กรณีศึกษาในการนำโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศทางอาคารมาใช้ในการประมาณราคาส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

A CASE STUDY OF THE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) APPLICATION IN ELECTRICAL AND COMMUNICATION SYSTEMS ESTIMATION

เกียรติศักดิ์ ทองอ่อน
KIATTISAK TONGON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560
KMITL-2017-EN-M-020-164

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กรณีศึกษาในการนำโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศทางอาคารมาใช้ในการประมาณราคาส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

A CASE STUDY OF THE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) APPLICATION IN ELECTRICAL AND COMMUNICATION SYSTEMS ESTIMATION

T148763

เกียรติศักดิ์ ทองอ่อน
KIATTISAK TONGON

b.00267096
ว.ทม.
เลขทะเบียน 148763
วัน เดือน ปี 23 ม.ค. 2561

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2560
KMITL-2017-EN-M-020-164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A CASE STUDY OF THE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) APPLICATION IN ELECTRICAL AND COMMUNICATION SYSTEMS ESTIMATION

KIATTISAK TONGON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2017

KMITL-2017-EN-M-020-164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2017
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ กรณีศึกษาในการนำโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศทางอาคารมาใช้ในการประมาณราคาส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

Thesis Title A Case Study of the Building Information Modeling (BIM) Application in Electrical and Communication Systems Estimation

นักศึกษา นายเกียรติศักดิ์ ทองอ่อน

รหัสประจำตัว 57601117

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2017-EN-M-020-164

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.กีรติ	ชยะกุลศีรี	
รศ.ดร.สมชาติ	จิริวิภากร	
ผศ.ดร.ชาย	ชมภูอินไหว	
ดร.เปี่ยมภูมิ	สฤกพฤกษ์	
ผศ.ดร.เชาว์	ชมภูอินไหว	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 เวลา 15.00-17.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 3

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	กรณีศึกษาในการนำโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศทางอาคารมาใช้ในการประมาณราคาส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
นักศึกษา	นายเกียรติศักดิ์ ทองอ่อน
รหัสประจำตัว	57601117
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว

บทคัดย่อ

ต้นทุนการก่อสร้างเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการตัดสินใจในการลงทุนก่อสร้างของเจ้าของโครงการ ปัจจุบันวัสดุก่อสร้างและราคาค่าแรงงานฝีมือดีมีราคาสูงขึ้นทำให้ต้นทุนในการก่อสร้างสูงตามขึ้นไปด้วย การประมาณราคาวัสดุและค่าแรงจึงมีบทบาทสำคัญถ้าหากสามารถถอดจำนวนให้ใกล้เคียงกับที่ใช้ในการก่อสร้างจริงได้มากที่สุด การประมาณราคาเพื่อสะท้อนต้นทุนการก่อสร้างของส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ปัจจุบันยังมีความต้องการในการใช้แรงงานคนอยู่ ทำให้มีหลายปัจจัยที่อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนทั้งในแง่ของปริมาณและราคาของงานที่เกี่ยวข้อง วิทยานิพนธ์นี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยพัฒนาคุณภาพของการประมาณราคา และความสมบูรณ์ของการทำแบบก่อสร้าง เทคโนโลยีดังกล่าวเรียกว่าแบบจำลองสารสนเทศทางอาคาร (Building Information Modeling : BIM) โดยการสร้างแบบจำลอง 3 มิติอาคารจากแบบก่อสร้างจริงและมีการบันทึกข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องลงไปผนวกกับการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไปเพื่อให้สามารถนำข้อมูลต่างๆมาใช้ในการถอดปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าและสื่อสารเพื่อนำมาทำเป็นบัญชีรายการวัสดุและค่าแรง (Bill of quantity : BOQ) ที่ถูกต้องใกล้เคียงกับงานก่อสร้างจริงมากที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้พบว่าการเขียนแบบและถอดปริมาณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปริมาณท่อของระบบไฟฟ้าและสื่อสาร มีปริมาณน้อยกว่าการใช้กำลังคนถอดปริมาณแบบดั้งเดิมเป็นผลให้ราคางานท่อลดลงประมาณ 12 เปอร์เซ็น ส่วนการถอดปริมาณอุปกรณ์ทั้งสองวิธีได้จำนวนที่ใกล้เคียงกันมากแตกต่างกันเพียงประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณสายไฟจะไม่สามารถถอดอัตโนมัติด้วยโปรแกรมได้ต้องใช้ข้อมูลปริมาณท่อที่ถอดด้วยโปรแกรมโดยอัตโนมัติมาคำนวณปริมาณสายตามแบบในภายหลัง หลังจากดำเนินการพบว่าปริมาณสายที่ถอดด้วยคนแบบดั้งเดิมมีมูลค่าน้อยกว่าถอดด้วยโปรแกรมประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ภาพรวมของต้นทุนการก่อสร้างลดลง กล่าวโดยสรุปการนำเทคโนโลยี BIM มาประยุกต์ใช้สำหรับการประมาณราคาระบบไฟฟ้าและสื่อสารจะช่วยลดปัญหาความคลาดเคลื่อนในการถอดแบบโดยคนและจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประมาณราคาให้ถูกต้องและแม่นยำขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	A case study of the building information modeling (BIM) application in electrical and communication systems estimation
Student	Mr. Kiattisak Tongon
Student ID.	57601117
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical Engineering
Year	2017
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Chow Chompoo-Inwai

ABSTRACT

Cost of construction is an important deciding factor for construction investment for project owners. Nowadays, construction materials and skilled workers costs have increased result in the higher cost of construction. Materials cost and wages estimations will be crucial if they can be estimated as near as the actual cost. Cost estimation is to reflect the electrical and communication system cost. Right now, labors are still in – demand so there are many factors that will cause system estimation to error. This thesis uses Building Information Modeling (BIM), a computer technology, to improve the quality of cost estimations and to perfect the construction models. The BIM creates three – dimentional model from the actual construction, inputs and connects all related data and uses them to estimate the quantity of electrical and communication systems estimation in order to create the Bill of Quantity (BOQ) and to make it the most correct and nearest to the construction model. The result shows that with the use of BIM, the quantity of electrical and communication conduits are lesser than using manpower, lowering the conduit costs for 12%. The differences both methods of estimation are only about 1%. As for the electrical wires estimation, it cannot be estimated automatically by the BIM. It needs conduit quantity for another application to calculate for electrical wires quantity later. After the procedure, manually estimate the conduit quantity has lesser than using the BIM about 2% result in decreasing the overall cost of construction. In conclusion, using the BIM application in electrical and communication systems estimation helps decrease the error of the manually estimating and improves the cost estimation efficiency and accuracy.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคุณ นพพล อ่อนจำปี ในการให้คำชี้แนะการใช้โปรแกรม Autodesk revit

ขอขอบคุณน้อง ๆ ในห้องปฏิบัติการทุกคน

สุดท้ายต้องขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้า ที่เป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่งตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

เกียรติศักดิ์ ทองอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VIII

สารบัญตาราง XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 สมมติฐานของงานวิจัย 2

1.5 ขั้นตอนของงานวิจัย 2

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีเกี่ยวข้อง 3

2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature Review) 3

2.2 Building Information Modeling (BIM) 4

2.2.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 4

2.2.2 ความหมายและแนวคิด 5

2.2.3 หลักการทำงาน 6

2.2.4 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการใช้ Building Information Modeling (BIM) 6

2.3 การออกแบบระบบไฟฟ้า 7

2.3.1 หลักการเบื้องต้น 7

2.3.2 ท่อสาย (Raceways) 7

2.3.2.1 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit) 8

2.3.2.2 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) 10

2.3.2.3 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) 10

2.3.3 รางเดินสาย (Wireways) 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.3.4 เครื่องประกอบ (Fittings) 13
2.3.4.1 กล่องไฟฟ้า (Boxes) 13
2.3.4.2 กล่องดึงสาย (Pull Boxes) 14
2.4 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 16
2.5 ทฤษฎีการประมาณราคา 19
2.5.1 ข้อกำหนดทั่วไป 21
2.5.1.1 การวัดระยะ การคำนวณ และการคิดเลขทางคณิตศาสตร์ 21
2.5.1.2 การแปลงหน่วยโดยคิดเลขตามหลักคณิตศาสตร์ 21
2.5.1.3 การคิดพื้นที่ 22
2.5.2 ขั้นตอนการประมาณราคา (System estimation procedure) 23
2.5.3 ตัวอย่างการประมาณราคา 24
2.5.3.1 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบแสงสว่าง 24
2.5.3.2 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบโทรศัพท์ 29
2.5.3.3 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบคอมพิวเตอร์ 32
2.5.3.4 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 34
2.5.3.5 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม 36
2.5.4 สรุปขั้นตอนการประมาณราคา 38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 39
3.1 เครื่องมือสำหรับงานวิจัย 39
3.2 อาคารที่จะนำมาใช้เป็นกรณีศึกษา 40
3.2.1 รายละเอียดอาคารที่นำมาศึกษา 40
3.2.2 แบบการก่อสร้างจริง (As built drawing) 41
3.2.2.1 แบบการก่อสร้างจริงงานสถาปัตยกรรม (Architectural As built drawing) 41
3.2.2.2 แบบการก่อสร้างจริงงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร (Electrical and communication As built drawing) 41
3.2.3 ปริมาณรายการวัสดุ (Bill of quantity) 42
3.2.4 ข้อกำหนดเฉพาะงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 45
3.3 การวางแผนในการวิจัย 46
3.4 ระยะเวลาในการวิจัย 47
3.4.1 ใช้คนทำแบบและถอดปริมาณประมาณราคาแบบดั้งเดิม 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.4.2 ใช้โปรแกรม Autodesk Revit 47

3.5 วิธีดำเนินการวิจัย 48

3.5.1 การสร้างแบบจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรม Autodesk revit 48

3.5.1.1 การสร้างแบบสถาปัตยกรรม 48

3.5.1.2 การสร้างแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 61

3.5.2 วิธีการประมาณราคาระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 74

3.5.2.1 การถอดปริมาณด้วยโปรแกรม Autodesk Revit 74

3.5.2.2 การถอดปริมาณโดยใช้คนแบบดั้งเดิม 77

บทที่ 4 ผลการวิจัย 81

4.1 ผลการสร้างแบบจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรม Autodesk revit 81

4.1.1 ผลการสร้างแบบสถาปัตยกรรม 82

4.1.1.1 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 1 82

4.1.1.2 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 2 83

4.1.1.3 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 3 84

4.1.1.4 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 4 85

4.1.1.5 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 5 86

4.1.1.6 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 6-22 87

4.1.2 ผลการสร้างแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 91

4.1.2.1 ผลการสร้างแบบระบบแสงสว่าง 91

4.1.2.2 ผลการสร้างแบบระบบเต้ารับ Power, Computer,Telephone และ MATV 96

4.1.2.3 ผลการสร้างแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 99

4.1.2.4 ผลการสร้างแบบระบบไฟฟ้าทุกระบบ 100

4.2 ผลการประมาณราคาระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 108

4.2.1 ผลการถอดปริมาณด้วยโปรแกรม Autodesk Revit 108

4.2.1.1 ผลการถอดปริมาณท่อ 108

4.2.1.2 ผลการถอดปริมาณสาย 108

4.2.1.3 ผลการถอดปริมาณอุปกรณ์ 109

4.2.2 ผลการถอดปริมาณ ท่อ, สายและอุปกรณ์ด้วยคนแบบดั้งเดิม 110

4.2.3 ผลการเปรียบเทียบการประมาณราคาด้วยวิธีใช้โปรแกรมและวิธีใช้คนแบบดั้งเดิม 114

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแบบ 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัย 117

5.1 การวิเคราะห์ผลและสรุปผลงานวิจัย กรณีศึกษา อาคารหอพัก 22 ชั้น 117

5.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างใช้โปรแกรมและใช้คนทำแบบดั้งเดิม 117

5.1.1.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและกำลัง 117

5.1.1.2 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 117

5.1.1.3 ระบบโทรทัศน์รวม 117

5.1.1.4 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด 118

5.1.1.5 ระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ 118

5.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณสายระบบไฟฟ้า 118

5.1.2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและกำลัง 118

5.1.2.2 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 119

5.1.2.3 ระบบโทรทัศน์รวม 119

5.1.2.4 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด 119

5.1.2.5 ระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ 119

5.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า 119

5.1.3.1. ระบบแสงสว่าง 119

5.1.3.2. ระบบไฟฟ้ากำลัง 119

5.1.3.3. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 120

5.1.3.4. ระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์ 120

5.1.3.5. ระบบโทรทัศน์รวม 120

5.1.4 สรุปผลการวิจัย 120

5.2 ข้อเสนอแนะ 121

เอกสารอ้างอิง 122

ภาคผนวก (APPENDIX) 124

ภาคผนวก ก บทความวิจัย 124

ภาคผนวก ข AS-BUILT DRAWING 134

ภาคผนวก ค ข้อมูลการประมาณราคาอาคารกรณีศึกษา 135

ประวัติผู้เขียน 140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 ท่อโลหะชนิดต่างๆ 8
รูปที่ 2.2 บุชชิ่ง (Bushing) 8
รูปที่ 2.3 มุมดัดโค้งท่อระหว่างจุดดึงสาย 9
รูปที่ 2.4 การติดตั้งท่อและระยะตัวจับยึดท่อ 9
รูปที่ 2.5 การต่อสาย 9
รูปที่ 2.6 การต่อท่อ RMC 10
รูปที่ 2.7 รางเดินสาย 11
รูปที่ 2.8 กล่องไฟฟ้า (Boxes) 13
รูปที่ 2.9 กล่องดึงตรง 14
รูปที่ 2.10 กล่องดึงมุม 14
รูปที่ 2.11 เครื่องประกอบท่อร้อยสาย 15
รูปที่ 2.12 รูปโคมไฟชนิดต่างๆ 24
รูปที่ 3.1 โปรแกรม Autodesk Revit MEP 2015 39
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแปลนงานสถาปัตยกรรมชั้นที่ 1 41
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างแปลนงานระบบแสงสว่างชั้นที่ 6-21 42
รูปที่ 3.4 การประมาณราคางานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 43
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างบัญชีราคาวัสดุและค่าแรง (BOQ) งานท่อไฟฟ้าและสื่อสาร 44
รูปที่ 3.6 BIM flowchart 46
รูปที่ 3.7 แปลนพื้นชั้นที่ 1 ส่วนที่ 1 49
รูปที่ 3.8 แปลนพื้นชั้นที่ 1 ส่วนที่ 2 50
รูปที่ 3.9 การสร้างงานใหม่ (New project) 51
รูปที่ 3.10 การสร้าง Gridline 52
รูปที่ 3.11 การสร้างผนัง 55
รูปที่ 3.12 การกำหนดรายละเอียดผนัง 55
รูปที่ 3.13 การเขียนแบบพื้นชั้นที่ 1 56
รูปที่ 3.14 การเขียนแบบเสาและผนังชั้นที่ 1 56
รูปที่ 3.15 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 2 57
รูปที่ 3.16 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 3 58
รูปที่ 3.17 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 4 59
รูปที่ 3.18 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 5 60
รูปที่ 3.19 แปลนชั้น 6-22 61
รูปที่ 3.20 การสร้างงานใหม่ 62
รูปที่ 3.21 ส่วนแสดงสำหรับเขียนแบบระบบไฟฟ้า 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.22 วิธี Import ไฟล์สถาปัตยกรรม....63
รูปที่ 3.23 วิธี Import ไฟล์สถาปัตยกรรม (ต่อ)....63
รูปที่ 3.24 การวางตำแหน่งโคมไฟฟ้า....64
รูปที่ 3.25 การวางตำแหน่งโคมไฟฟ้าในห้องพัก TYPE 1BR....65
รูปที่ 3.26 การวางตำแหน่งโคมไฟฟ้าในห้องพัก TYPE 1BR (ต่อ)....65
รูปที่ 3.27 แบบก่อสร้างระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องพัก TYPE 1BR....66
รูปที่ 3.28 ใส่รายละเอียดท่อระบบไฟฟ้าแสงสว่าง....67
รูปที่ 3.29 ใส่รายละเอียดเต้ารับ....68
รูปที่ 3.30 การวางตำแหน่งเต้ารับ....69
รูปที่ 3.31 การเขียนระดับความสูงตำแหน่งเต้ารับไฟฟ้าในห้องพัก....69
รูปที่ 3.32 แบบก่อสร้างระบบไฟฟ้าเต้ารับห้องพัก TYPE 1BR....70
รูปที่ 3.33 ใส่รายละเอียดท่อระบบไฟฟ้ากำลัง....71
รูปที่ 3.34 การใส่รายละเอียดอุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้....72
รูปที่ 3.35 แปลนการวางตำแหน่งอุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้....73
รูปที่ 3.36 รูปตัดการวางตำแหน่งอุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้....73
รูปที่ 3.37 ใส่รายละเอียดท่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้....74
รูปที่ 3.38 การสร้างตารางรายละเอียดท่อไฟฟ้า....75
รูปที่ 3.39 การเลือกข้อมูลในการแสดงผล....76
รูปที่ 3.40 การเลือก Sorting / Grouping....76
รูปที่ 3.41 การสร้างตารางรายละเอียดท่อไฟฟ้า....77
รูปที่ 3.43 ตารางสำหรับถอดอุปกรณ์....80
รูปที่ 4.1 แปลนโครงสร้างและสถาปัตยกรรมชั้นที่ 1 ในมุมมอง 2 มิติ....82
รูปที่ 4.2 แปลนโครงชั้นที่ 1 มุมมอง 3 มิติ....82
รูปที่ 4.3 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 2....83
รูปที่ 4.4 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 2 มุมมอง 3 มิติ....83
รูปที่ 4.5 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 3....84
รูปที่ 4.6 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 3 มุมมอง 3 มิติ....84
รูปที่ 4.7 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 4....85
รูปที่ 4.8 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 4 มุมมอง 3 มิติ....85
รูปที่ 4.9 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 5....86
รูปที่ 4.10 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 5 มุมมอง 3 มิติ....86
รูปที่ 4.11 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 6-22....87
รูปที่ 4.12 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 6-22 มุมมอง 3 มิติ....88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.13 แบบ 3 มิติอาคาร กรณีศึกษาชั้น 1 - ดาดฟ้า 89
รูปที่ 4.14 แบบรูปด้านหน้าอาคาร กรณีศึกษา 90
รูปที่ 4.15 แบบรูปด้านข้างอาคาร กรณีศึกษา 90
รูปที่ 4.16 แบบเดินท่อระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องพัก TYPE 1BR 91
รูปที่ 4.17 รูปตัด Section แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องพัก TYPE 1BR 91
รูปที่ 4.18 แบบแสงสว่างห้องพักชนิด 1A 92
รูปที่ 4.19 แบบแสงสว่างห้องพักชนิด 2A 93
รูปที่ 4.20 แบบแสงสว่างห้องพักชนิด S2 94
รูปที่ 4.21 แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 6 – 22 95
รูปที่ 4.22 แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 1-22 มุมมอง 3 มิติ 95
รูปที่ 4.23 การวางตำแหน่งและเขียนแบบท่อไฟระบบเต้ารับ 96
รูปที่ 4.24 การเขียนระดับความสูงตำแหน่งเต้ารับไฟฟ้าในห้องพัก 97
รูปที่ 4.25 แปลนระบบไฟฟ้าเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV ห้องพัก 1BR 97
รูปที่ 4.26 แบบเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV ห้องพักชนิด 1A 98
รูปที่ 4.27 แบบเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV เมื่อตัด Section 98
รูปที่ 4.28 แบบเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV ชั้นที่ 6-22 99
รูปที่ 4.29 แบบระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ชั้นที่ 6-22 100
รูปที่ 4.30 แบบเดินท่อไฟฟ้าในห้องพักแบบ 2A ทุกระบบ ชั้นที่ 6-22 101
รูปที่ 4.31 แบบเดินท่อไฟฟ้าในห้องพักแบบ 1BR ทุกระบบ ชั้นที่ 6-22 102
รูปที่ 4.32 แบบเดินท่อไฟฟ้าในห้องพักแบบ 1A ทุกระบบ ชั้นที่ 6-22 103
รูปที่ 4.33 แบบเดินท่อไฟฟ้าในห้องพักแบบ S2 ทุกระบบ ชั้นที่ 6-22 104
รูปที่ 4.34 แปลนระบบไฟฟ้าและสื่อสารชั้นที่ 6-22 105
รูปที่ 4.35 รูปด้านหน้าระบบไฟฟ้าและสื่อสารชั้นที่ 5-22 มุมมอง 3 มิติ 106
รูปที่ 4.36 แปลนระบบไฟฟ้าและสื่อสารชั้นที่ 5-22 มุมมอง 3 มิติ 107
รูปที่ 4.37 ถอดปริมาณท่อไฟฟ้า 108
รูปที่ 4.38 ถอดปริมาณเต้ารับไฟฟ้า ระบบไฟฟ้ากำลัง 109
รูปที่ 4.39 ถอดปริมาณเต้ารับโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์และโทรทัศน์รวม 110
รูปที่ 4.40 ถอดปริมาณโคมไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง 110
รูปที่ 4.41 อุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 จำนวนสายสูงสุดในรางเดินสาย [15] 12
ตารางที่ 2.2 BOQ โคมไฟฟ้า 25
ตารางที่ 2.3 จำนวนสวิตซ์ระบบแสงสว่าง 25
ตารางที่ 2.4 ตารางโหลดระบบแสงสว่าง 26
ตารางที่ 2.5 ถอดปริมาณท่อสายระบบแสงสว่าง 26
ตารางที่ 2.6 BOQ โคมไฟฟ้า 27
ตารางที่ 2.7 BOQ ระบบแสงสว่าง 27
ตารางที่ 2.8 BOQ งานท่อและสายไฟฟ้า 28
ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาถอดปริมาณราคาแบบดั้งเดิม 47
ตารางที่ 3.2 ระยะเวลาถอดปริมาณราคาใช้โปรแกรม 48
ตารางที่ 3.3 ขนาดและแบบ Footing 52
ตารางที่ 3.4 ขนาดและแบบเสาโครงสร้าง 53
ตารางที่ 4.1 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานสายไฟฟ้าด้วยโปรแกรม 109
ตารางที่ 4.2 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานท่อแสงสว่างและเต้ารับ 111
ตารางที่ 4.3 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานระบบโทรทัศน์รวม 111
ตารางที่ 4.4 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานโคมไฟและเต้ารับ 112
ตารางที่ 4.5 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ 112
ตารางที่ 4.6 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานสายไฟฟ้า 113
ตารางที่ 4.7 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 113
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบการประมาณราคางานท่อระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 114
ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบการประมาณราคางานสายระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 115
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบระยะเวลาระหว่างใช้โปรแกรมและคนทำงานแบบดั้งเดิม 115
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบระยะเวลาในกรณีแบบมีการเปลี่ยนแปลง 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การคิดราคางานก่อสร้างให้ใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายสำหรับติดตั้งงานจริงมากที่สุดถือเป็นหัวใจสำคัญในหลักการประมาณราคาที่ถูกต้อง ถึงแม้ว่าผู้ประมาณราคาจะได้พยายามคิดอย่างละเอียดแล้วก็ตามแต่มีหลายปัจจัยที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการก่อสร้างซึ่งทำให้ราคาที่ประมาณไว้ต้องเปลี่ยนแปลงไปรวมทั้งเวลาการก่อสร้างอาจยาวนานขึ้นด้วย ในฐานะผู้ประมาณราคาได้พยายามอย่างที่สุดที่จะให้ยอดค่าใช้จ่ายถูกต้องจึงได้ใช้หลักการและเทคนิคการคิดของผู้ประมาณราคาให้สามารถคิดได้ใกล้เคียงที่สุดแต่เมื่อนำราคาสุดท้ายมาเสนอราคากันจะพบว่าราคาของผู้เสนอราคาแต่ละรายผิดกันไปเกือบเท่าตัวทั้งนี้ส่วนหนึ่งเกิดจากความผิดพลาดบางอย่างทำให้ราคาที่ประมาณได้นั้นต่ำไปหรือสูงไป หรือบางทีน่าจะพิจารณาไปถึงแบบและรายการก่อสร้างที่มีส่วนทำให้การประมาณราคาครั้งนี้แตกต่างกันไป สาเหตุหนึ่งคือระดับความชำนาญของผู้ประมาณราคาทำให้เกิดปัญหาความด้อยประสิทธิภาพในการประมาณราคา ดังนั้นเพื่อกำจัดหรือลดความผิดพลาดให้น้อยที่สุดในการประมาณราคาทางผู้จัดทำจึงเสนอแนวคิดในการนำเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศทางอาคาร (Building Information Modeling : BIM) เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อว่า Autodesk revit มาใช้สร้างแบบจำลอง 3 มิติแล้วทำการถอดปริมาณเพื่อประมาณราคาและนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องที่ได้กับที่ใช้คนประมาณราคาแบบดั้งเดิมทั้งในแง่ของปริมาณ, เวลาและมูลค่าว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างเพียงใด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการใช้งานเทคโนโลยี BIM สำหรับงานก่อสร้างในส่วนระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

1.2.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการเขียนแบบก่อสร้าง 3 มิติเพื่อรองรับเทคโนโลยี BIM โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit

1.2.3 เพื่อทดลองเขียนแบบจริงในงานสถาปัตยกรรม, ระบบไฟฟ้าและสื่อสารโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit

1.2.4 เพื่อทดลองทำแบบจำลอง 3 มิติงานสถาปัตยกรรม, ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร แล้วนำมาใช้ในการถอดปริมาณวัสดุเพื่อทำการประมาณราคา

1.2.5 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ, วิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของการใช้งานเทคโนโลยี BIM ในงานก่อสร้างส่วนระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

1.2.6 เพื่อสรุปผลและให้ข้อเสนอแนะจากผลงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้จะใช้หลักการประมาณราคาโดยการเปรียบเทียบการประมาณราคาด้วยวิธีใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติและจัดทำเป็น Bill of Quantity (BOQ) เสร็จแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับวิธีที่ใช้คนทำประมาณราคาแบบดั้งเดิม โดยมีรายละเอียดขอบเขตดังนี้

1.3.1 ใช้โปรแกรม Autodesk revit สร้างแบบจำลอง 3 มิติ ส่วนงานโครงสร้าง, สถาปัตยกรรม และระบบไฟฟ้า

1.3.2 ศึกษาพื้นฐานของเทคโนโลยี BIM และวิธีการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้าน BIM ที่เลือกใช้คือ Autodesk revit รุ่นปี ค.ศ. 2015

1.3.3 ศึกษาพื้นฐานของหลักการประมาณราคาที่ถูกต้อง

1.3.4 ใช้โปรแกรม Autodesk revit ถอดปริมาณท่อไฟฟ้าขนาดต่างๆแยกเป็นแต่ละระบบเพื่อจัดทำเป็น BOQ และประมาณราคาในท้ายที่สุด

1.3.5 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้โปรแกรม Autodesk revit ประมาณราคาแล้วนำมาเปรียบเทียบกับการประมาณราคาด้วยคนแบบดั้งเดิมในด้าน ปริมาณ มูลค่าและระยะเวลาที่ใช้

1.3.6 สรุปผลงานวิจัย

1.4 สมมติฐานของงานวิจัย

1.4.1 ปริมาณอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่ถอดจำนวนด้วยโปรแกรม Autodesk Revit มีปริมาณใกล้เคียงการถอดปริมาณด้วยกำลังคน ±5%

1.4.2 ราคารวมงานระบบไฟฟ้าที่จัดทำด้วยโปรแกรม Autodesk Revit มีมูลค่าใกล้เคียงกับการจัดทำด้วยกำลังคน ±5%

1.4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบด้วยโปรแกรม Autodesk Revit จนถึงการประมาณราคาใช้เวลาใกล้เคียงกับการใช้กำลังคน ±10%

1.5 ขั้นตอนของงานวิจัย

1.5.1 เตรียมแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมพร้อมทั้งศึกษาแบบให้เข้าใจในส่วนประกอบต่างๆของอาคาร สัญลักษณ์ต่างๆในแบบใช้แทนอะไรในงานก่อสร้างจริง ศึกษาชนิดของวัสดุที่ทำมาใช้ในการก่อสร้างเพื่อเป็นประโยชน์มากที่สุดในการเขียนแบบต่อไป

1.5.2 กำหนดคุณลักษณะของวัตถุต่างๆที่จะทำการเขียนแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรม พร้อมทั้งตั้งชื่อไว้สำหรับเรียกใช้งานได้ง่ายและสะดวก

1.5.3 ทำการเขียนแบบโดยใช้วัตถุที่ได้กำหนดคุณสมบัติและตั้งชื่อไว้แล้วมาเขียนแบบให้เสร็จในส่วนโครงสร้างและสถาปัตยกรรมชั้นที่ 1-22

1.5.4 ทำการเขียนแบบในส่วนระบบไฟฟ้าและสื่อสารโดยใช้แบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมเป็นกรอบ Floor plan ในการเขียนแบบทั้งหมด

1.5.5 ทำการถอดปริมาณอุปกรณ์เพื่อนำมาจัดทำเป็น BOQ

1.5.6 นำ BOQ ที่ได้มาประมาณราคาเปรียบเทียบระหว่างใช้โปรแกรมถอดปริมาณและใช้คนถอดปริมาณแบบดั้งเดิมว่าผลออกมาเป็นอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีเกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

แบบจำลองข้อมูลอาคาร เป็นหลักการทำงานที่รวมกันระหว่าง Building product modeling และ Object based parametric modeling ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์และสนับสนุนการทำงานร่วมกันบนฐานข้อมูลดิจิตอล ซึ่งสามารถทำการเพิ่มเติมเปลี่ยนแปลงข้อมูลเหล่านั้นได้ตลอดเวลา BIM เป็นเครื่องมือบริหารจัดการสถานที่ตลอดวัฏจักรชีวิตอาคารตั้งแต่ระยะก่อนการก่อสร้าง กำลังก่อสร้างและหลังก่อสร้างเสร็จ [1] การนำ BIM มาช่วยในการออกแบบฐานรากและโครงสร้างอาคารซักรีด ของโรงพยาบาลหลักชื่อ Funchal ประเทศโปรตุเกสมีข้อดีหลายข้ออาทิเช่น สามารถใส่รายละเอียดในวัตถุที่กำลังเขียนแบบขึ้นได้หลายอย่างและยังสามารถสร้างวัตถุขึ้นมาใหม่พร้อมเก็บไว้ใช้ครั้งต่อไปได้อีกด้วย [2] ในขั้นตอนการออกแบบเรายังนำ BIM มาช่วยลดปัญหาการชนกันของท่องานระบบ MEP ทั้งในส่วนระยะติดตั้งและระดับติดตั้ง ซึ่งข้อดีที่ได้จากการ Combine แนวท่อจะได้พื้นที่ใช้งานด้านล่างท่อถึงพื้นสำเร็จเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงานหากท่อเกิดชนกันในขณะกำลังก่อสร้างด้วย [3] อีกกรณีการใช้ BIM แก้ปัญหาