

สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน

จากการศึกษาออกแบบโครงสร้างองค์อาคาร ทำให้ได้แบบศาลาการเปรียญ ชั้นเดียวพื้นยกสูง มีพื้นที่รองรับประชาชน 200 คน มีหลังคาเป็นแบบทรงไทยประยุกต์ พร้อมทั้งได้แบบ เสา คาน พื้น ฐานราก ที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก และโครงหลังคาที่เป็นโครงเหล็ก Truss เพื่อที่จะได้นำแบบสถาปัตยกรรมและแบบโครงสร้างมาถอดแบบ เพื่อหาปริมาณงาน

การออกแบบอาคารโดยยึดมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยเป็นเกณฑ์และความต้องการของพระอาจารย์วิเชียร วชิรปัญโญ ผู้จัดสร้าง ผลการออกแบบได้อาคารปฏิบัติธรรมมีความกว้าง 16 เมตร ความยาว 32 เมตร มีพื้นที่ 512 ตารางเมตร สูง 11.75 เมตร ราคาค่าก่อสร้างอาคาร 4,653,260.88 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อการก่อสร้างศาลาการเปรียญ ที่ใช้ประกอบกิจกรรมทางศาสนาให้เกิดประโยชน์ อย่างไรก็ตามหากผู้สนใจโครงงานในลักษณะเช่นนี้ ควรที่จะทำการสำรวจสภาพดินในพื้นที่ เพื่อจะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

ภาคผนวก ก

การออกแบบโครงสร้างหลังคา

Truss T-1 (บน)

หลังคาส่วนบน ($\theta = 38°$, สูง = 11.8 m) , Fb = 0.60Fy (0.60×2400) = 1440 kg/cm^2

จากข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 กำหนดแรงลมสำหลับส่วนของอาคารดังนี้

-ที่สูงไม่เกิน 10 m = 50 kg/m^2

-ที่สูงกว่า 10 m แต่ไม่เกิน 20 m = 80 kg/m^2

DL = กระเบื้องลอนคู่ = 14 kg/m^2

LL = 30 kg/m^2

$WL_{เหนือลม}$ = $+(0.015\theta - 0.45)P$ = $+(0.015(38) - 0.45)80$ = 10 kg/m^2

$WL_{ใต้ลม}$ = $-(0.45)P$ = $-(0.45)(80)$ = -36 kg/m^2

ได้แรงกระทำดังนี้

DL + LL = 14 kg/m^2 + 30 kg/m^2 = 44 kg/m^2

WL = 10 kg/m^2 = 10 kg/m^2

ออกแบบแป

ระยะแป 1.00 m W = 44×1.00 = 44 kg/m

Wo = 10×1.00 = 10 kg/m

ประมาณน้ำหนักแป = 10 kg/m

รวมน้ำหนักลงแป = 44 + 10 + 10 = 64 kg/m

Wx = 64sin38° = 39.40 kg / m

Wy = 64cos38° = 50.43 kg / m

Mx = $50.43 \times 4^2 / 8$ = 101 kg . m

My = $39.40 \times 4^2 / 8$ = 79 kg . m

จาก Mmax หาค่าโมดูลัสหน้าตัดที่ต้องการได้

Sx = Mx / Fb = $101 \times 100 / 1440$ = 7.02 cm^3

เลือกเหล็กแปรูปตัว C – 125 × 50 × 20 × 3.2 mm

(Sx = 29.0 cm^3, Sy = 8.02 cm^3, Ix = 181 cm^4, Iy = 26.6 cm^4)

fb = Mx /Sx + My / Sy ≤ Fb

= $101 \times 100 / 29.0 + 79 \times 100 / 8.02$

= 1333 ≤ 1440 kg / cm^2 (ใช้ได้)

ตรวจสอบการโก่ง

การโก่งที่ยอมให้ Δall = L / 360 = 400 / 360 = 1.12 cm

การโก่งที่เกิดขึ้น Δmax = $5WL^4 / 384EI$

= $5 \times 64 \times (400)^4 / 384 \times 100 \times 2.1 \times 10^6 \times 181$

= 0.56 cm

Δmax ≤ Δall (ใช้ได้)

Truss T-1 (บน)

DL = 14 kg/m^2

LL = 30 kg/m^2

WL = 12.7 kg/m^2

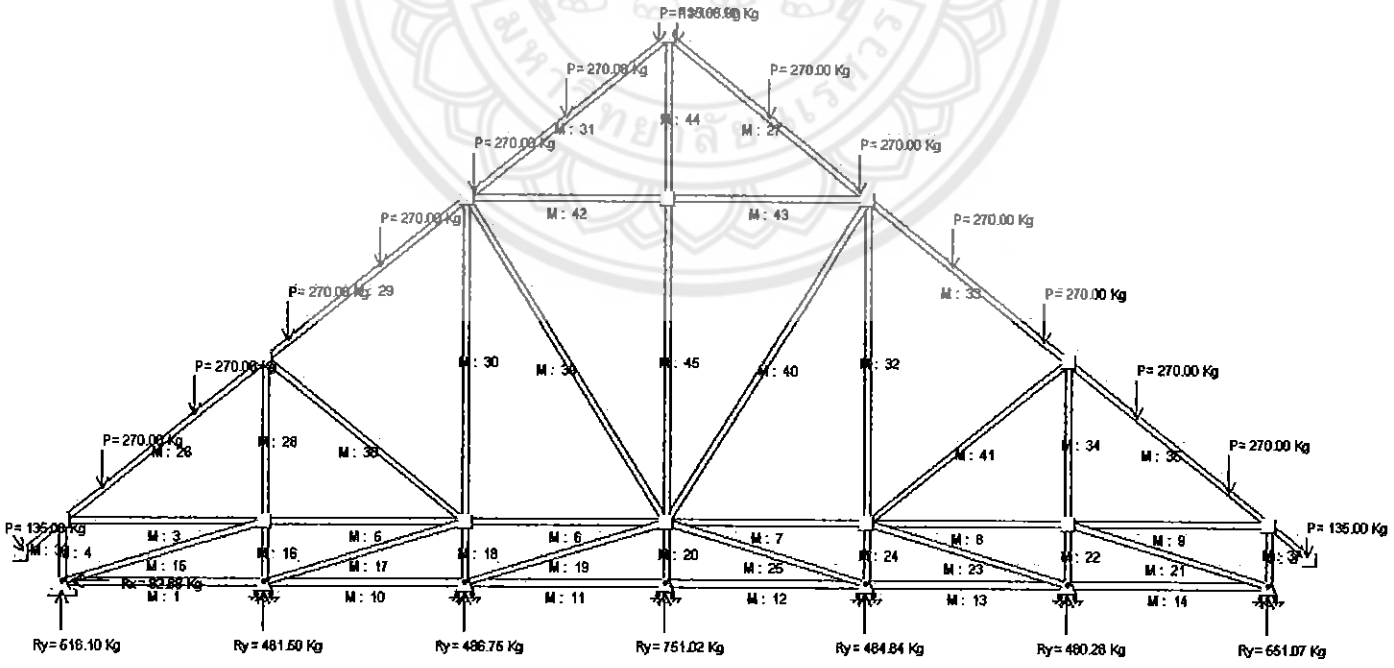
แป = 7 kg/m

รวม = 57 kg/m^2

น้ำหนักถ่ายลงจุดต่อ = [(57× 4.00)+7]× 1.00 = 235 kg

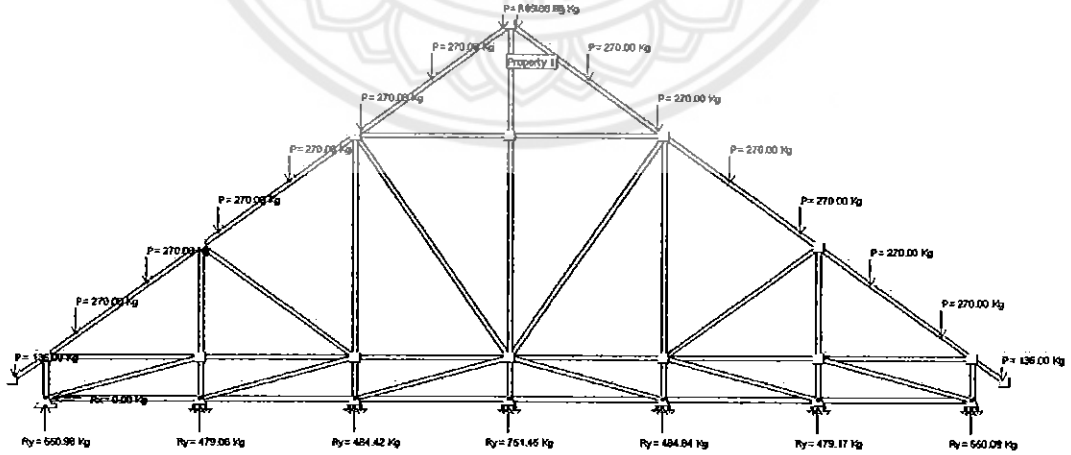
น้ำหนักเหล็ก 5 × 7 = 35 kg

รวมน้ำหนักออกแบบ = 235 + 35 = 270 kg



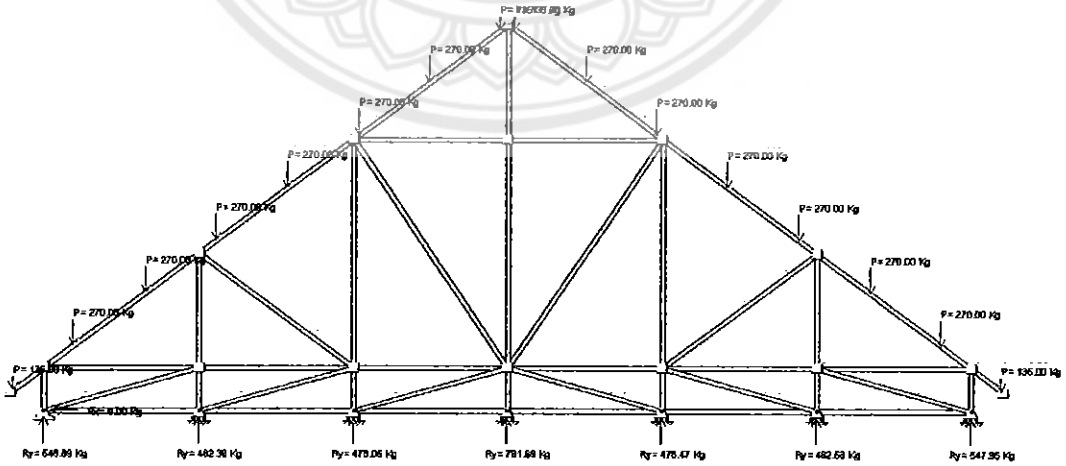
	เหล็กฉาก มลาง	A (cm2)	I min (cm4)	rx (cm)	rmin (cm)	weight (kg/m)			
1	48.6mm	3.345	8.99	1.64	1.638398125	2.625825	Es =	2000000	ksc
2	48.6mm	4.029	10.6	1.62	1.622012882	3.162765	Fy =	2500	ksc
3	60.5mm	4.205	17.8	2.06	2.057439157	3.300925	Cc =	125.6637	
4	60.5mm	5.78	23.7	2.03	2.028443574	4.5218			

Name	Member	L(m)	P(kg)	Index	จำนวน	size	rmin	kL/r	fa	A	Pa	P/Pa	เหล็ก (kg)	เช็ค kL/r	เช็ค P/Pa
L Chord	1	1.72	-66.42	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00769	7.777152	OK	OK
Web	2	0.5	546.51	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.78	8120.005	0.067304	2.2608	OK	OK
L Chord	3	1.72	-52.59	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00609	7.777152	OK	OK
Web	4	0.5	547.46	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.78	8120.005	0.067421	2.2608	OK	OK
L Chord	5	1.72	-71.75	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.0083	7.777152	OK	OK
L Chord	6	1.72	-31.65	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00366	7.777152	OK	OK
L Chord	7	1.72	-31.78	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00368	7.777152	OK	OK
L Chord	8	1.72	-71.87	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00832	7.777152	OK	OK
L Chord	9	1.72	-53.45	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00619	7.777152	OK	OK
L Chord	10	1.72	-46.56	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00539	7.777152	OK	OK
L Chord	11	1.72	-50.83	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00588	7.777152	OK	OK
L Chord	12	1.72	-50.84	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00588	7.777152	OK	OK
L Chord	13	1.72	-46.59	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00539	7.777152	OK	OK
L Chord	14	1.72	-66.29	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.00767	7.777152	OK	OK
Web	15	1.79	-17.8	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	1500	5.78	8640	-0.00206	8.093664	OK	OK
Web	16	0.5	485.99	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.78	8120.005	0.059851	2.2608	OK	OK
Web	17	1.79	-23.47	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	1500	5.78	8640	-0.00272	8.093664	OK	OK
Web	18	0.5	476.23	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.78	8120.005	0.058649	2.2608	OK	OK
Web	19	1.79	11.49	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	998.342	5.78	5750.45	0.001998	8.093664	OK	OK
Web	20	0.5	748.48	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.78	8120.005	0.092177	2.2608	OK	OK
Web	21	1.79	-17.55	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	1500	5.78	8640	-0.00203	8.093664	OK	OK
Web	22	0.5	486.08	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.78	8120.005	0.059862	2.2608	OK	OK
Web	23	1.79	-23.43	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	1500	5.78	8640	-0.00271	8.093664	OK	OK
Web	24	0.5	476.68	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.78	8120.005	0.058704	2.2608	OK	OK
Web	25	1.79	11.41	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	998.342	5.78	5750.45	0.001984	8.093664	OK	OK
T Chord	26	2.17	397.93	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.78	4810.371	0.076487	9.811872	OK	OK
T Chord	27	2.18	-59.59	4	1	60.5mm	2.028444	107.4716	1500	5.78	8640	-0.0069	9.857068	OK	OK
Web	28	1.33	477.06	4	1	60.5mm	2.028444	65.56761	1170.837	5.78	6744.02	0.070738	6.013728	OK	OK
T Chord	29	2.17	314.1	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.78	4810.371	0.065296	9.811872	OK	OK
Web	30	2.68	409.05	4	1	60.5mm	2.028444	131.135	598.8882	5.78	3449.596	0.118579	12.02746	OK	OK
T Chord	31	2.18	355.31	4	1	60.5mm	2.028444	107.4716	830.5756	5.78	4784.115	0.074269	9.857068	OK	OK
Web	32	2.68	409.6	4	1	60.5mm	2.028444	131.135	598.8882	5.78	3449.596	0.118739	12.02746	OK	OK
Web	33	2.17	-16.56	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	1500	5.78	8640	-0.00192	9.811872	OK	OK
T Chord	34	1.33	477.33	4	1	60.5mm	2.028444	65.56761	1170.837	5.78	6744.02	0.070778	6.013728	OK	OK
Web	35	2.17	97.03	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.78	4810.371	0.007898	9.811872	OK	OK
T Chord	36	0.48	0	4	1	60.5mm	2.028444	22.67749	1418.6	5.78	8171.135	0	2.079936	OK	OK
T Chord	37	0.48	-82.88	4	1	60.5mm	2.028444	22.67749	1500	5.78	8640	-0.00959	2.079936	OK	OK
T Chord	38	2.17	94.31	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.78	4810.371	0.019606	9.811872	OK	OK
Web	39	3.17	216.15	4	1	60.5mm	2.028444	156.2776	421.6873	5.78	2428.919	0.08899	14.33347	OK	OK
Web	40	3.17	218.6	4	1	60.5mm	2.028444	156.2775	421.6873	5.78	2428.919	0.089134	14.33347	OK	OK
Web	41	2.17	94.18	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.78	4810.371	0.019579	9.811872	OK	OK
Web	42	1.72	-123.01	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.01424	7.777152	OK	OK
Web	43	1.72	-122.98	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.78	8640	-0.01423	7.777152	OK	OK
Web	44	1.34	401	4	1	60.5mm	2.028444	66.0605	1167.376	5.78	6724.089	0.059636	6.058944	OK	OK
Web	45	2.66	402.18	4	1	60.5mm	2.028444	131.135	598.8882	5.78	3449.596	0.116588	12.02746	OK	OK
													338.8487		



	เหล็กกลม กลวง	A (cm2)	I min (cm4)	rx (cm)	rmin (cm)	weight (kg/m)			
1	48.6mm	3.345	8.99	1.64	1.639388125	2.625825	Es =	2000000	ksc
2	48.6mm	4.029	10.6	1.62	1.622012682	3.162765	Fy =	2600	ksc
3	60.5mm	4.295	17.8	2.06	2.057439157	3.370925	Cc =	125.6637	
4	60.5mm	5.76	23.7	2.03	2.028443574	4.5216			

Name	Member	L(m)	P(kg)	Index	จำนวน	size	rmin	kL/r	fa	A	Pa	P/Pa	หนัก (kg)	เหล็ก kL/r	เหล็ก P/Pa
L Chord	1	1.72	-55.68	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.0076	7.777152	OK	OK
Web	2	0.5	544.67	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.76	8120.005	0.067102	2.2608	OK	OK
L Chord	3	1.72	-53.9	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.0074	7.777152	OK	OK
Web	4	0.5	545.9	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.76	8120.005	0.067229	2.2608	OK	OK
L Chord	5	1.72	-77.2	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.00894	7.777152	OK	OK
L Chord	6	1.72	-29.87	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.00343	7.777152	OK	OK
L Chord	7	1.72	-29.84	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.00345	7.777152	OK	OK
L Chord	8	1.72	-77.41	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.00896	7.777152	OK	OK
L Chord	9	1.72	-64.66	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.00747	7.777152	OK	OK
L Chord	10	1.72	-42.34	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.0049	7.777152	OK	OK
L Chord	11	1.72	-52.02	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.00602	7.777152	OK	OK
L Chord	12	1.72	-52	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.00602	7.777152	OK	OK
L Chord	13	1.72	-42.35	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.0049	7.777152	OK	OK
L Chord	14	1.72	-65.52	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.00758	7.777152	OK	OK
Web	15	1.79	-10.68	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	1500	5.76	8640	-0.00124	8.093664	OK	OK
Web	16	0.5	491.84	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.76	8120.005	0.060571	2.2608	OK	OK
Web	17	1.79	-22.67	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	1500	5.76	8640	-0.00262	8.093664	OK	OK
Web	18	0.5	474.22	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.76	8120.005	0.058401	2.2608	OK	OK
Web	19	1.79	11.4	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	998.342	5.76	5750.45	0.001982	8.093664	OK	OK
Web	20	0.5	761.64	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.76	8120.005	0.093788	2.2608	OK	OK
Web	21	1.79	-10.21	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	1500	5.76	8640	-0.00118	8.093664	OK	OK
Web	22	0.5	491.98	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.76	8120.005	0.060589	2.2608	OK	OK
Web	23	1.79	-22.53	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	1500	5.76	8640	-0.00261	8.093664	OK	OK
Web	24	0.5	474.66	4	1	60.5mm	2.028444	24.64944	1409.723	5.76	8120.005	0.058456	2.2608	OK	OK
Web	25	1.79	11.36	4	1	60.5mm	2.028444	88.245	998.342	5.76	5750.45	0.001975	8.093664	OK	OK
T Chord	26	2.17	368.17	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.76	4810.371	0.076537	9.811872	OK	OK
T Chord	27	2.18	-58.23	4	1	60.5mm	2.028444	107.4716	1500	5.76	8640	-0.00674	9.857068	OK	OK
Web	28	1.33	482.75	4	1	60.5mm	2.028444	65.58751	1170.837	5.76	6744.02	0.071582	6.013728	OK	OK
T Chord	29	2.17	311.54	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.76	4810.371	0.064764	9.811872	OK	OK
Web	30	2.66	412.48	4	1	60.5mm	2.028444	131.135	598.8882	5.76	3449.598	0.119588	12.02746	OK	OK
T Chord	31	2.18	356.67	4	1	60.5mm	2.028444	107.4716	830.5756	5.76	4784.115	0.074563	9.857068	OK	OK
Web	32	2.66	413.05	4	1	60.5mm	2.028444	131.135	598.8882	5.76	3449.598	0.119739	12.02746	OK	OK
Web	33	2.17	-19.14	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	1500	5.76	8640	-0.00222	9.811872	OK	OK
T Chord	34	1.33	483.09	4	1	60.5mm	2.028444	65.58751	1170.837	5.76	6744.02	0.071632	6.013728	OK	OK
Web	35	2.17	37.21	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.76	4810.371	0.007735	9.811872	OK	OK
T Chord	36	0.46	0	4	1	60.5mm	2.028444	22.67749	1418.6	5.76	8171.135	0	2.079936	OK	OK
T Chord	37	0.46	-82.88	4	1	60.5mm	2.028444	22.67749	1500	5.76	8640	-0.00959	2.079936	OK	OK
T Chord	38	2.17	90.23	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.76	4810.371	0.018757	9.811872	OK	OK
Web	39	3.17	214.58	4	1	60.5mm	2.028444	156.2775	421.6873	5.76	2428.919	0.088344	14.33347	OK	OK
Web	40	3.17	214.92	4	1	60.5mm	2.028444	156.2775	421.6873	5.76	2428.919	0.088484	14.33347	OK	OK
Web	41	2.17	90.05	4	1	60.5mm	2.028444	106.9786	835.1339	5.76	4810.371	0.01872	9.811872	OK	OK
Web	42	1.72	-129.76	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.01502	7.777152	OK	OK
Web	43	1.72	-129.74	4	1	60.5mm	2.028444	84.79408	1500	5.76	8640	-0.01502	7.777152	OK	OK
Web	44	1.34	406.01	4	1	60.5mm	2.028444	66.0005	1167.376	5.76	6724.088	0.060381	6.056944	OK	OK
Web	45	2.66	407.68	4	1	60.5mm	2.028444	131.135	598.8882	5.76	3449.598	0.118182	12.02746	OK	OK
		74.94											338.8457		



Truss T-1 (ล่าง)

หลังคาส่วนล่าง ($\theta = 36°$, สูง = 7.3 m)

จากข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 กำหนดแรงลมสำหรับส่วนของอาคารดังนี้

-ที่สูงไม่เกิน 10 m = 50 kg/m^2

-ที่สูงกว่า 10 m แต่ไม่เกิน 20 m = 80 kg/m^2

DL = กระเบื้องลอนคู่ = 14 kg/m^2

LL = 30 kg/m^2

$WL_{เหนือลม}$ = $+(0.015\theta - 0.45)P$ = $+(0.015(36) - 0.45)50$ = 4.5 kg/m^2

$WL_{ใต้ลม}$ = $-(0.45)P$ = $-(0.45)(50)$ = -22.5 kg/m^2

ได้แรงกระทำดังนี้

DL + LL = 14 kg/m^2 + 30 kg/m^2 = 44 kg/m^2

WL = 4.5 kg/m^2

ออกแบบแป

ระยะแป 1.00 m W = 44 × 1.00 = 44 kg / m

Wo = 4.5 × 1.00 = 4.5 kg / m

ประมาณน้ำหนักแป = 10 kg / m

รวมน้ำหนักลงแป = 44 + 4.5 + 10 = 58.5 ประมาณ 59 kg / m

Wx = $59\sin 36°$ = 35 kg / m

Wy = $59\cos 36°$ = 48 kg / m

$Mx = 48 \times 4^2 / 8 = 96$ kg . m

$My = 35 \times 4^2 / 8 = 70$ kg . m

จาก Mmax หาค่าโมดูลัสหน้าตัดที่ต้องการได้

$Sx = Mx / Fb = 96 \times 100 / 1440 = 6.7$ cm^3

เลือกเหล็กแปรูปตัว C – 125 × 50 × 20 × 3.2 mm

($Sx = 29.0\ cm^3$, $Sy = 8.02\ cm^3$, $Ix = 181\ cm^4$, $Iy = 26.6\ cm^4$)

$fb = Mx / Sx + My / Sy \leq Fb$

$= 96 \times 100 / 29 + 70 \times 100 / 8.02$

$= 1204 \leq 1440$ kg / cm^2 (ใช้ได้)

ตรวจสอบการโก่ง

การโก่งที่ยอมให้ $\Delta all = L / 360 = 400 / 360 = 1.12$ cm

การโก่งที่เกิดขึ้น $\Delta max = 5WL^4 / 384EI$

$= 5 \times (59+12.4) \times (400)^4 / 384 \times 100 \times 2.1 \times 10^6 \times 181$

$= 0.63$ cm

$\Delta max \leq \Delta all$ (ใช้ได้

Truss T-1 (ล่าง)

DL = 14 kg / m^2

LL = 30 kg / m^2

WL = 12.4 kg / m^2

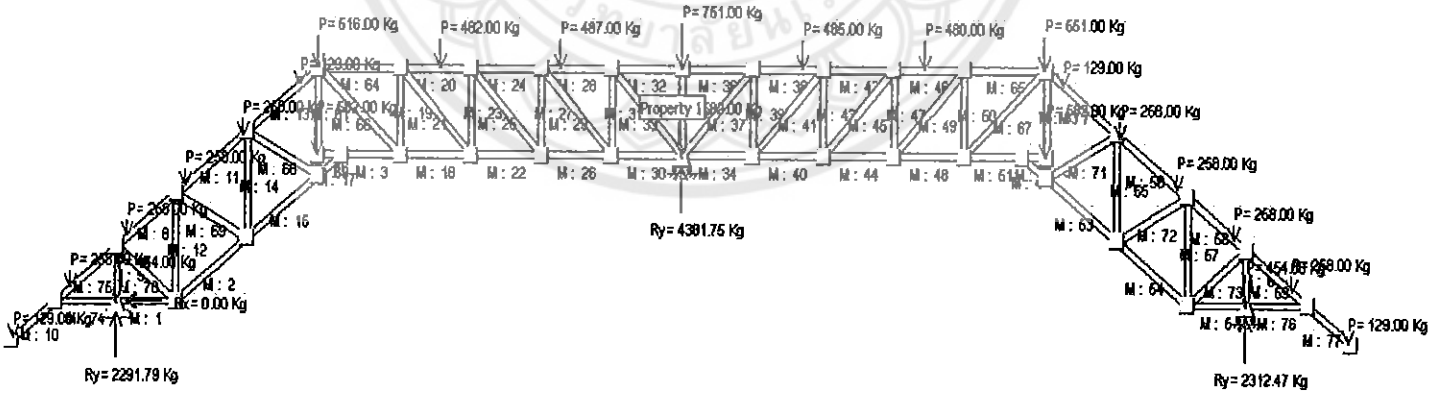
แป = 7 kg / m

รวม = 56.4 kg / m^2

น้ำหนักถ่ายลงจุดต่อ = [(56.4× 4 .00)+7] × 1.00 = 233 kg

น้ำหนักเหล็ก = 5 × 5 = 25 kg

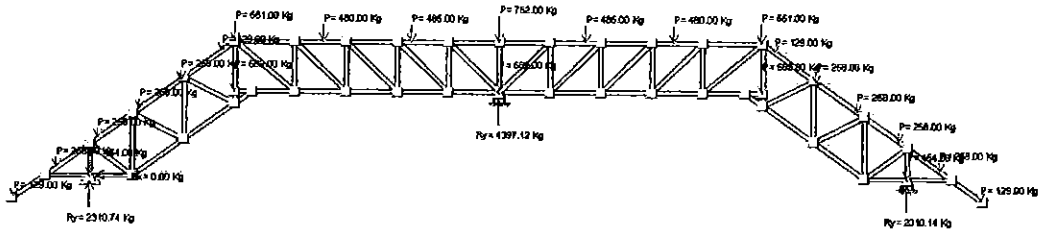
น้ำหนักออกแบบ = 258 kg



	เหล็กมุม ขนาด	A (cm2)	I min (cm4)	rx (cm)	rmin (cm)	weight (kg/m)
1	48.6mm	3.345	8.99	1.64	1.63938812	2.625825
2	48.6mm	4.029	10.6	1.62	1.62201288	3.162765
3	60.5mm	4.295	17.8	2.06	2.05743918	3.370925
4	60.5mm	5.76	23.7	2.03	2.02844357	4.5216

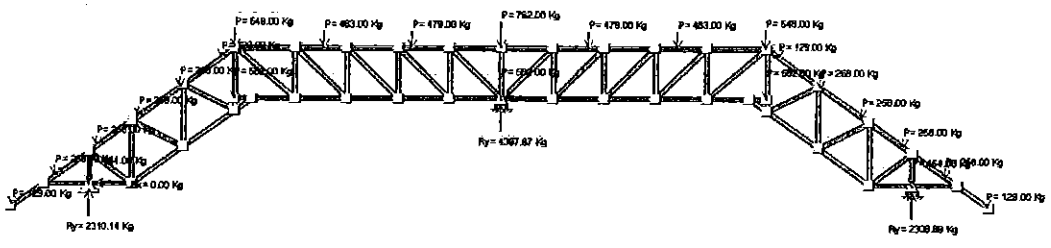
Es = 2000000 ksc
Fy = 2500 ksc
Cc = 125.6637

Name	Member	L(m)	P(kg)	Index	จำนวน	size	rmin	kL/r	fa	A	Pa	P/Pa	น้ำหนัก(kg)	เช็ค kL/r	เช็ค P/Pa
L Chord	1	0.83	231.41	4	1	60.5mm	2.028444	40.91807	1326.716	5.76	7641.885	0.030282	3.752928	OK	OK
L Chord	2	1.24	-850.88	4	1	60.5mm	2.028444	61.13061	1500	5.76	8640	-0.07533	5.606784	OK	OK
L Chord	3	0.83	-1768.09	4	1	60.5mm	2.028444	40.91807	1500	5.76	8640	-0.20464	3.752928	OK	OK
L Chord	4	0.42	-2045.95	4	1	60.5mm	2.028444	20.70553	1500	5.76	8640	-0.2368	1.899072	OK	OK
L Chord	5	0.83	230.45	4	1	60.5mm	2.028444	40.91807	1326.716	5.76	7641.885	0.030156	3.752928	OK	OK
Web	6	0.64	1538.08	4	1	60.5mm	2.028444	31.55128	1376.588	5.76	7929.145	0.193978	2.893824	OK	OK
T Chord	7	1.25	1929.88	4	1	60.5mm	2.028444	61.6236	1198.049	5.76	6900.764	0.279662	5.652	OK	OK
T Chord	8	1.02	825.09	4	1	60.5mm	2.028444	50.28486	1271.536	5.76	7324.045	0.112737	4.612032	OK	OK
Web	9	0.64	1538.81	4	1	60.5mm	2.028444	31.55128	1376.588	5.76	7929.145	0.19407	2.893824	OK	OK
T Chord	10	0.77	0	4	1	60.5mm	2.028444	37.96014	1343.055	5.76	7735.995	0	3.481632	OK	OK
T Chord	11	1.23	1798.79	4	1	60.5mm	2.028444	60.63762	1204.721	5.76	6939.193	0.259029	5.561568	OK	OK
Web	12	1.24	1075.74	4	1	60.5mm	2.028444	61.13061	1201.392	5.76	6920.018	0.155453	5.606784	OK	OK
T Chord	13	1.25	2007.7	4	1	60.5mm	2.028444	61.6236	1198.049	5.76	6900.764	0.290939	5.652	OK	OK
Web	14	1.23	680.16	4	1	60.5mm	2.028444	60.63762	1204.721	5.76	6939.193	0.098017	5.561568	OK	OK
L Chord	15	1.23	-1468.78	4	1	60.5mm	2.028444	60.63762	1500	5.76	8640	-0.16977	5.561568	OK	OK
L Chord	16	0.25	767.64	4	1	60.5mm	2.028444	12.32472	1460.656	5.76	8413.38	0.090052	1.1304	OK	OK
L Chord	17	0.42	-2046.85	4	1	60.5mm	2.028444	20.70553	1500	5.76	8640	-0.23716	1.899072	OK	OK
L Chord	18	1	-1591.27	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.18417	4.5216	OK	OK
Web	19	1	-664.22	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.07688	4.5216	OK	OK
T Chord	20	1	975.77	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.132597	4.5216	OK	OK
Web	21	1.41	908.72	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.138051	6.375456	OK	OK
L Chord	22	1	-789.63	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.09139	4.5216	OK	OK
Web	23	1	-499.63	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.05783	4.5216	OK	OK
T Chord	24	1	-68.3	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.00791	4.5216	OK	OK
Web	25	1.41	1168.4	4	1	60.5mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.177502	6.375456	OK	OK
L Chord	26	1	243.89	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.033142	4.5216	OK	OK
Web	27	1	-786.06	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.09099	4.5216	OK	OK
T Chord	28	1	-1345.99	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.15579	4.5216	OK	OK
Web	29	1.41	1540.91	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.234093	6.375456	OK	OK
L Chord	30	1	1619.48	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.220071	4.5216	OK	OK
Web	31	1	-953.52	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.11036	4.5216	OK	OK
T Chord	32	1	-2712.65	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.31396	4.5216	OK	OK
Web	33	1.41	1579.89	4	1	60.5mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.240015	6.375456	OK	OK
L Chord	34	1	1618.94	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.219998	4.5216	OK	OK
Web	35	1	893.27	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.134976	4.5216	OK	OK
T Chord	36	1	-2712.6	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.31396	4.5216	OK	OK
Web	37	1.41	1580.57	4	1	60.5mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.240118	6.375456	OK	OK
T Chord	38	1	-1345.35	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.15571	4.5216	OK	OK
Web	39	1	-953.07	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.11041	4.5216	OK	OK
L Chord	40	1	242.78	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.032991	4.5216	OK	OK
Web	41	1.41	1541.58	4	1	60.5mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.234195	6.375456	OK	OK
T Chord	42	1	-67.06	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.00776	4.5216	OK	OK
Web	43	1	-786.5	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.09103	4.5216	OK	OK
L Chord	44	1	-791.26	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.09158	4.5216	OK	OK
Web	45	1.41	1168.97	4	1	60.5mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.177588	6.375456	OK	OK
T Chord	46	1	977.44	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.132824	4.5216	OK	OK
Web	47	1	-500.4	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.05792	4.5216	OK	OK
L Chord	48	1	-1593.91	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.18448	4.5216	OK	OK
Web	49	1.41	909.66	4	1	60.5mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.138225	6.375456	OK	OK
Web	50	1	-661.94	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.07661	4.5216	OK	OK
L Chord	51	0.83	-1768	4	1	60.5mm	2.028444	40.91807	1500	5.76	8640	-0.20463	3.752928	OK	OK
L Chord	52	0.25	757.02	4	1	60.5mm	2.028444	12.32472	1460.656	5.76	8413.38	0.089978	1.1304	OK	OK
L Chord	53	1.23	-1464.2	4	1	60.5mm	2.028444	60.63762	1500	5.76	8640	-0.16947	5.561568	OK	OK
L Chord	54	1.24	-651.48	4	1	60.5mm	2.028444	61.13061	1500	5.76	8640	-0.0754	5.606784	OK	OK
Web	55	1.23	677.84	4	1	60.5mm	2.028444	60.63762	1204.721	5.76	6939.193	0.097683	5.561568	OK	OK
T Chord	56	1.23	1494.13	4	1	60.5mm	2.028444	60.63762	1204.721	5.76	6939.193	0.215318	5.561568	OK	OK
Web	57	1.24	1075.8	4	1	60.5mm	2.028444	61.13061	1201.392	5.76	6920.018	0.155462	5.606784	OK	OK
Web	58	1.02	875	4	1	60.5mm	2.028444	50.28486	1271.536	5.76	7324.045	0.092182	4.612032	OK	OK
T Chord	59	1.06	-486.97	4	1	60.6mm	2.028444	53.24279	1500	5.76	8640	-0.05636	4.883328	OK	OK
L Chord	60	0.34	8.1	4	1	60.5mm	2.028444	16.78182	1443.589	5.76	8315.072	0.000734	1.537344	OK	OK
Web	61	0.99	0	4	1	60.5mm	2.028444	48.80589	1280.588	5.76	7376.189	0	4.476384	OK	OK
L Chord	62	0.34	4.47	4	1	60.5mm	2.028444	16.78182	1443.589	5.76	8315.072	0.000538	1.537344	OK	OK
Web	63	0.99	0	4	1	60.5mm	2.028444	48.80589	1280.588	5.76	7376.189	0	4.476384	OK	OK
T Chord	64	1.16	1798.78	4	1	60.5mm	2.028444	57.1867	1227.654	5.76	7071.284	0.254375	5.245056	OK	OK
T Chord	65	1.16	1801.78	4	1	60.5mm	2.028444	57.1867	1227.654	5.76	7071.284	0.2548	5.245056	OK	OK
Web	66	1.53	-178.81	4	1	60.5mm	2.028444	75.42729	1500	5.76	8640	-0.0207	6.918048	OK	OK
Web	67	1.53	-181.23	4	1	60.6mm	2.028444	75.42729	1500	5.76	8640	-0.02098	6.918048	OK	OK
Web	68	1.12	-665.34	4	1	60.5mm	2.028444	55.21475	1500	5.76	8640	-0.07701	5.064192	OK	OK
Web	69	1.12	-783.05	4	1	60.5mm	2.028444	55.21475	1500	5.76	8640	-0.09063	5.064192	OK	OK
Web	70	1.05	-862.81	4	1	60.5mm	2.028444	51.76383	1500	5.76	8640	-0.09986	4.74768	OK	OK
Web	71	1.12	-668	4	1	60.5mm	2.028444	55.21475	1500	5.76	8640	-0.07731	5.064192	OK	OK
Web	72	1.12	-780.47	4	1	60.5mm	2.028444	55.21475	1500	5.76	8640	-0.09033	5.064192	OK	OK
Web	73	1.05	-862.4	4	1	60.5mm	2.028444	51.76383	1500	5.76	8640	-0.09981	4.74768	OK	OK
L Chord	74	0.87	387.27	4	1	60.5mm	2.028444	42.89003	1315.529	5.76	7577.449	0.051108	3.933792	OK	OK
T Chord	75	1.06	-334.89	4	1	60.5mm	2.028444	53.24279	1500	5.76	8640	-0.03878	4.883328	OK	OK
L Chord	76	0.87	386.41	4	1	60.5mm	2.028444	42.89003	1315.529	5.76	7577.449	0.050995	3.933792	OK	OK
T Chord	77	0.77	-74.98	4	1	60.5mm	2.028444	37.96014	1500	5.76	8640	-0.00868	3.481632	OK	OK
													357.9299		



	เหล็กฉาก	A (cm2)	I min (cm4)	rx (cm)	rmin (cm)	weight (kg/m)			
1	48.6mm	3.345	8.99	1.64	1.63938812	2.625825	Es =	2000000	ksc
2	48.6mm	4.029	10.6	1.62	1.62201288	3.162765	Fy =	2500	ksc
3	60.6mm	4.206	17.8	2.06	2.05743918	3.300925	Cc =	126.6637	
4	60.6mm	5.76	23.7	2.03	2.02844357	4.5216			

Name	Member	L(m)	P(kg)	Index	จำนวน	size	rmin	kL/r	fa	A	Pa	P/Pa	น้ำหนัก(kg)	เช็ค kL/r	เช็ค P/Pa
L Chord	1	0.83	231.5	4	1	60.6mm	2.028444	40.91807	1326.716	5.76	7641.885	0.030294	3.752928	OK	OK
L Chord	2	1.24	-850.39	4	1	60.6mm	2.028444	61.13061	1500	5.76	8640	-0.07528	5.606784	OK	OK
L Chord	3	0.83	-1766.78	4	1	60.6mm	2.028444	40.91807	1500	5.76	8640	-0.20449	3.752928	OK	OK
L Chord	4	0.42	-2043.61	4	1	60.6mm	2.028444	20.70553	1500	5.76	8640	-0.23653	1.899072	OK	OK
L Chord	5	0.83	230.63	4	1	60.6mm	2.028444	40.91807	1326.716	5.76	7641.885	0.03018	3.752928	OK	OK
Web	6	0.64	1537.02	4	1	60.6mm	2.028444	31.55128	1376.588	5.76	7929.145	0.193844	2.893824	OK	OK
T Chord	7	1.25	1926.42	4	1	60.6mm	2.028444	61.6236	1198.049	5.76	6900.764	0.27918	5.652	OK	OK
T Chord	8	1.02	825.19	4	1	60.6mm	2.028444	50.28486	1271.536	5.76	7324.045	0.112669	4.612032	OK	OK
Web	9	0.64	1538.29	4	1	60.6mm	2.028444	31.55128	1376.588	5.76	7929.145	0.194005	2.893824	OK	OK
T Chord	10	0.77	0	4	1	60.6mm	2.028444	37.96014	1343.055	5.76	7735.995	0	3.481632	OK	OK
T Chord	11	1.23	1795.68	4	1	60.6mm	2.028444	60.63762	1204.721	5.76	6939.193	0.258774	5.561568	OK	OK
Web	12	1.24	1075.23	4	1	60.6mm	2.028444	61.13061	1201.392	5.76	6920.016	0.15538	5.606784	OK	OK
T Chord	13	1.25	2006.04	4	1	60.6mm	2.028444	61.6236	1198.049	5.76	6900.764	0.290698	5.652	OK	OK
Web	14	1.23	679.6	4	1	60.6mm	2.028444	60.63762	1204.721	5.76	6939.193	0.097936	5.561568	OK	OK
L Chord	15	1.23	-1465.72	4	1	60.6mm	2.028444	60.63762	1500	5.76	8640	-0.16964	5.561568	OK	OK
L Chord	16	0.25	757.59	4	1	60.6mm	2.028444	12.32472	1460.656	5.76	8413.38	0.090046	1.1304	OK	OK
L Chord	17	0.42	-2047.71	4	1	60.6mm	2.028444	20.70553	1500	5.76	8640	-0.237	1.899072	OK	OK
L Chord	18	1	-1591.37	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.18419	4.5216	OK	OK
Web	19	1	-662.94	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.07673	4.5216	OK	OK
T Chord	20	1	975.99	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.132627	4.5216	OK	OK
Web	21	1.41	908.84	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.138039	6.375456	OK	OK
L Chord	22	1	-789.53	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.09138	4.5216	OK	OK
Web	23	1	-499.22	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.05778	4.5216	OK	OK
T Chord	24	1	-69.7	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.00807	4.5216	OK	OK
Web	25	1.41	1170.24	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.177781	6.375456	OK	OK
L Chord	26	1	245.57	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.033371	4.5216	OK	OK
Web	27	1	-787.91	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.09119	4.5216	OK	OK
T Chord	28	1	-1345.45	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.15572	4.5216	OK	OK
Web	29	1.41	1537.57	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.233585	6.376456	OK	OK
L Chord	30	1	1817.96	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.219867	4.5216	OK	OK
Web	31	1	-951.54	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.11013	4.5216	OK	OK
T Chord	32	1	-2708.3	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.31348	4.5216	OK	OK
Web	33	1.41	1575.84	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.239415	6.376456	OK	OK
L Chord	34	1	1817.77	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.219839	4.5216	OK	OK
Web	35	1	1001.42	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.136083	4.5216	OK	OK
T Chord	36	1	-2708.28	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.31348	4.5216	OK	OK
Web	37	1.41	1576.21	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.239459	6.375456	OK	OK
T Chord	38	1	-1345.2	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.15569	4.5216	OK	OK
Web	39	1	-951.72	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.11015	4.5216	OK	OK
L Chord	40	1	245.12	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.033309	4.5216	OK	OK
Web	41	1.41	1537.85	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.233628	6.375456	OK	OK
T Chord	42	1	-69.19	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.00801	4.5216	OK	OK
Web	43	1	-788.06	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.09121	4.5216	OK	OK
L Chord	44	1	-790.16	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.09145	4.5216	OK	OK
Web	45	1.41	1170.42	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.177809	6.376456	OK	OK
T Chord	46	1	978.59	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.132708	4.5216	OK	OK
Web	47	1	-499.74	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.05784	4.5216	OK	OK
L Chord	48	1	-1592.65	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.18433	4.5216	OK	OK
Web	49	1.41	909.36	4	1	60.6mm	2.028444	69.51142	1142.79	5.76	6582.473	0.138149	6.375456	OK	OK
Web	50	1	-660.32	4	1	60.6mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.07643	4.5216	OK	OK
L Chord	51	0.83	-1765.22	4	1	60.6mm	2.028444	40.91807	1500	5.76	8640	-0.20431	3.752928	OK	OK
L Chord	52	0.25	756.9	4	1	60.6mm	2.028444	12.32472	1460.656	5.76	8413.38	0.089964	1.1304	OK	OK
L Chord	53	1.23	-1462.04	4	1	60.6mm	2.028444	60.63762	1500	5.76	8640	-0.16922	5.561568	OK	OK
L Chord	54	1.24	-650.51	4	1	60.6mm	2.028444	61.13061	1500	5.76	8640	-0.07529	5.606784	OK	OK
Web	55	1.23	676.72	4	1	60.6mm	2.028444	60.63762	1204.721	5.76	6939.193	0.097521	5.561568	OK	OK
T Chord	56	1.23	1491.92	4	1	60.6mm	2.028444	60.63762	1204.721	5.76	6939.193	0.214999	5.561568	OK	OK
Web	57	1.24	1074.75	4	1	60.6mm	2.028444	61.13061	1201.392	5.76	6920.016	0.15531	5.606784	OK	OK
Web	58	1.02	673.96	4	1	60.6mm	2.028444	50.28486	1271.536	5.76	7324.045	0.09202	4.612032	OK	OK
T Chord	59	1.08	-487.05	4	1	60.6mm	2.028444	53.24279	1500	5.76	8640	-0.05637	4.883328	OK	OK
L Chord	60	0.34	6.34	4	1	60.6mm	2.028444	16.78162	1443.689	5.76	8315.072	0.000762	1.537344	OK	OK
Web	61	0.99	0	4	1	60.6mm	2.028444	48.80589	1280.588	5.76	7376.189	0	4.476384	OK	OK
L Chord	62	0.34	5.03	4	1	60.6mm	2.028444	16.78162	1443.689	5.76	8315.072	0.000605	1.537344	OK	OK
Web	63	0.99	0	4	1	60.6mm	2.028444	48.80589	1280.588	5.76	7376.189	0	4.476384	OK	OK
T Chord	64	1.16	1798.62	4	1	60.6mm	2.028444	57.1867	1227.654	5.76	7071.284	0.254341	5.245056	OK	OK
T Chord	65	1.16	1800.06	4	1	60.6mm	2.028444	57.1867	1227.654	5.76	7071.284	0.254559	5.245056	OK	OK
Web	66	1.53	-180.22	4	1	60.6mm	2.028444	75.42729	1500	5.76	8640	-0.02086	6.918048	OK	OK
Web	67	1.53	-182.62	4	1	60.6mm	2.028444	75.42729	1500	5.76	8640	-0.02114	6.918048	OK	OK
Web	68	1.12	-664.87	4	1	60.6mm	2.028444	55.21475	1500	5.76	8640	-0.07695	5.064192	OK	OK
Web	69	1.12	-782.55	4	1	60.6mm	2.028444	55.21475	1500	5.76	8640	-0.09057	5.064192	OK	OK
Web	70	1.05	-862.46	4	1	60.6mm	2.028444	51.76383	1500	5.76	8640	-0.09982	4.74768	OK	OK
Web	71	1.12	-666.9	4	1	60.6mm	2.028444	55.21475	1500	5.76	8640	-0.07719	5.064192	OK	OK
Web	72	1.12	-779.47	4	1	60.6mm	2.028444	55.21475	1500	5.76	8640	-0.09022	5.064192	OK	OK
Web	73	1.05	-861.68	4	1	60.6mm	2.028444	51.76383	1500	5.76	8640	-0.09973	4.74768	OK	OK
L Chord	74	0.87	387.3	4	1	60.6mm	2.028444	42.89003	1315.529	5.76	7577.449	0.051112	3.933792	OK	OK
T Chord	75	1.08	-334.93	4	1	60.6mm	2.028444	53.24279	1500	5.76	8640	-0.03877	4.883328	OK	OK
L Chord	76	0.87	386.47	4	1	60.6mm	2.028444	42.89003	1315.529	5.76	7577.449	0.051003	3.933792	OK	OK
T Chord	77	0.77	-74.98	4	1	60.6mm	2.028444	37.96014	1500	5.76	8640	-0.00868	3.481632	OK	OK
		79.16											357.9299		



Truss T-2

น้ำหนักฝ้า = 15 kg/m^2

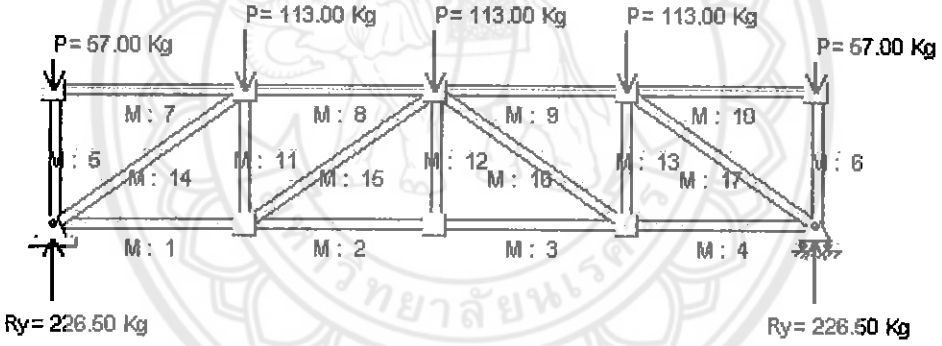
น้ำหนักส่วนตกแต่ง = 15 kg/m^2

ช่วงรับแรง T-2 = 2.915 m

ดังนั้นได้แรงถ่ายลง T-3 = 30 × 2.915 ×1.00 = 87.45 kg

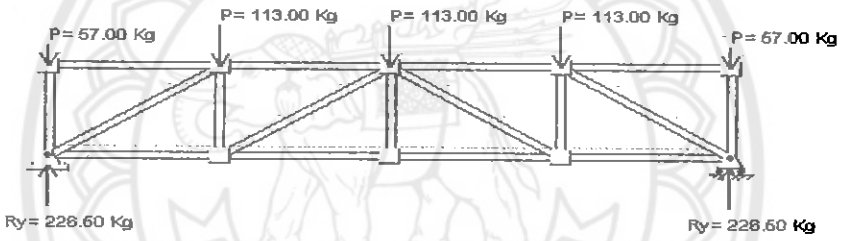
น้ำหนัก เหล็ก = 5 × 5 = 25 kg

รวมน้ำหนักออกแบบ 87.45 + 25 = 112.45 kg



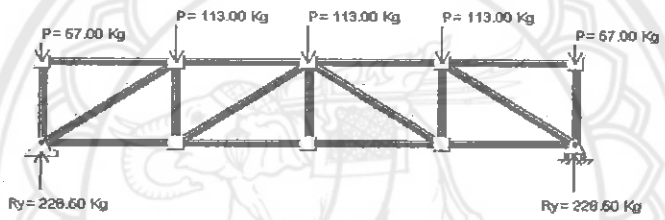
	เหล็กฉาก		I min			weight				
	มาตร	A (cm2)	(cm4)	rx (cm)	rmin (cm)	(kg/m)				
1	48.6mm	3.345	8.99	1.64	1.639388125	2.625825	Es =	2000000	ksc	
2	48.6mm	4.029	10.6	1.62	1.622012882	3.162765	Fy =	2500	ksc	
3	60.5mm	4.205	17.8	2.06	2.057439157	3.300925	Cc =	125.6637		
4	60.5mm	5.76	23.7	2.03	2.028443574	4.5216				

Name	Member	L(m)	P(kg)	Index	จำนวน	size	rmin	kL/r	fa	A	Pa	P/Pa	อัตราส่วน(kg)	ใช้ได้ kL/r	ใช้ได้ P/Pa
L Chord	1	1	-188.69	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.02184	4.5216	OK	OK
L Chord	2	1	-281.62	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.03259	4.5216	OK	OK
L Chord	3	1	-281.62	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.03259	4.5216	OK	OK
L Chord	4	1	-188.69	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.02184	4.5216	OK	OK
Web	5	0.7	81.05	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1361.433	5.76	7841.856	0.010336	3.16512	OK	OK
Web	6	0.7	81.05	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1361.433	5.76	7841.856	0.010336	3.16512	OK	OK
T Chord	7	1	35.15	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.004777	4.5216	OK	OK
T Chord	8	1	227.65	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.030935	4.5216	OK	OK
T Chord	9	1	227.65	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.030935	4.5216	OK	OK
T Chord	10	1	35.15	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.888	0.004777	4.5216	OK	OK
Web	11	0.7	-21.44	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1500	5.76	8640	-0.00248	3.16512	OK	OK
Web	12	0.7	17.19	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1361.433	5.76	7841.856	0.002192	3.16512	OK	OK
Web	13	0.7	-21.44	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1500	5.76	8640	-0.00248	3.16512	OK	OK
Web	14	1.22	192.37	4	1	60.5mm	2.028444	60.14464	1208.037	5.76	6958.293	0.027646	5.516352	OK	OK
Web	15	1.22	68.4	4	1	60.5mm	2.028444	60.14464	1208.037	5.76	6958.293	0.00983	5.516352	OK	OK
Web	16	1.22	68.4	4	1	60.5mm	2.028444	60.14464	1208.037	5.76	6958.293	0.00983	5.516352	OK	OK
Web	17	1.22	192.37	4	1	60.5mm	2.028444	60.14464	1208.037	5.76	6958.293	0.027646	5.516352	OK	OK
		16.38											74.06381		



	เหล็กฉาก กล่าง	A (cm2)	I min (cm4)	ri (cm)	rmin (cm)	weight (kg/m)				
1	48.6mm	3.345	8.99	1.64	1.63938812	2.625825	Es =	2000000	ksc	
2	48.6mm	4.029	10.6	1.62	1.62201288	3.162765	Fy =	2500	ksc	
3	60.5mm	4.206	17.8	2.06	2.05743916	3.300925	Co =	125.6637		
4	60.5mm	5.76	23.7	2.03	2.02844357	4.5216				

Name	Member	l (m)	P(kg)	Index	จำนวน	size	rmin	M.R.	fa	A	Pa	P/Pa	น้ำหนัก(kg)	เช็ค ปม.	เช็ค P/Pa
L Chord	1	1	-237.92	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.02754	4.5216	OK	OK
L Chord	2	1	-320.03	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.03704	4.5216	OK	OK
L Chord	3	1	-320.03	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.03704	4.5216	OK	OK
L Chord	4	1	-237.92	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.02754	4.5216	OK	OK
Web	5	0.7	59.09	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1361.433	5.76	7841.856	0.007535	3.16512	OK	OK
Web	6	0.7	59.09	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1361.433	5.76	7841.856	0.007535	3.16512	OK	OK
T Chord	7	1	3.14	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.565	5.76	7358.888	0.000427	4.5216	OK	OK
T Chord	8	1	241.29	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.565	5.76	7358.888	0.032789	4.5216	OK	OK
T Chord	9	1	241.29	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.565	5.76	7358.888	0.032789	4.5216	OK	OK
T Chord	10	1	3.14	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.565	5.76	7358.888	0.000427	4.5216	OK	OK
Web	11	0.7	-53.65	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1500	5.76	8640	-0.00621	3.16512	OK	OK
Web	12	0.7	1.32	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1361.433	5.76	7841.856	0.000168	3.16512	OK	OK
Web	13	0.7	-53.65	4	1	60.5mm	2.028444	34.50922	1500	5.76	8640	-0.00621	3.16512	OK	OK
Web	14	1.22	286.97	4	1	60.5mm	2.028444	60.14464	1208.037	5.76	6958.293	0.041241	5.516352	OK	OK
Web	15	1.22	96.27	4	1	60.5mm	2.028444	60.14464	1208.037	5.76	6958.293	0.013835	5.516352	OK	OK
Web	16	1.22	96.27	4	1	60.5mm	2.028444	60.14464	1208.037	5.76	6958.293	0.013835	5.516352	OK	OK
Web	17	1.22	286.97	4	1	60.5mm	2.028444	60.14464	1208.037	5.76	6958.293	0.041241	5.516352	OK	OK
		16.38											74.06381		



Truss T-3

น้ำหนักฝ้า = 15 kg/m^2

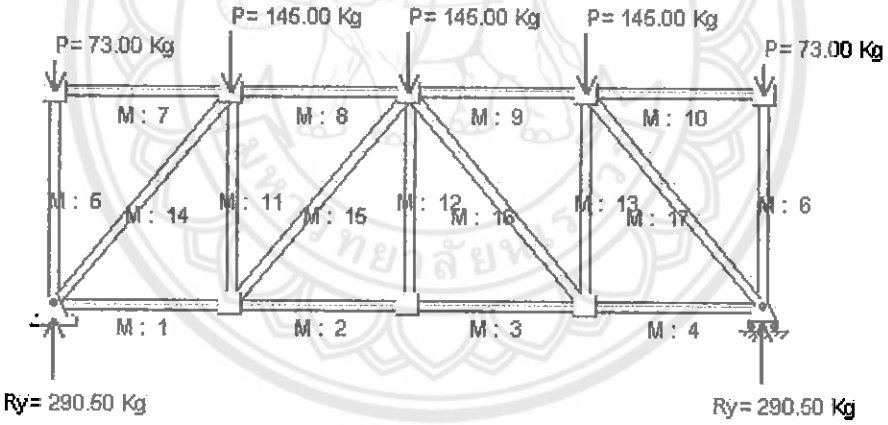
น้ำหนักส่วนตกแต่ง = 15 kg/m^2

ระยะห่างระหว่าง T-3 = 4.00 m

ดังนั้นได้แรงถ่ายลง T-3 = 30 × 4.00 ×1.00 = 120 kg

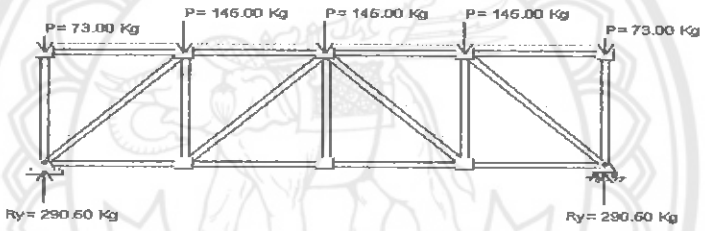
น้ำหนักเหล็ก = 5 × 5 = 25 kg

รวมน้ำหนักออกแบบ 145 kg



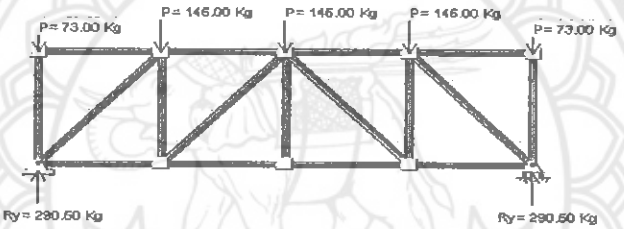
	มม.กลม กลาง	A (cm2)	I min (cm4)	rx (cm)	rmin (cm)	weight (kg/m)			
1	48.6mm	3.345	8.99	1.64	1.639388125	2.625825	Es =	2000000	ksc
2	48.6mm	4.029	10.6	1.62	1.622012882	3.162765	Fy =	2500	ksc
3	60.5mm	4.205	17.8	2.06	2.057439157	3.300925	Cc =	125.6637	
4	60.5mm	5.78	23.7	2.03	2.028443574	4.5216			

Name	Member	L(m)	P(kg)	Index	ประเภท	size	rmin	kl/r	fa	A	Pa	P/Pa	น้ำหนัก (kg)	เช็ค kl/r	เช็ค P/Pa
L Chord	1	1	-161.01	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.78	8640	-0.01864	4.5216	OK	OK
L Chord	2	1	-227.34	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.78	8640	-0.02631	4.5216	OK	OK
L Chord	3	1	-227.34	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.78	8640	-0.02631	4.5216	OK	OK
L Chord	4	1	-161.01	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.78	8640	-0.01864	4.5216	OK	OK
Web	5	1.2	90.62	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1214.629	5.78	6996.264	0.012953	5.42592	OK	OK
Web	6	1.2	90.62	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1214.629	5.78	6996.264	0.012953	5.42592	OK	OK
T Chord	7	1	15.11	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.78	7358.888	0.002053	4.5216	OK	OK
T Chord	8	1	176.41	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.78	7358.888	0.023972	4.5216	OK	OK
T Chord	9	1	176.41	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.78	7358.888	0.023972	4.5216	OK	OK
T Chord	10	1	15.11	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.78	7358.888	0.002053	4.5216	OK	OK
Web	11	1.2	-37.21	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1500	5.78	8640	-0.00431	5.42592	OK	OK
Web	12	1.2	9.05	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1214.629	5.78	6996.264	0.001294	5.42592	OK	OK
Web	13	1.2	-37.21	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1500	5.78	8640	-0.00431	5.42592	OK	OK
Web	14	1.56	226.57	4	1	60.5mm	2.028444	76.90626	1067.981	5.78	6166.768	0.036754	7.053696	OK	OK
Web	15	1.56	78.1	4	1	60.5mm	2.028444	76.90626	1067.981	5.78	6166.768	0.012663	7.053696	OK	OK
Web	16	1.56	78.1	4	1	60.5mm	2.028444	76.90626	1067.981	5.78	6166.768	0.012663	7.053696	OK	OK
Web	17	1.56	226.57	4	1	60.5mm	2.028444	76.90626	1067.981	5.78	6166.768	0.036754	7.053696	OK	OK
		20.24											91.51716		



	เหล็กฉาก กลาง	A (cm2)	I min (cm4)	rx (cm)	rmin (cm)	weight (kg/m)				
1	48.6mm	3.345	8.99	1.64	1.63938812	2.626825	Es =	2000000	ksc	
2	48.6mm	4.028	10.6	1.62	1.62201288	3.162765	Fy =	2500	ksc	
3	60.5mm	4.205	17.8	2.06	2.05743918	3.300925	Cc =	125.6637		
4	60.5mm	5.76	23.7	2.03	2.02844357	4.5218				

Name	Member	L (m)	P(kg)	Index	จำนวน	size	rmin	kL/r	fa	A	Pa	P/Pa	น้ำหนัก(kg)	เช็ค kL/r	เช็ค P/Pa
L Chord	1	1	-179.86	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.02082	4.5218	OK	OK
L Chord	2	1	-240.74	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.02786	4.5218	OK	OK
L Chord	3	1	-240.74	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.02786	4.5218	OK	OK
L Chord	4	1	-179.86	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1500	5.76	8640	-0.02082	4.5218	OK	OK
Web	5	1.2	74.28	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1214.629	5.76	6996.264	0.010617	5.42592	OK	OK
Web	6	1.2	74.28	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1214.629	5.76	6996.264	0.010617	5.42592	OK	OK
T Chord	7	1	1.09	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.688	0.000148	4.5218	OK	OK
T Chord	8	1	180.97	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.688	0.024592	4.5218	OK	OK
T Chord	9	1	180.97	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.688	0.024592	4.5218	OK	OK
T Chord	10	1	1.09	4	1	60.5mm	2.028444	49.29888	1277.585	5.76	7358.688	0.000148	4.5218	OK	OK
Web	11	1.2	-69.98	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1500	5.76	8640	-0.0081	5.42592	OK	OK
Web	12	1.2	0.59	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1214.629	5.76	6996.264	8.43E-05	5.42592	OK	OK
Web	13	1.2	-69.98	4	1	60.5mm	2.028444	59.15866	1500	5.76	8640	-0.0081	5.42592	OK	OK
Web	14	1.56	279.11	4	1	60.5mm	2.028444	76.90626	1087.981	5.76	6266.768	0.044538	7.053696	OK	OK
Web	15	1.56	93.24	4	1	60.5mm	2.028444	76.90626	1087.981	5.76	6266.768	0.014876	7.053696	OK	OK
Web	16	1.56	93.24	4	1	60.5mm	2.028444	76.90626	1087.981	5.76	6266.768	0.014876	7.053696	OK	OK
Web	17	1.56	279.11	4	1	60.5mm	2.028444	76.90626	1087.981	5.76	6266.768	0.044538	7.053696	OK	OK
		20.24											91.51718		



จันทัน

ระยะ 2.00 m น้ำหนักจากแป = 64 × 2 = 128 kg

ต่อระยะ = 0.81 m

W = 128 / 0.81 = 158 kg / m

ประมาณน้ำหนักเหล็ก = 15 kg / m

น้ำหนักรวม = 158 + 15 = 173 kg / m

W = 173 kg / m

R_2 = 654 kg

R_1 = 298 kg

$\bar{X}$ = 298 / 173 = 1.72 m

Mmax = (298 × 1.72) – (173 × (1.72)^2 / 2)

= 257 kg.m

Sx = 257 × 100 / 1440 = 17.85 cm^3

เลือกเหล็กกลวง ☐ 100 × 50 × 3.2 mm (Sx 22.46)

(Sx = 22.46 cm^3, Sy = 7.59 cm^3, Ix = 112.29 cm^4, Iy = 37.95 cm^4)

fb = Mx /Sx + My / Sy ≤ Fb

= (257 × 100 / 22.46)+ 0

= 1144 ≤ 1440 kg / cm^2 (ใช้ได้)

อะเส

น้ำหนักฝ้า = 30 × 3.50 = 105 kg / m

น้ำหนักเหล็ก = 20 kg / m

น้ำหนักรวม = 125 kg / m

$M = (WL^2 / 8) + (PL / 4)$

$= (125 \times 4^2 / 8) + (654 \times 4 / 4)$

= 904 kg .m

$Sx = 904 \times 100 / 1440 = 62.78 \ cm^3$

เลือกใช้เหล็กรางน้ำ [125 × 60 × 6 × 8 mm ($Sx = 68.0 \ cm^3$)

($Sx = 68.0 \ cm^3$, $Sy = 14.4 \ cm^3$, $Ix = 425.0 \ cm^4$, $Iy = 65.5 \ cm^4$)

$fb = Mx / Sx + My / Sy \leq Fb$

$= (904 \times 100 / 68.0) + 0$

$= 1329 \leq 1440 \ kg / cm^2$ (ใช้ได้)

สันตะเฆ่

น้ำหนักฝ้า = 30 × 1 = 30 kg / m

น้ำหนักเหล็ก = 20 kg / m

รวมน้ำหนักออกแบบ = 50 kg / m

M = (210 × 5.60 / 2) – (50 × 5.60 / 2)

= 448 kg.m

S = 448 ×100/ 1440 = 31.11 cm^3

เลือกเหล็กกลวง 2□ 100 × 50 × 3.2 mm (Sx 22.46)

(Sx = 44.92 cm^3, Sy = 15.18 cm^1, Ix = 224.58 cm^4, Iy = 75.90 cm^4)

fb = Mx /Sx + My / Sy ≤ Fb

= (448 × 100 / 44.92)+ 0

= 1012 ≤ 1440 kg / cm^2 (ใช้ได้)

การออกแบบเสา C1 0.40 × 0.40 เสริมเหล็ก 8 - DB 16

การถ่ายแรง

ชั้นที่	พื้น	เสา	คาน	ผนัง	FL	LL	รวม	สะสม
หลังคา							4500	4500
พื้น	3840	2323.2	1536	-	1600	4800	14099.2	18599.2
ตอม่อ	-	932.6	-	-	-	-	932.6	19531.8

เสารับน้ำหนัก (P_0) 19531.8 kg

เหล็กเสริม DB 16 8 เส้น มี Ast = 16.08 cm^2

จากสูตร P = 0.85Ag (0.25 f 'c + fs Pg)

P = 0.85 (40 × 40) [0.25 (145) + (1200) (Ast/Ag)]

P = 1360 [36.25 + 1200 (16.08/1600)]

P = 66,436 kg

ดังนั้น P > P_0 ----------> **OK**

ใช้เหล็กปลอก RB 6

16 เท่าของ ∅ เหล็กยืน

S max = min { 48 เท่าของ ∅ เหล็กปลอก } → { 16 × 1.6, 48 × 0.6 , 40}

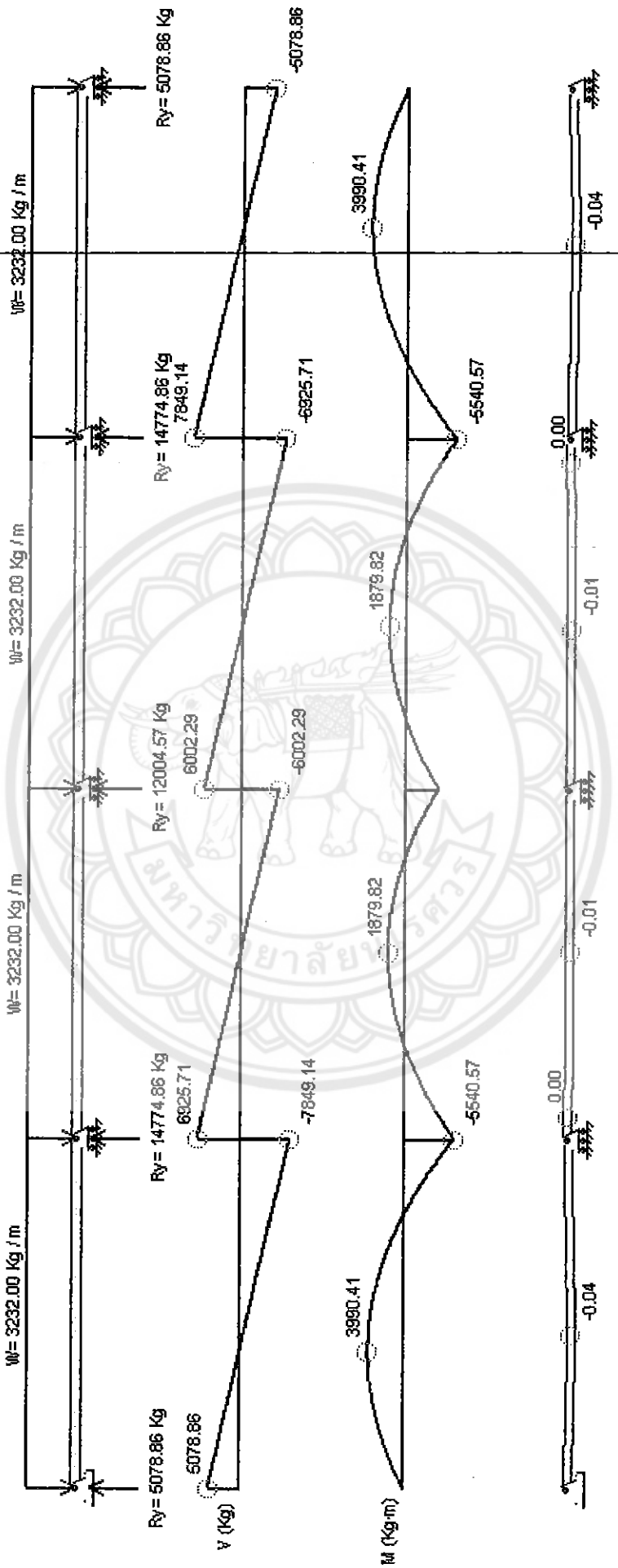
ด้านแคบหน้าตัดเสา

ใช้ระยะห่าง 0.25 cm

การออกแบบคาน

B1

น้ำหนักคาน	=	2400×0.2×0.40	=	192	kg/m
น้ำหนักคอนกรีตทั้งหมด	=	2400×0.05×4	=	480	kg/m
แผ่นพื้น	=	2400×0.10×4	=	960	kg/m
น้ำหนักกระเบื้อง	=	100×4	=	400	kg/m
น้ำหนักบรรทุกจร	=	300×4	=	1200	kg/m
รวม	=	3232	kg/m		



การกำหนดชื่อคาน B1

การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ 304 385 **แฟ้มข้อมูล** 08/05/10

โดย 06:10 PM

คานหมายเลข คาน B1M+ **ตำแหน่ง**

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx	:	SD 30		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,500		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'	:	145		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc	:	65.25		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5	:	183,153		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	3,990		**กิโลกรัม-เมตร**
แรงเฉือน	:	7,850		**กิโลกรัม**

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

กรณี		ความลึกต่ำสุด					
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.20		**เมตร**
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.40		**เมตร**
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19					
4	คานยื่น	0.50	กรณี	:	3		ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03		**เมตร**
ความยาวช่วงคาน		4.00		**เมตร**

เหล็กเสริม		รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้	**จำนวน**	: 4	4	**เส้น**
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	: 20	20	**มิลลิเมตร**
	ลูกคัดขนาด	:		**เมตร**
เหล็กชั้นบน	**จำนวนเส้น**	:		**เส้น**
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:		**มิลลิเมตร**

d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.30	0.35	**เมตร** [1]
MR = R·b·d²		:		2,321	**กิโลกรัม-เมตร** [2]
การเสริมเหล็ก		:		Double	

เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร) **คำนวณ** **เสริมจริง**

As =	Mr/[fs·j·d] + (M-Mr)/[fs·(d-d')]	:	8.63	12.57		ใช้ได้
As' =	·(M-Mr)/fs/(d-d')/2·(1-k)/(k-d'/d)	:	6.77	12.57		ใช้ได้
Asmin =	1.34·Ads(4)	:	11.56	12.57		ใช้ได้ [3]
Asmin =		:		12.57		ใช้ได้ [4]

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง V ≤ 1.32·fc'^0.5		:				เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		5,399		**กิโลกรัม**
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	**มิลลิเมตร**
fv =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,500	กรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.044	0.088	0.088	**เมตร**

แรงยึดหน่วง **เหล็กบน** **เหล็กอื่นๆ**

μ =	2.29*fc'^.5/D **หรือ** 3.23*fc'^.5	:	13.79	19.45		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	**ต้องการ**	:	18.18	12.89		**เซนติเมตร**
Σ_o	**เสริมจริง**	:	25.13	25.13		**เซนติเมตร**
		:	ใช้ได้	ใช้ได้		

หมายเหตุ

1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b),

2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,

3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)

4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5

การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ 304 385 **แฟ้มข้อมูล** 08/05/10

โดย 06:13 PM

คานหมายเลข คาน B1M- **ตำแหน่ง**

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx	:	SD 30		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,500		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'	:	145		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc	:	65.25		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5	:	183,153		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	5,541		**กิโลกรัม-เมตร**
แรงเฉือน	:	7,850		**กิโลกรัม**

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

กรณี		ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด	0.25	b	:	0.20	**เมตร**
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดีย	0.22	D	:	0.40	**เมตร**
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19				
4	คานยื่น	0.50	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03		**เมตร**
ความยาวช่วงคาน		4.00		**เมตร**

เหล็กเสริม		รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้	**จำนวน**	: 4	4	**เส้น**
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	: 20	20	**มิลลิเมตร**
	ลูกคัดขนาด	:		**เมตร**
เหล็กชั้นบน	**จำนวนเส้น**	:		**เส้น**
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:		**มิลลิเมตร**

d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.30	0.35	**เมตร** [1]
MR = R·b·d²		:		2,321	**กิโลกรัม-เมตร** [2]
การเสริมเหล็ก		:		Double	

เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)

			คำนวณ	**เสริมจริง**		
As =	Mr/[fs·j·d] + (M-Mr)/[fs·(d-d')]	:	12.05	12.57		ใช้ได้
As' =	·(M-Mr)/fs/(d-d')/2·(1-k)/(k-d'/d)	:	13.06	12.57		อนุโลม
Asmin =	14/fy·[b·d]	:	3.28	12.57		ใช้ได้ [3]
Asmin =		:		12.57		ใช้ได้ [4]

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง V ≤ 1.32·fc'^0.5		:				เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		5,399		**กิโลกรัม**
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	**มิลลิเมตร**
fv =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,500	กรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.044	0.088	0.088	**เมตร**

แรงยึดหน่วง **เหล็กบนเหล็กอื่นๆ**

μ =	2.29*fc'^.5/D **หรือ** 3.23*fc'^.5	:	13.79	19.45	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	**ต้องการ**	:	18.18	12.89	**เซนติเมตร**
Σ_o	**เสริมจริง**	:	25.13	25.13	**เซนติเมตร**
		:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ

1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b),

2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,

3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)

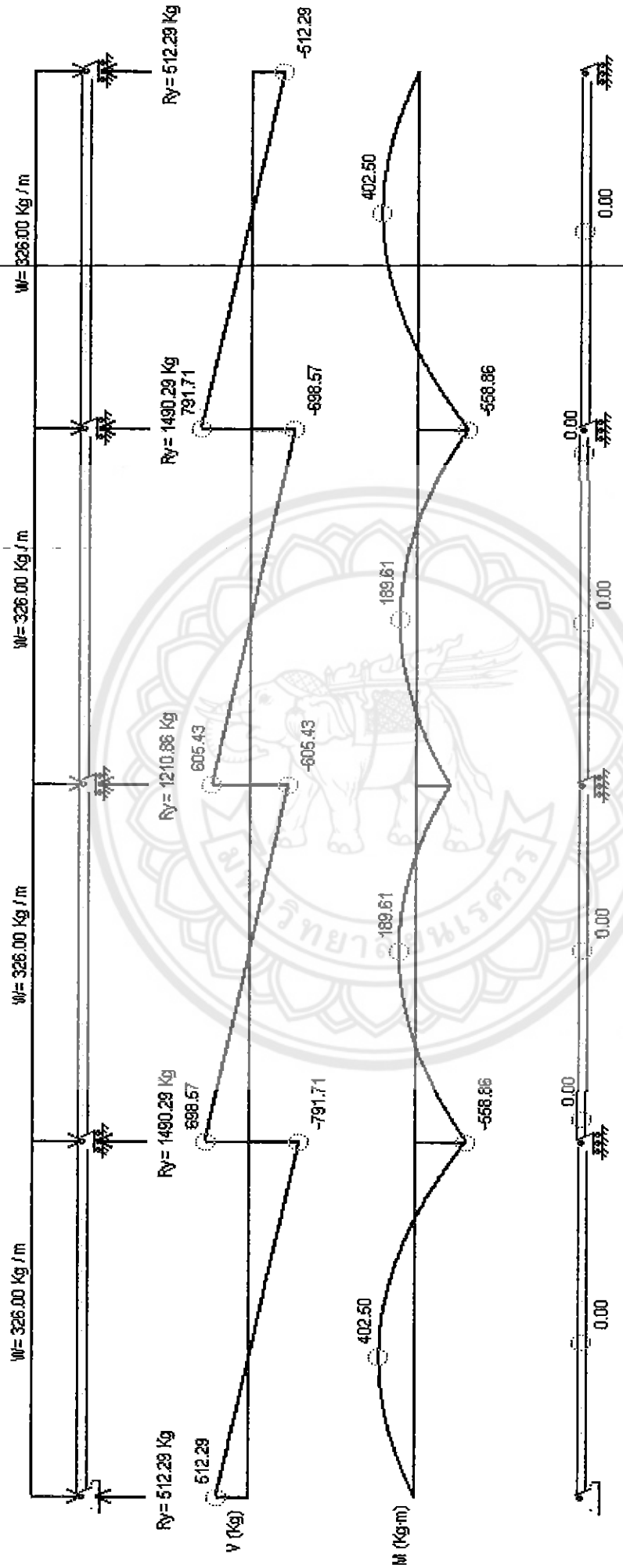
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D ! หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5

B2

น้ำหนักคาน = 2400×0.15×0.30 = 110 kg/m

น้ำหนักกำแพง = 240×0.90 = 216 kg/m

รวม = 326 kg/m



การวิเคราะห์โมเมนต์ในคาน B2

การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ 304 385 **แฟ้มข้อมูล** 08/05/10

โดย 06:16 PM

คานหมายเล คานB2+ **ตำแหน่ง**

วัสดุ และกลสมบัติ					
เหล็กชั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx	:		SD 30		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:		1,500		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:		2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'	:		145		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc	:		65.25		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5	:		183,153		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด					
โมเมนต์ดัด	:		403		**กิโลกรัม-เมตร**
แรงเฉือน	:		792		**กิโลกรัม**
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)					
กรณี ความลึกต่ำสุด					
1 ปลายไม่ต่อเนื่องสอง 0.25 b	:		0.20		**เมตร**
2 ปลายต่อเนื่องด้านเดีย 0.22 D	:		0.40		**เมตร**
3 ปลายต่อเนื่องสองด้าน 0.19					
4 คานยื่น 0.50 กรณี	:		3		ใช้ได้
ระยะหุ้ม	:		0.03		**เมตร**
ความยาวช่วงคาน			4.00		**เมตร**
เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ จำนวน	:		2	2	**เส้น**
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:		12	12	**มิลลิเมตร**
ลูกคัดขนาด	:				**เมตร**
เหล็กชั้นบน จำนวนเส้น	:				**เส้น**
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:				**มิลลิเมตร**
d-d', d >= 8·b if L/b > 30	:		0.31	0.36	**เมตร** [1]
MR = R·b·d²	:			2,374	**กิโลกรัม-เมตร** [2]
การเสริมเหล็ก	:			Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง	
As = M/[fs·j·d]	:		0.76	2.26	ใช้ได้
As' =	:		0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin = 1.34·Ads(4)	:		1.02	2.26	ใช้ได้ [3]
Asmin =	:			2.26	ใช้ได้ [4]
แรงเฉือนและเหล็กปลอก					
การใช้เหล็กลูกตั้ง v ≤ 1.32·fc'^0.5	:				เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:			0	**กิโลกรัม**
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:		6	9	12 **มิลลิเมตร**
fv = 0.50·fy	:		1,200	1,200	1,500 กรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้	:		0.178	0.178	0.178 **เมตร**
แรงยึดหน่วง			เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ = 2.29*fc'^.5/D หรือ 3.23*fc'^.5	:		22.98	32.41	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o **ต้องการ**	:		1.09	0.77	**เซนติเมตร**
Σ_o **เสริมจริง**	:		7.54	7.54	**เซนติเมตร**
	:		ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ

1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b),

2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,

3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)

4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5

การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	304 385	**แฟ้มข้อมูล**	08/05/10
โดย			06:39 PM
คานหมายเล	คานB2-	**ตำแหน่ง**	

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx	:	SD 30	
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,500	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'	:	145	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc	:	65.25	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5	:	183,153	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	559	**กิโลกรัม-เมตร**
แรงเฉือน	:	792	**กิโลกรัม**

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองข	0.25	b	:	0.20	**เมตร**
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดีย	0.22	D	:	0.40	**เมตร**
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19				
4	คานยื่น	0.50	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03	**เมตร**
ความยาวช่วงคาน		4.00	**เมตร**

เหล็กเสริม		รับแรงอัด	รับแรงดึง		
เหล็กชั้นล่าง (ใกล	**จำนวน**	: 2	2		**เส้น**
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	: 12	12		**มิลลิเมตร**
	ลูกค้ดขนาด	:			**เมตร**
เหล็กชั้นบน	**จำนวนเส้น**	:			**เส้น**
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			**มิลลิเมตร**
d-d', d	*>= 8·b if L/b > 30*	: 0.31	0.36		**เมตร** [1]
MR =	R·b·d²	:	2,374		**กิโลกรัม-เมตร** [2]
การเสริมเหล็ก		:	Single		

เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง		
As =	M/[fs·j·d]	:	1.09	2.26		ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26		ใช้ได้
Asmin =	1.34·Ads(4)	:	1.47	2.26		ใช้ได้ [3]
Asmin =		:		2.26		ใช้ได้ [4]

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง V ≤ 1.32·fc'^0.5	:				เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·[f'c]^0.5·(b·d)	:		0		**กิโลกรัม**
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	6	9	12	**มิลลิเมตร**
fv = 0.50·fy	:	1,200	1,200	1,500	กรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้	:	0.178	0.178	0.178	**เมตร**

แรงยึดหน่วง

		เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ = 2.29*fc'^.5/D **หรือ** 3.23*fc'^.5	:	22.98	32.41	**กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร**
Σ_o **ต้องการ**	:	1.09	0.77	**เซนติเมตร**
Σ_o **เสริมจริง**	:	7.54	7.54	**เซนติเมตร**
	:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ

1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b),

2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,

3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)

4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D l หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5

การออกแบบฐานราก

ชั้นที่	พื้น	เสา	คาน	ผนัง	FL	LL	รวม	สะสม
หลังคา							4500	4500
พื้น	3840	2323.2	1536	-	1600	4800	14099.2	18599.2
ตอม่อ	-	932.6	-	-	-	-	932.6	19531.8

น้ำหนักฐาน = $(a \times b \times h) \times 2400$

= $(2.00 \times 2.00 \times 0.35) \times 2400 = 3360$ kg

= 3360 kg

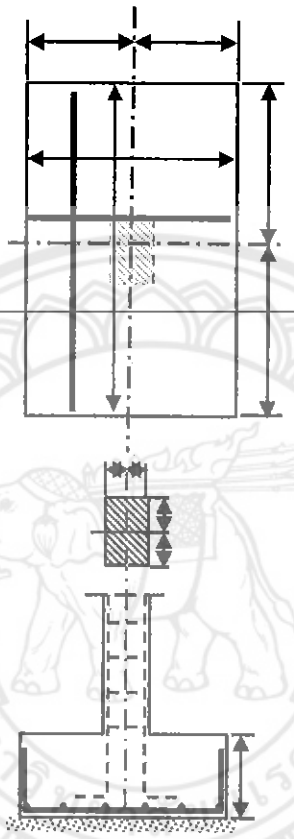
รวมแรงลงฐานราก = 19531.8 + 3360 = 22891.8 kg

ตารางคำนวณออกแบบฐานรากแผ่โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ มหาวิทยาลัยปากเซ แฟ้มข้อมูล

โดย 08/05/10 06:21 PM

ฐานรากหมายเ F-1 ตำแหน่ง



วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx	:	SD 30	
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,500	กิโลกรัมต่อตารางเซนติ
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม	:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติ
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'	:	145	กิโลกรัมต่อตารางเซนติ
ตัวคูณ	:	0.45	
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc	:	65.25	กิโลกรัมต่อตารางเซนติ
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5	:	183,153	กิโลกรัมต่อตารางเซนติ
n = Es/E โดยที่ Es = 2,040,000 ksc	:	11	
k = 1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.324	
j = 1 - k/3	:	0.892	
R = fc/2·j·k	:	9.42	กิโลกรัมต่อตารางเซนติ

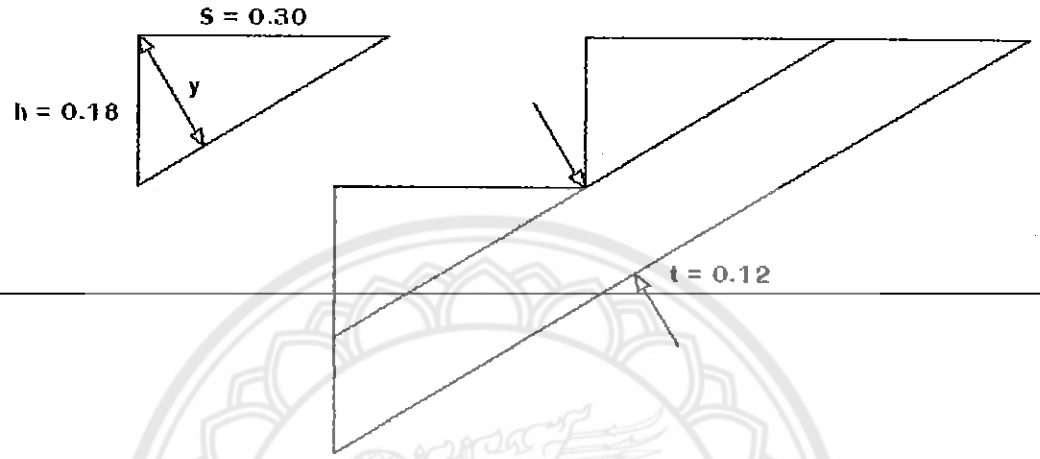
ขนาดฐานราก และดอม่อ

ความกว้างเสา (แกน X), a	:	0.40	**เมตร**
ความยาวเสา (แกน Y), b	:	0.40	**เมตร**

ความกว้างฐานราก (แกน X), B	:		2.00	เมตร
ความยาวฐานราก (แกน Y), T	:		2.00	เมตร
ความลึก, D	:		0.35	เมตร
ระยะหุ้ม	:		0.06	เมตร
ความลึกตาสุด, Dmin	:		0.08	ใช้ได้
น้ำหนักฐานราก	:		3,360	กิโลกรัม
แรงตามแกน	:		22,892	kg
		เกิดจริง	ยอมให้	ใช้ได้
แรงแบกทานของดิน (ตันต่อตารางเมตร)	:	6,563	8,000	กิโลกรัม
		รอบแกน)รอบแกน Y		
โมเมนต์ดัดรอบแกน	:			
หน่วยแรงสูงสุด, P/A + M/c./I.	:	6,563	6,563	โลกรัมต่อตารางเมตร
หน่วยแรงต่ำสุด, P/A - M/c./I.	:	6,563	6,563	โลกรัมต่อตารางเมตร
		ใช้ได้	ใช้ได้	
หน่วยแรงที่ขอบเสา		6,563	6,563	โลกรัมต่อตารางเมตร
หน่วยแรงที่ d/2		6,563	6,563	โลกรัมต่อตารางเมตร
หน่วยแรงที่ d		6,563	6,563	โลกรัมต่อตารางเมตร
โมเมนต์ดัดรอบแกนรวม	:	4,200	4,200	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือนสำหรับคำนวณแรงยึดหน่วง // แกน x และแกนy		10,501	10,501	กิโลกรัม
แรงเฉือนสำหรับแบบคาน Vd // แกน x และ y		7,088	6,825	กิโลกรัม
แรงเฉือนแบบเจาะทะลุ Vp		11,696	11,609	กิโลกรัม
เหล็กเสริม และกำลังของหน้าตัด				
ขนาดเหล็กเสริม	:	20	20	
จำนวนเส้น		6	6	#
ปริมาณเหล็กเสริม	:	18.85	18.85	รางเซนติเมตร
ความลึกประสิทธิผล, d	:	0.26	0.28	เมตร
MR = R·b·d²	:	12,735	14,770	กิโลกรัม-เมตร
	:	singly	singly	ใช้ได้
As = M/[fs·j·d]	:	12.07	11.21	รางเซนติเมตร
	:	ใช้ได้	ใช้ได้	
As-temp = [0.0018/0.0020/0.0025]·(b or t)·	:	14.00	14.00	รางเซนติเมตร
	:	ใช้ได้	ใช้ได้	
vd = Vd/Td หรือ Vd/Bd	:	1.36	1.22	กิโลกรัมต่อตารางเซน
vc = 0.29·[f'c]^0.5	:	3.49	3.49	กิโลกรัมต่อตารางเซน
		ใช้ได้	ใช้ได้	
vp, vc = 0.53·[f'c]^0.5	:	3.41	6.38	กิโลกรัมต่อตารางเซน
	:		ใช้ได้	
เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง				
หน่วยแรงยึดหน่วงยอมให้ < 11 (RB) or < 35 (DB)	:	19.45	19.45	กิโลกรัมต่อตารางเซน
เส้นรอบรูปที่ต้องการ	:	23.28	21.62	เซนติเมตร
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมจริง	:	37.70	37.70	เซนติเมตร

การออกแบบบันได

คิดความกว้างบันได 1 เมตร



DL = 2400 (t + (y / 2)) = 2400 (0.12 + (0.154 / 2)) = 472.8 kg / m^2

LL = 300 kg / m^2

DL + LL 472.8 + 300 = 772.8 kg / m^2

M max = 772.8 × 1.2^2 / 8 = 139.11 kg . m

V max = 772.8 × 1.2 / 2 = 463.68 kg

ใช้เหล็ก RB 9 Cover = 2.5 cm

d = 12 – 2.5 – 0.9 / 2 = 9.05 cm

L / 28 = 1.2 / 28 = 0.12 cm ความหนาเพียงพอ

กำลังต้านทานแรงเฉือนคอนกรีต Vc = 0.29 $f'c^{1/2}$ × b × d

$= 0.29 \times 240^{1/2} \times 100 \times 9.05$

$= 4065.86 > 463.68$ kg ใช้ได้

โมเมนต์สูงสุด Mr $= Rbd^2$

$= 17.262 \text{ kg/cm}^2 \times 1 \text{ m} \times 9.05 \text{ cm}$

$= 141.38 > 139.11 \text{ kg.m}$ ใช้ได้

ปริมาณเหล็กเสริม As $= M / fs \cdot j \cdot d$

$= 139.11 / 1200 \times 0.879 \times 0.905$

$= 0.146 \text{ cm}^2$

ปริมาณเหล็กเสริมต้านทานการยึดหด [ใช้ RB 9 (SR 24)]

As -- temp $= 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$

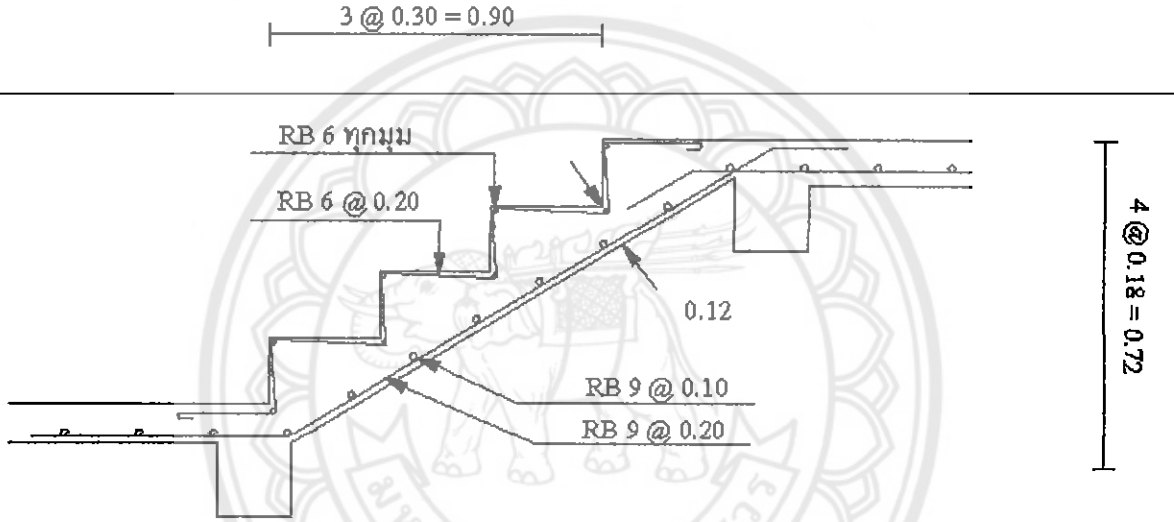
$= 3 \text{ cm}^2$

ระยะเรียงเหล็กเสริมรับแรงดึง $= 0.64 \text{ cm}^2 / 9.05 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ m}$

$= 0.07$ ใช้ 0.10 m

ระยะเรียงเหล็กต้านทานการยึดหด $= 0.64 \text{ cm}^2 / 3 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ m}$

$= 0.21$ ใช้ 0.20 m


3 @ 0.30 = 0.90
RB 6 ทุกมุม
RB 6 @ 0.20
0.12
RB 9 @ 0.10
RB 9 @ 0.20
4 @ 0.18 = 0.72

ทฤษฎีคำนวณหาปริมาณงานโดยวิธีถอดแบบ

ปริมาณงานฐานรากแผ่

คิดระดับฐานรากให้อยู่ลึกกว่าระดับดินเดิมไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร เพื่อจะพ้นจากการขุดคุ้ยของกระแสน้ำ แล้วเทคอนกรีตหยาบเป็นพื้นหนา 10 เซนติเมตร ให้กว้างกว่าขนาดของฐานราก 10 เซนติเมตร รองฐานรากด้วยทรายอัดแน่นหนา 10 เซนติเมตร ให้กว้างกว่าขนาดของฐานราก 20 เซนติเมตร คิดแยกฐานรากกลางน้ำกับฐานรากริมฝั่ง โดยดึงออกมาคำนวณปริมาณงานฐานรากกลางน้ำกับฐานรากริมฝั่งอย่างละหนึ่งแห่ง เมื่อคิดปริมาณงานเรียบร้อยจึงนำไปคูณด้วยจำนวนฐานรากทั้งหมด

ปริมาณดินขุด = (ความยาวฐาน+0.40)(ความกว้างฐาน+0.40)(ความลึกของฐานจากดิน+ความหนาคอนกรีตหยาบ+ความหนาของทราย)

ปริมาณถมทรายอัดแน่น = (ความยาวฐาน+0.40)(ความกว้างฐาน+0.40)(ความหนาของทราย)

ปริมาณคอนกรีตหยาบ = (ความยาวฐาน+0.20)(ความกว้างฐาน+0.20)(ความหนาของคอนกรีตหยาบ)

ปริมาณไม้แบบ = 2(ความยาวฐาน + ความกว้างฐาน)(ความลึกฐานราก)

ปริมาณคอนกรีต = ความยาวฐาน x ความกว้างฐาน x ความลึกฐานราก

ปริมาตรของเสาตอม่อ = (ความกว้างเสา x ความยาวเสา)x(ความลึกของฐานรากจากดิน – ความลึกของฐานราก)

ปริมาณถมดิน = ปริมาณดินขุด – ปริมาณถมทรายอัดแน่น – ปริมาณคอนกรีตหยาบ – ปริมาณคอนกรีต – ปริมาตรของเสาตอม่อ

ปริมาณเหล็กเส้น = (ความกว้างฐาน-Covering)+2(ความลึกฐานราก-Covering)

ปริมาณเหล็กปลอก = [2 x((ความยาวฐาน- Covering)+(ความกว้างฐาน- Covering))+ 2 ขอ] x จำนวนปลอก

ปริมาณงานเสา (Column)

คิดโดยนำความสูงของแต่ละต้นที่อ่านได้จากแบบมาเฉลี่ยความสูง เพื่อนำเอาความสูงเฉลี่ยของเสาไปถอดปริมาณงาน เช่น ความสูงเฉลี่ยของเสา =(0.68+2.66+3.11+1.10)/4 = 1.89 เมตร

ปริมาณงานไม้แบบ = (เส้นรอบรูปเสา x ความสูง)

ปริมาณคอนกรีต = (ความกว้างเสาxความยาวเสา)x[(ความลึกของฐานรากจากดิน – ความลึกของฐานราก)+ความสูงของเสา]

ปริมาณเหล็กเส้น = K+Q+ขอ

K = (ความลึกของฐานรากจากดิน-ระยะจากหัวเสาเข็มถึงเหล็ก)+ความสูงของเสา

Q = [(ความกว้างฐาน/2 – ความกว้างเสา/2) – Covering]x1.40

ปริมาณเหล็กปลอก = [2 x((ความยาวฐาน- Covering)+(ความกว้างฐาน- Covering))+ 2 ขอ] x จำนวนปลอก

ปริมาณงานคาน

คิดด้วยการนำคานที่เหมือนกันออกมาคำนวณหนึ่งแห่ง เมื่อคิดปริมาณงานเรียบร้อยจึงนำไปคูณด้วยจำนวนคานที่เหมือนกันทั้งหมด

ปริมาณงานไม้แบบ = (2xความสูงคาน) x ความยาวคาน

ปริมาณคอนกรีต = (ความกว้างคาน x ความสูงคาน x ความยาวคาน)

ปริมาณเหล็กเส้น = ความยาวคาน-ขอ

ปริมาณเหล็กปลอก = 2x[(ความกว้างคาน- Covering)+(ความลึกคาน- Covering)]+ 2 ขอ

ปริมาณงานพื้น

ปริมาณงานแผ่นพื้น = ความกว้าง x ความยาว

ปริมาณไม้แบบคิดเฉพาะระยะขอบ = เส้นรอบรูป x ไม้แบบกั้นขอบริมสูง

ปริมาณคอนกรีต = ความกว้าง x ความยาว x ความหนาคอนกรีตทับหน้า

ปริมาณเหล็กเส้น = ความยาว – ขอ

เกณฑ์การถอดแบบสำรวจปริมาณงานและวัสดุก่อสร้างเพื่อคำนวณราคา ตามหลักวิชาช่าง

งานขุดดินฐานรากและถมดิน เผื่อกันดินพังและทำงานสะดวก 30%

งานถมวัสดุรองพื้นหรือปรับระดับ เผื่อการยุบตัวเนื่องจากการบดอัดแน่นด้วยแรงคน

ก. งานถมทราย เผื่อ 25%

ข. งานถมดิน เผื่อ 25%

งานไม้แบบหล่อคอนกรีต ใช้ปริมาณวัสดุตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ก. ไม้แบบหนา 1" เนื้อที่ 1 ตารางเมตร ใช้ไม้ประมาณ 1 ลูกบาศก์ฟุต

ข. ไม้คร่าวยึดไม้แบบ ใช้ 30% ของปริมาณไม้แบบ

ค. ไม้ค้ำยันไม้แบบ

ค.1 ไม้ค้ำยันท้องคานและงานประเภทคานใช้ 1 ต้น/ความยาว 1 เมตร

ค.2 ไม้ค้ำยันท้องพื้นและงานประเภทพื้นใช้ 1 ต้น/ตารางเมตร

ง. ตะปูยึดงานไม้แบบใช้ 0.30 กก./ไม้แบบ 1 ตารางเมตร

งานเหล็กเสริมคอนกรีต

ก. น้ำหนักเหล็กเส้น

ก.1 เหล็กเส้นกลมผิวเรียบ คุณภาพ SR 24

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. หนัก 0.222 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. หนัก 0.499 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. หนัก 0.888 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. หนัก 1.390 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มม. หนัก 2.230 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. หนัก 3.850 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. หนัก 4.830 กก./ม.

ก.2 เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย คุณภาพ SD 30, SD 35 และ SD 40

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 มม. หนัก 0.556 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. หนัก 0.888 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. หนัก 1.580 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. หนัก 2.470 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. หนัก 3.850 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. หนัก 4.830 กก./ม.

ข. การถอดแบบสำรวจปริมาณเหล็กเสริม

ข.1 เพื่อการคิดเร็ว คิดเหล็กเสริมทุกชนิดเป็นเส้นตรง โดยไม่ต้องเผื่อความยาวของเหล็กเสริม ที่ต้องทาบต่อ งอปลาย ดัดคอม้า และเหลือเศษสั้นใช้งานไม่ได้ ให้คิดหาปริมาณเหล็กของงานต่าง ๆ ตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ข.1.1 เหล็กตะแกรงของฐานราก ให้คิดความยาวของเหล็กเท่ากับความกว้างและความหนาของฐานราก

ข.1.2 เหล็กยึนของเสาตอม่อ ปลายเหล็กยึนส่วนที่ดัดงอเป็นมุม 90 เพื่อยึดติดกับเหล็กตะแกรงของฐานราก ให้คิดความยาวประมาณของความกว้างของฐานราก

ข.1.3 เหล็กยึนของเสาให้คิดความยาวเท่ากับความยาวของเสา เหล็กปลอกของเสาให้คิด ความยาวต่อ 1 ปลอกเท่ากับความยาวของเส้นรอบรูปเสา

ข.1.4 เหล็กนอนของคานทั้งเหล็กตรงและเหล็กคอม้า ให้คิดความยาวเท่ากับความยาวของคาน เหล็กปลอกของคานให้คิดความยาวต่อ 1 ปลอกเท่ากับความยาวของเส้นรอบรูปคาน

ข.1.5 เหล็กตะแกรงของพื้นเหล็กตรงและเหล็กคอม้า ให้คิดความยาวเท่ากับความกว้างของพื้น เหล็กเสริมพิเศษให้คิดความยาวตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน

ข.1.6 เหล็กเสริมของงานอื่น ๆ หากคล้ายคลึงกับงานประเภทใดใน (1)-(5) ให้คิดเหมือนประเภทนั้น ๆ หากไม่คล้ายคลึงให้ผู้ถอดแบบสำรวจปริมาณ ประมาณการโดยยึด หลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น

ข.2 เมื่อได้ถอดแบบสำรวจปริมาณเหล็กเสริมตามเกณฑ์ในข้อ 4.2.1 และรวมปริมาณเหล็กเสริมทั้งหมดแล้ว ให้คิดเผื่อเหล็กเสริม เนื่องจากต้องทาบต่อ งอปลาย ดัดคอม้า และเหลือเศษนั้นใช้งานไม่ได้ ของเหล็กเสริม แต่ละขนาดทั้งเหล็กเส้นกลมผิวเรียบ และเหล็กเสริมกลมผิวข้ออ้อย ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ข.2.1 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. เผื่อ 5%

ข.2.2 เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. เผื่อ 7%

ข.2.3 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 มม. เผื่อ 7%

ข.2.4 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. เผื่อ 9%

ข.2.5 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. เผื่อ 11%

ข.2.6 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. เผื่อ 11%

ข.2.7 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มม. เผื่อ 13%

ข.2.8 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. เผื่อ 13%

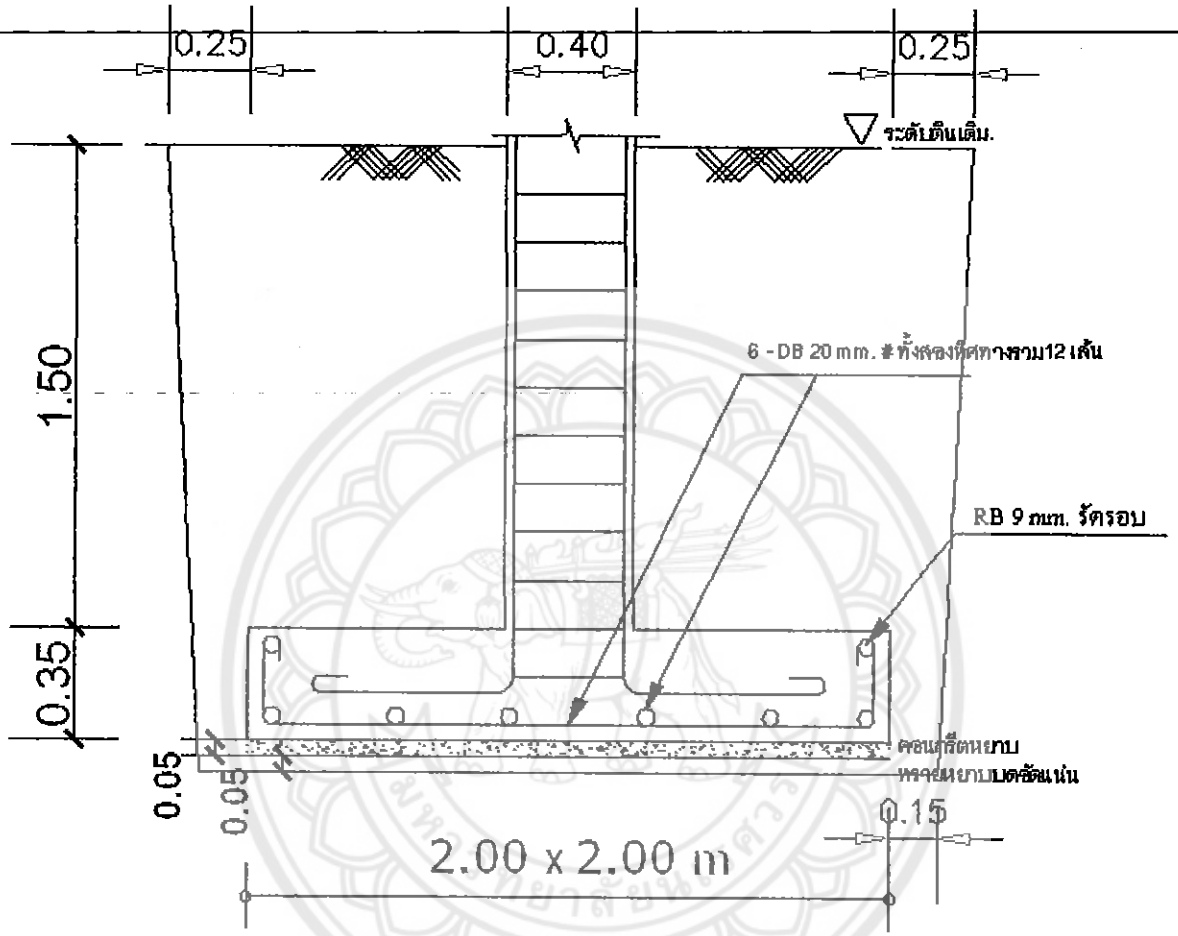
ข.2.9 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. เผื่อ 15%

ข.2.10 เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. เผื่อ 15%

ข.3 งานผูกเหล็กเสริมใช้ลวดผูกเบอร์ 18 จำนวน 15 กิโลกรัม/เหล็กเสริม 1 เมตริกตัน

การคิดปริมาณไม้ของงานก่อสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ขนาดหน้าตัดของไม้ตามแบบแปลน ความยาววัดจากแบบโดยเผื่อการทาบต่อ แตกปลายและต้องใช้ไม้ตามความยาวมาตรฐาน ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเป็นเกณฑ์ประกอบ

ปริมาณงานฐานราก



1. ดินขุด

$$Vex = (2 + 2(0.2))(2 + 2(0.2))(1.85 + 0.05 + 0.05) = 11.232 \ m^3$$

2. ทรายอัดแน่น

$$Vs = (2 + 0.4)(2 + 0.4) \times 0.05 = 0.288 \ m^3$$

3. คอนกรีตหยาบ

$$Vlc = (2 + 0.2)(2 + 0.2)(0.05) = 0.24 \ m^3$$

4. คอนกรีต

$$Vc = 2 \times 2 \times 0.35 = 1.4 \quad m^3$$

5. เสา

$$Vco = 0.40 \times 0.40 \times 1.5 = 0.24 \quad m^3$$

6. ไม้แบบ

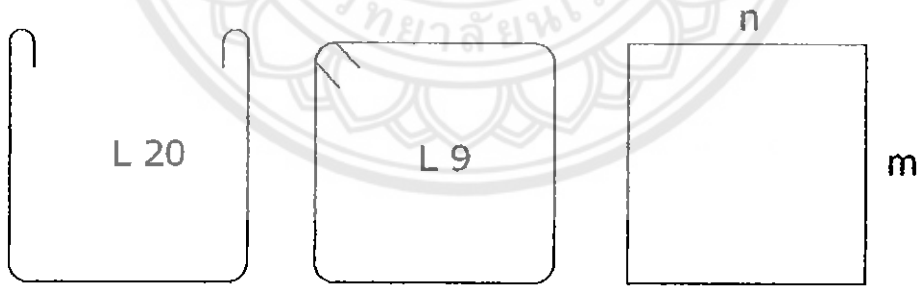
$$Af = 2 \times (2.00 \times 2.00) \times 0.35 = 2.8 \quad m^2$$

7. ดินถม

$$Vf = Vex - Vs - Vlc - Vc - Vco$$

$$= 11.232 - 0.288 - 0.24 - 1.4 - 0.24 = 9.064 \quad m^3$$

8. เหล็กเสริมฐานราก



เหล็กเสริม L 20 $= (n - 0.10) + 2(D - 0.15) + 2$ ขอ

$= (2.00 - 0.10) + 2(0.35 - 0.15) + 2(0.15)$

$= 1.9 + 0.4 + 0.3$

= 2.6 m / ท่อน

เนื่องจากฐานรากมีขนาดเท่ากันซึ่งใช้ด้านละ 6 ท่อน 2 ด้าน = 12 ท่อน

ใช้เหล็ก DB 20 L 20 = 32 เมตร

เหล็กปลอก L 9 = $[(m-0.10)+(n-0.10)]2+2$ ขอ

= $[(2.00-0.10)+(2.00-0.10)]\,2+2\,(0.05)$

= $(1.90+1.90)\,2+0.10$

= $(3.8\times 2)+0.10$

= 7.7 m / ท่อน

สรุปปริมาณงานฐานราก (มีทั้งหมด 48 ฐาน)

ดินขุด	(48×11.232)	=	$539.136\ m^3$
ดินถม	(48×9.064)	=	$435.072\ m^3$
ทราย	(48×0.288)	=	$13.824\ m^3$
คอนกรีตหยาบ	(48×0.24)	=	$11.52\ m^3$
คอนกรีตฐาน	(48×1.4)	=	$67.2\ m^3$
คอนกรีตเสาตอม่อ	(48×0.24)	=	$11.52\ m^3$
ไม้แบบ	(48×2.8)	=	$134.4\ m^2$
เหล็กเสริม DB 20	(48×32)	=	1536 m
RB 9	(48×7.7)	=	370 m

ปริมาณงานตอม่อ

1. ไม้แบบ

$Af = 2 \times (0.40 \times 0.40)(1.50 - 0.35) = 0.368 \ m^2$

2. คอนกรีต

$Vc = 0.40 \times 0.40 \times 1.50 = 0.24 \ m^3$

3. เหล็กเสริม

เหล็กยืน DB 16 $= (h - 0.10) + (m/2) - (b/2) + \text{ขอ}$

$= (1.85 - 0.10) + (2.00/2) - (0.4/2) + 0.10$

$= 1.75 + 1 - 0.2 + 0.1$

$= 2.65$ m / ท่อน

จำนวน = 8 ท่อน

DB 16 = $8 \times 2.65 = 21.2$ m ประมาณ 22 m

เหล็กปลอก RB 6 $= 2[(a - \text{ระยะหุ้ม} \times 2) + (b - \text{ระยะหุ้ม} \times 2)] \times 2 \text{ ขอ}$

$= 2[(0.40 - 0.025 \times 2) + (0.40 - 0.025 \times 2)] \times 2(0.05)$

$= 2[0.35 + 0.35] + 0.10$

$= 1.5$ m / ปลอก

เหล็กปลอก RB 6 $= [(h - 0.10) / \text{Spacing}] + 1$

$= [(1.85 - 0.10) / 0.25] + 1$

$= 8$ ปลอก

เหล็กปลอก RB 6 = 1.5 × 8 = 12 m

สรุปปริมาณงานตอม่อ (48 ตอม่อ)

ไม้แบบ = 48 × 0.368= 17.664 m^2

คอนกรีต = 48 × 0.24 = 11.52 m^3

เหล็กเสริม DB 16 = 48 × 22 = 1056 m

RB 6 = 48 × 12 = 576 m

ปริมาณงานเสา

1. ไม้แบบ

Af = [2 × (0.4 0× 6.95) + 2 × (0.40 × 6.95)]

= 11.12 m^2

= [2 × (0.4 0× 5.25) + 2 × (0.40 × 5.25)]

= 8.4 m^2

2. คอนกรีต

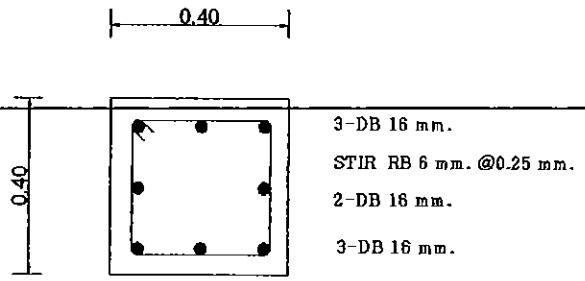
เสาสูง 6.95 เมตร หน้าตัด 0.40 × 0.40 เมตร มีจำนวน 9 ต้น

= (6.95 × 0.40 × 0.40) × 9 = 10.008 m^3

เสาสูง 5.25 เมตร หน้าตัด 0.40 × 0.40 เมตร มีจำนวน 24 ต้น

= (5.25 × 0.40 × 0.40) × 24 = 20.16 m^3

3. เหล็กเสริม เสา C1 0.40 (c) × 0.40 (j)



C1

เสารับหลังคา

ความยาวเหล็กยืน

เสาสูง 6.95 m จำนวน 9 ต้น = $8 \times 9 \times 6.95 = 500.4$ m

รวมใช้เหล็ก DB 16 = 500.4 m

ความยาวเหล็กปลอก

ความยาวเหล็กปลอก = $2[(c-0.05)+(j-0.05)]+2$ ขอ

$= 2[(0.40-0.05)+(0.40-0.05)]+2(0.05)$

$= 1.5$ m/ปลอก

คานยาวเสา 6.95 m(9 ต้น) ระยะเรียง 0.25 m ได้เหล็กปลอกทั้งหมด = 28 ปลอก

ได้ความยาวเหล็กปลอกของเสายาว 6.95 m = $1.5 \times 28 \times 9 = 378$ m

รวมใช้เหล็ก RB 6 ทั้งหมด = 378 m

ความยาวเหล็กยืน

เสาสูง 5.25 m จำนวน 24 ต้น = $8 \times 24 \times 5.25 = 1008$ m

รวมใช้เหล็ก DB 16 = 1008 m

ความยาวเหล็กปลอก

ความยาวเหล็กปลอก = 2 [(c – 0.05) + (j – 0.05)] + 2 ขอ

= 2 [(0.40 – 0.05) + (0.40 – 0.05)] + 2 (0.05)

= 1.5 m/ปลอก

คานยาวเสา 5.25 m(24 ต้น) ระยะเรียง 0.25 m ได้เหล็กปลอกทั้งหมด = 21 ตัว

ได้ความยาวเหล็กปลอกของเสายาว 5.25 m = 1.5 × 21 × 24 = 756 m

รวมใช้เหล็ก RB 6 ทั้งหมด = 756 m

สรุปปริมาณงานเสา (เสาสูง 6.95 m มี 9 ต้น เสาสูง 5.25 m มี 24 ต้น)

ไม้แบบ = เสาสูง 6.95 m ใช้ไม้แบบ 11.12 m^2

= 9 × 11.12 = 100.08 m^2

= เสาสูง 5.25 m ใช้ไม้แบบ 8.4 m^2

= 24 × 8.4 = 201.6 m^2

= 100.08 + 201.6 = 301.68 m^2

คอนกรีต

เสาสูง 6.95 เมตร หน้าตัด 0.40 × 0.40 เมตร มีจำนวน 9 ต้น

= (6.95 × 0.40 × 0.40) × 9 = 10.008 m^3

เสาสูง 5.25 เมตร หน้าตัด 0.40 × 0.40 เมตร มีจำนวน 24 ต้น

= (5.25 × 0.40 × 0.40) × 24 = 20.16 m^3

เหล็กเสริม

DB 16 = 500.4 + 1008 = 1508.4 m

RB 6 = 378 + 756 = 1134 m

ปริมาณงานคาน

กำหนดให้

C = ความกว้างคาน

J = ความลึกคาน

สัญลักษณ์คาน ความยาวคาน

B1	321	คาน B1 0.20(c) × 0.40(j)
B2	102	คาน B2 0.15(c) × 0.30(j)

B1

1. ไม้แบบ

Af = [0.20 + 2(0.40)] × 321

= 321 m^2

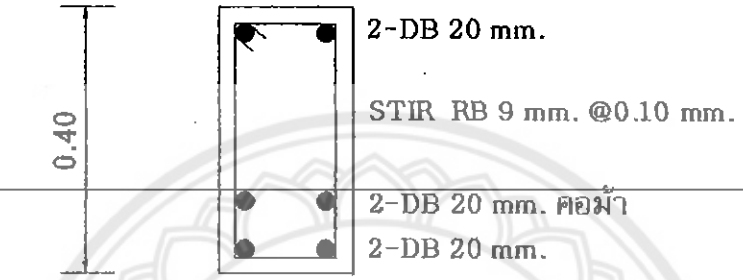
2. คอนกรีต

Vc = 0.20 × 0.40 × 321

= 25.68 m^3

3. เหล็กเสริม

คาน B1 0.2(c) × 0.4(j)



B1

<u>ความยาวเหล็กนอน</u>

คานมีความยาว 321 เมตร

เหล็กยาว = (321 × 4) + (321 × 2 × 1.10) = 1991 m

รวมใช้เหล็ก DB 20 ทั้งหมด = 1991 m

<u>ความยาวเหล็กปลอก</u>

ความยาวเหล็กปลอก = 2 [(c – 0.05) + (j – 0.05)] + 2 ขอ

= 2 [(0.2 – 0.05) + (0.4 – 0.05)] + 2 (0.05)

= 1.1 m/ปลอก

คานยาว 4 m (78 ตัว) ระยะเรียง 0.10 m ได้เหล็กปลอกทั้งหมด = 40 ปลอก

ได้ความยาวเหล็กปลอก 4 m = 1.1 × 40 × 78 = 3432 m

คานยาว 3 m (3 ตัว) ระยะเรียง 0.10 m ได้เหล็กปลอกทั้งหมด = 30 ปลอก

ได้ความยาวเหล็กปลอก 3 m = 1.1 × 30 × 3 = 99 m

รวมใช้เหล็ก RB 9 ทั้งหมด = 3432 + 99 = 3531 m

B2

1. ไม้แบบ

$$Af = [0.15 + 2(0.30)] \times 102$$

$$= 76.5 \quad m^2$$

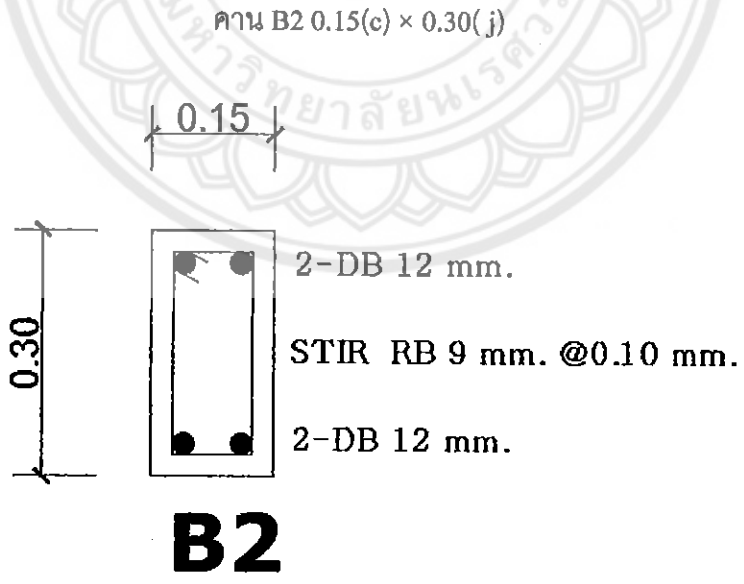
---

2. คอนกรีต

$$Vc = 0.15 \times 0.30 \times 102$$

$$= 4.59 \quad m^3$$

3. เหล็กเสริม



<u>ความยาวเหล็กนอน</u>

คานมีความยาว 102 m

เหล็กยาว = 102 × 4 = 408 m

รวมใช้เหล็ก DB 12 ทั้งหมด = 408 m

ความยาวเหล็กปลอก

ความยาวเหล็กปลอก = 2 [(c – 0.05) + (j – 0.05)] + 2 ขอ

= 2 [(0.15 – 0.05) + (0.30 – 0.05)] + 2 (0.05)

= 0.8 m/ปลอก

คานยาว 4 m (24 ตัว) ระยะเรียง 0.10 m ได้เหล็กปลอกทั้งหมด = 40 ปลอก

ได้ความยาวเหล็กปลอก 4 m = 0.8 × 40 × 24 = 768 m

คานยาว 3 m (2 ตัว) ระยะเรียง 0.10 m ได้เหล็กปลอกทั้งหมด = 30 ปลอก

ได้ความยาวเหล็กปลอก 3 m = 0.8 × 30 × 2 = 48 m

รวมใช้เหล็ก RB 9 ทั้งหมด = 768 + 48 = 816 m

สรุปปริมาณงานในคาน

ไม้แบบ = 321 + 76.5 = 397.5 m^2

คอนกรีต = 25.68 + 4.59 = 30.27 m^3

เหล็ก DB 20 = 1991 m

DB 12 = 408 m

RB 9 = 3531 + 816 = 4347 m

ปริมาณงานพื้น

1. พื้นสำเร็จรูปชนิดกลวง หนา 10 ซ.ม. LL 400 กก./ตร.ม.(ราคาต่อตารางเมตร)

ห้องขนาด 4 m × 4 m = 16 m^2 มีทั้งหมด 32 ห้อง

มีพื้นที่ทั้งหมด = 16 × 32 = 512 m^2

ห้องขนาด 3 m × 4 m = 12 m^2 มีทั้งหมด 2 ห้อง

มีพื้นที่ทั้งหมด = 12 ×2 = 24 m^2

รวม = 512 + 24 = 536 m^2

2. ไม้แบบข้าง

แบบข้าง = 110 × 0.18 = 19.8 cm^2

3. คอนกรีต

คอนกรีต = 536 × 0.05 = 26.8 m^2

4. เหล็กตะแกรง

คิดระยะ Overlap = 20%

ดังนั้นใช้งาน = 80%

ปริมาณเหล็กตะแกรง = 536 × 1.2 = 643.2 m^2

ปริมาณงานกระเบื้องปูพื้น

พื้นที่ในตัวอาคาร 32 ช่อง = (4 × 4) × 32 = 512 m^2

พื้นที่มุกหน้า 2 ช่อง = (3 × 4) × 2 = 24 m^2

ใช้กระเบื้องทั้งหมด = 512 + 24 = 536 m^2

ปริมาณบัวเชิงผนัง

ความยาวที่ต้องติดบัวเชิงผนังเท่ากับ 88 เมตร (มีความกว้าง 0.10 เมตร)

ปริมาณงานคอนกรีตจากพื้นรอบอาคาร

พื้นด้านข้างมีพื้นที่ยาว 23.05 เมตร กว้าง 1.30 เมตร เทคอนกรีตหนา 0.1 เมตร มี 2 ด้าน

มีปริมาณคอนกรีต = $(23.05 \times 1.30 \times 0.1) \times 2$ = 5.993 m^3

พื้นด้านหน้ามีพื้นที่ยาว 2.20 เมตร กว้าง 32.40 เมตร เทคอนกรีตหนา 0.1 เมตร

มีปริมาณคอนกรีต = $2.20 \times 32.40 \times 0.1$ = 7.128 m^3

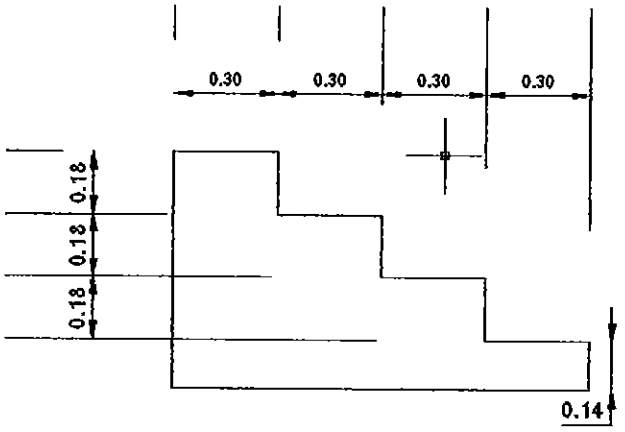
พื้นด้านหลังมีพื้นที่ยาว 1.45 เมตร กว้าง 32.40 เมตร เทคอนกรีตหนา 0.1 เมตร

มีปริมาณคอนกรีต = $1.45 \times 32.40 \times 0.1$ = 4.698 m^3

มีปริมาณคอนกรีตจากพื้นรอบอาคารทั้งหมด = 17.82 m^3

ปริมาณงานบันได

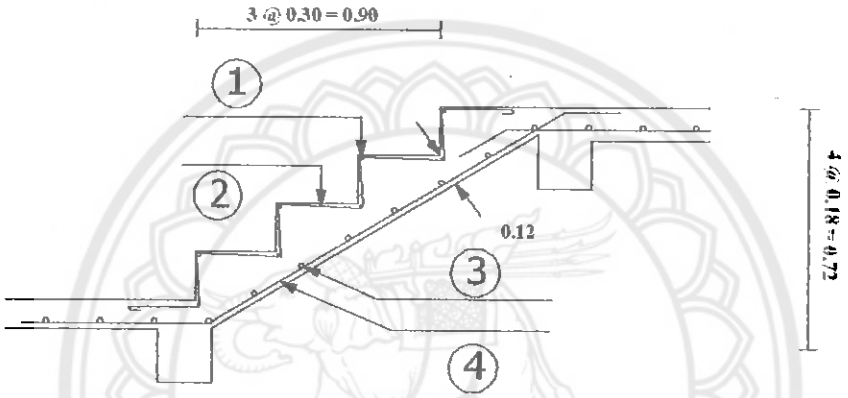
1. **คอนกรีต**จากบันได



มีพื้นที่ทั้งหมด ((0.68 × 0.30)+(0.5 × 0.30)+(0.32 × 0.30)+(0.14 × 0.30)) × 7.60 = 3.7392 m^3

มีปริมาณคอนกรีตจากบันไดทั้งหมด = 3.74 m^3

2. เหล็กในบันได



1. เหล็ก RB 6 ตามความยาวของบันไดยาว 7.6 m

ใช้เหล็ก RB 6 เท่ากับ 8 ท่อน = 8 × 7.6 = 60.8 m

2. เหล็ก RB 6 มี Spacing 0.20 m บันไดยาว 7.6 m = 7.6 / 0.20 = 38 ท่อน

มี 38 ท่อน แต่ละท่อนยาว 2.62 m = 38 × 2.62 = 99.56 m

3. เหล็ก RB 9 ความยาวของบันไดยาว 7.6 m

ใช้เหล็ก RB 9 = 14 ท่อน = 14 × 7.6 = 106.4 m

4. เหล็ก RB 9 มี Spacing 0.10 m บันไดยาว 7.6 = 7.6 / 0.10 = 76 ท่อน

มี 76 ท่อน แต่ละท่อนยาว 3.37 m = 76 × 3.37 = 256.12 m

รวมบันไดใช้เหล็กทั้งหมด

RB 6 = 60.8 + 99.56 = 160.36 m

RB 9 = 106.4 + 256.12 = 362.52 m

3. ไม้แบบ

ลูกตั้ง	(7.6 × 0.18) × 4	=	5.47 m^2
ท้องเรียบ	7.6 × 1.40	=	10.64 m^2
รวม		=	16.11 m^2

ปริมาณกระจก

หน้าต่าง 21 ชุด

ปริมาณประตูเหล็กม้วน

ใช้บานทึบ แบบเลื่อน และลอนคู่	=	7.6 × 4 =	30.4	m^2
ใช้เสากลางแบ่งประตู	=	4	ต้น	
ใช้ฝากล่องหุ้มแผ่นประตู	=	8	เมตร	

ปริมาณงานผนัง (อิฐมอญครึ่งแผ่น)

พื้นที่ผนัง 1 ช่อง มีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 4 เมตร = 4 × 4 = 16 m^2

พื้นที่หน้าต่าง มีขนาดกว้าง 2.05 เมตร ยาว 2.40 เมตร = 2.05 × 2.40 = 4.92 m^2

พื้นที่ช่องเปิดด้านล่าง กว้าง 0.52 เมตร ยาว 2.94 เมตร = 0.52 × 2.92= 1.52 m^2

มีพื้นที่ผนัง 1 ช่อง = 16 – (4.92 + 1.52)= 9.56 m^2

จำนวนผนังมี 21 ช่อง = 9.56 × 21 = 200.79 m^2

พื้นที่ผนังทึบไม่มีช่องเปิด = 4 × 4 = 16 m^2

รวมพื้นที่ก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นทั้งหมด = 200.79 + 16 = 216.79 m^2

ปริมาณทาสี

พื้นที่ผนัง 1 ช่อง มีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 4 เมตร = 4 × 4 = 16 m^2

พื้นที่หน้าต่าง มีขนาดกว้าง 2.05 เมตร ยาว 2.40 เมตร = 2.05 × 2.40= 4.92 m^2

พื้นที่ช่องเปิดด้านล่าง กว้าง 0.52 เมตร ยาว 2.94 เมตร = 0.52 × 2.92= 1.52 m^2

มีพื้นที่ผนัง 1 ช่อง = 16 – (4.92 + 1.52) = 9.56 m^2

มี 2 ด้าน = 9.56 × 2 = 19.12 m^2

จำนวนผนังมี 21 ช่อง = 19.12 × 21 = 401.52 m^2

พื้นที่ผนังทึบไม่มีช่องเปิด = 4 × 4 = 16 m^2

มี 2 ด้าน = 16 × 2 = 32 m^2

รวมพื้นที่ทาสีทั้งหมด = 401.52 + 32 = 433.52 m^2

ปริมาณงานฝ้า

พื้นที่ฝ้าในตัวอาคาร 32 ช่อง = (4 × 4) × 32 = 512 m^3

พื้นที่ฝ้ามุกหน้า 2 ช่อง = (3 × 4) × 2 = 24 m^3

ใช้ฝ้าทั้งหมด = 512 + 24 = 536 m^3

ปริมาณงานหลังคา

ปริมาณแป

แปชั้นบน C 125 × 50 × 20 × 3.2 mm

= (24×8×2) + [(1.00+0.35)/2×8×2×2] + [(24.7+35.03)/2×7×2] + [(8+11)/2×7×2]

+ [(5.00+3.25)/2×4×2] + [(3.25+4.67)/2×3×2] + [(5.8+11)/2] ×4

ใช้แปยาว = 1103.07 m

× 1.1 เพื่อกันเหล็กไม่พอ = 1213.377 m

แต่ละท่อนยาว 6 m = 1213.377 / 6 = 203 ท่อน

ปริมาณจันทัน สันตะเข่

เหล็กกลวง □ 100 × 50 × 3.2 mm

=[(6.58×5) + (4.27+1.83)×2×2] ×2 + [(3.70×4) ×2] + [(3.17×3) ×2] + [(2.08×3) ×2] + (3.17×3)

ใช้จันทันยาว = 382.61 m

× 1.1 เพื่อกันเหล็กไม่พอ = 420.871 m

แต่ละท่อนยาว 6 m = 420.871 / 6 = 71 ท่อน

ปริมาณอะเส

ใช้ *[125 x 60 x 6 x 8 mm.* ใช้ *96 m.*

ปริมาณเหล็กโครง TRUSS

เหล็กโครงหลังคา

เหล็กT1 เหล็ก ∅ 60.5 x 3.2 mm ใช้ 74.94 + 79.16 = 154.1 m

เหล็กT1 มี 7 โครง = 154.1 x 7 = 1078.7 m

เหล็กT2 เหล็ก ∅ 60.5 x 3.2 mm ใช้ 16.38 m

เหล็กT2 มี 12 โครง = 16.38 x 12 = 196.56 m

เหล็กT3 เหล็ก ∅ 60.5 x 3.2 mm ใช้ 20.24 m

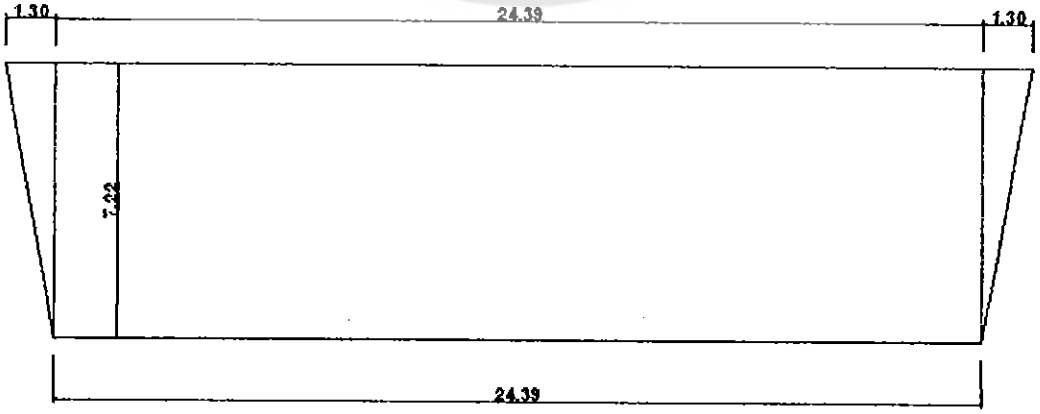
เหล็กT3 มี 18 โครง = 364.32 x 18 = 364.32 m

ใช้เหล็ก 1078.7 + 196.56 + 364.32 = 1639.58 m

× 1.1 เพื่อกันเหล็กไม่พอ = 1803.538 m

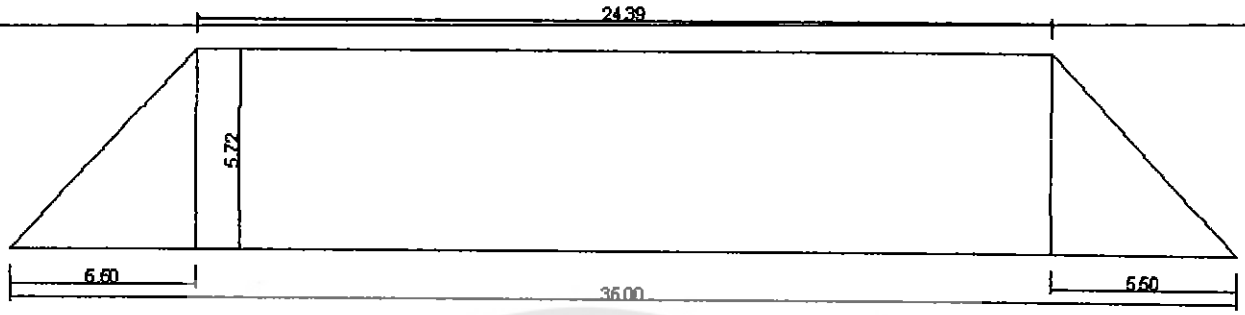
แต่ละท่อนยาว 6 m = 301 ท่อน

ปริมาณงานกระเบื้องมุงหลังคาลอนคู่



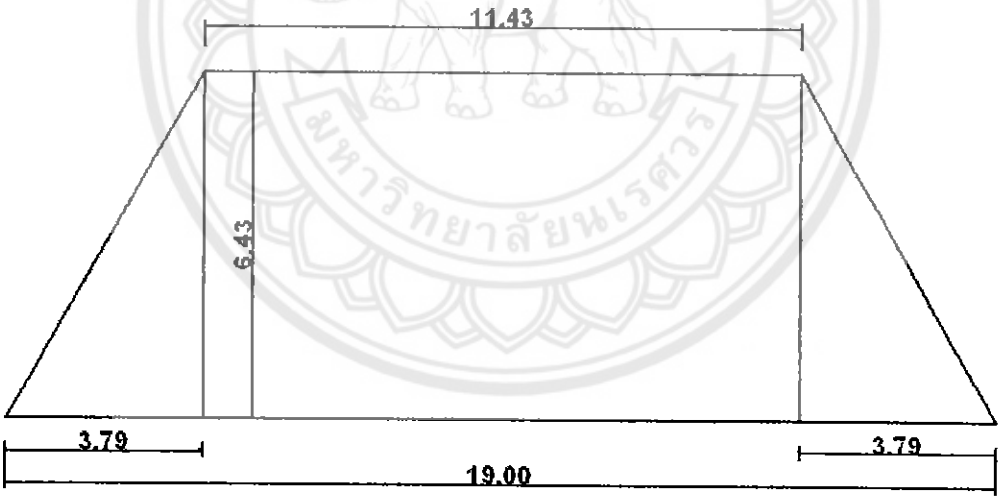
พื้นที่สี่เหลี่ยมมี 2 ด้าน = 24.39 × 7.22 × 2 = 352.1916 m^2

พื้นที่สามเหลี่ยม 4 ส่วน = 1 / 2 × 1.30 × 7.22 × 4 = 18.772 m^2



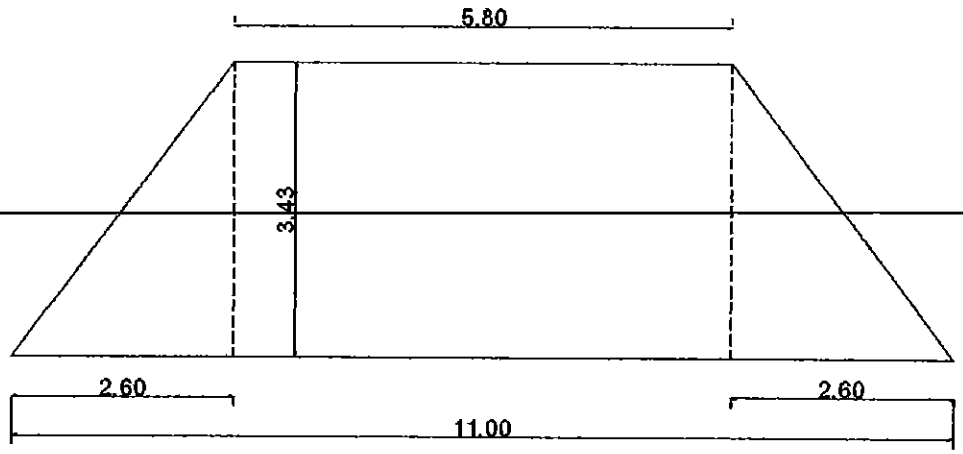
พื้นที่สี่เหลี่ยมมี 2 ด้าน = 24.39 × 5.72 × 2 = 279.0216 m^2

พื้นที่สามเหลี่ยม 4 ส่วน = 1 / 2 × 5.5 × 5.72 × 4 = 62.92 m^2



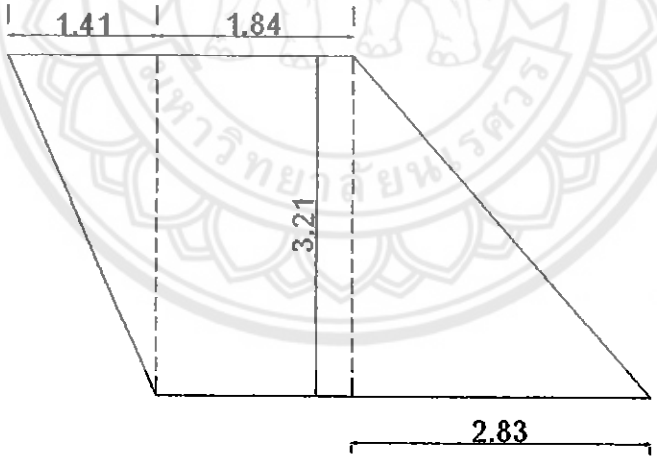
พื้นที่สี่เหลี่ยมมี 2 ด้าน = 11.43 × 6.43 × 2 = 146.9898 m^2

พื้นที่สามเหลี่ยม 4 ส่วน = 1 / 2 × 3.79 × 6.43 × 4 = 48.7394 m^2



พื้นที่สี่เหลี่ยม = 5.8 × 3.43 = 19.894 m^2

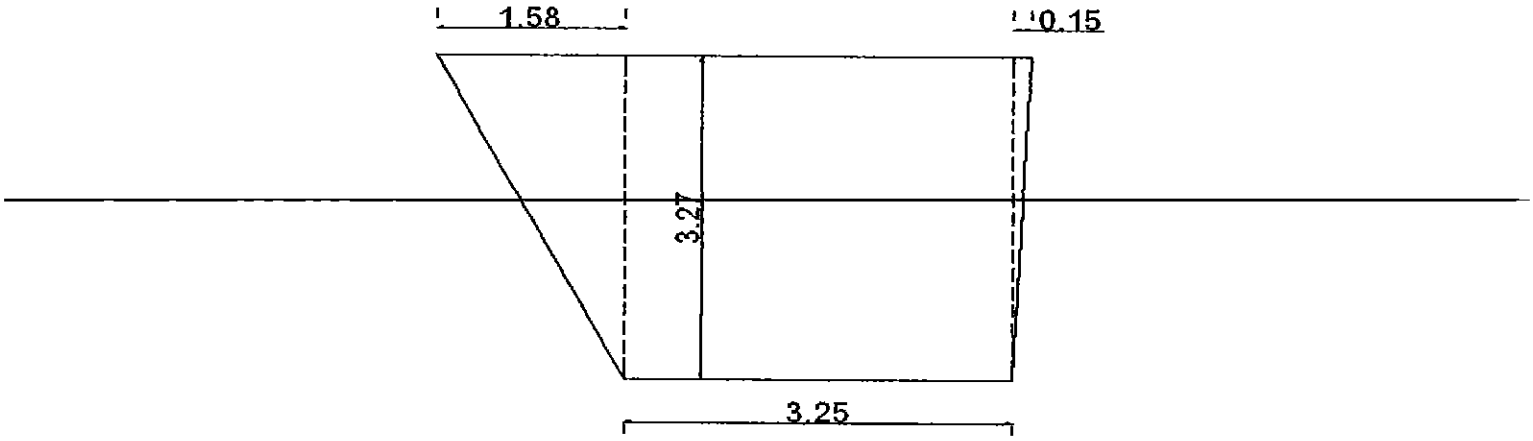
พื้นที่สามเหลี่ยม = (1 / 2 × 2.6 × 3.43) × 2 = 8.918 m^2



พื้นที่สี่เหลี่ยมมี 2 ด้าน = 3.21 × 1.84 × 2 = 11.8128 m^2

พื้นที่สามเหลี่ยม(1) 2 ส่วน = 1 / 2 × 1.41 × 3.21 × 2 = 4.5261 m^2

พื้นที่สามเหลี่ยม(2) 2 ส่วน = 1 / 2 × 2.83 × 3.21 × 2 = 9.0843 m^2



พื้นที่สี่เหลี่ยมมี 2 ด้าน = 3.25 × 3.27 × 2 = 21.255 m^2

พื้นที่สามเหลี่ยม(1) 2 ส่วน = 1 / 2 × 1.58 × 3.27 × 2 = 5.1666 m^2

พื้นที่สามเหลี่ยม(2) 2 ส่วน = 1 / 2 × 0.15 × 3.27 × 2 = 0.4905 m^2

รวมพื้นที่ทั้งหมด

352.1916+18.772+279.0216+62.92+146.9898+48.7394+19.894+8.918+11.8128+4.5261+9.0843 +21.255+5.1666+0.4905 = 969.053 m^2

ใช้กระเบื้องทั้งหมด = 969.053 m^2

1 m^2 ใช้กระเบื้อง 2.25 แผ่น

ดั้งนั้นใช้กระเบื้องทั้งหมด 969.053 × 2.25 = 2180 ประมาณ 2200 แผ่น

ครอบตะเฆ่กระเบื้องลอนคู่ [(9.5×4) +(7.64×2) +(4.65×2)]/0.45 = 140 แผ่น

ครอบสันโค้งกระเบื้องลอนคู่ (26.6/0.45) +(4.87/0.45) = 71 แผ่น

ปริมาณไม้เชิงชาย

ความยาวที่ติดตั้งไม้เชิงชาย = 179 m ใช้ไม้เนื้อแข็ง 1" × 8"

ปริมาณไม้ปิดเชิงชาย

ความยาวที่ติดตั้งไม้ปิดเชิงชาย = 179 m ใช้ไม้เนื้อแข็ง 3/4" × 8"

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการสำรวจสถานที่ก่อสร้าง

รูปที่ 1 รูปถ่ายร่วมกับเจ้าของโครงการหลังจากสอบถามความต้องการเกี่ยวกับสิ่งก่อสร้าง

รูปที่ 2 ภาพถ่ายสมาชิกทั้งหมดที่ได้ร่วมทำโครงงานทางวิศวกรรมเกี่ยวกับการประเมินราคาและออกแบบกับเจ้าของโครงการ

รูปที่ 3 ภาพการเดินสำรวจพื้นที่บริเวณที่จะทำการก่อสร้างสถานปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา

รูปที่ 4 ภาพการสำรวจทางเข้าบริเวณทำการก่อสร้าง

รูปที่ 5 ภาพบริเวณทำการก่อสร้างสถานปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา

รูปที่ 6 ภาพบริเวณทำการก่อสร้างสถานปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา

รูปที่ 7 ภาพบริเวณทำการก่อสร้างสถานปฏิบัติโพธิธรรมภาวนา

บรรณานุกรม

1 วินิต ช่อวิเชียร , ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬารงกรณ์มหาวิทยาลัย พฤศจิกายน (2539) การออกแบบโครงสร้างเหล็ก

2 มนัส อนุศิริ , การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก - กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2549

3 สถาพร โภคา , การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก -- กรุงเทพฯ : ไลบรารี่ นาย , 2544

4 คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา (2534) , มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง , แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2 , สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

5 Braja M. Das , Principles of Foundation Engineering, Sixth Edition, International Student Edition.

6 http://design.nbec.go.th/Pprice53/priceHW53.html (ราคาวัสดุกลาง ปี 2553)

7 http://www.sdhabhon.com/RCDesign.html

8 http://www.sut2.sut.ac.th/SUTStructor/

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายคันศร บุญยก

ภูมิลำเนา 46 หมู่ 4 ต. ซับพุทรา อ. ชนแดน จ. เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเซนโยเซฟศรีเพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ นายธงชัย สุขหล่อ

ภูมิลำเนา 128 หมู่ 7 ต. แม่ปะ อ. แม่สอด จ. ตาก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสรรพวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ นายยุทธนา บัวสิงห์คำ

ภูมิลำเนา 15 หมู่ 10 ต. บ้านพร้าว อ. นครไทย จ. พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนวัดจันทร์วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ นายชัยเชษฐ์ พานมั่ง

ภูมิลำเนา 23/1หมู่ 4 ต.ศรีสัชนาลัย อ. ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก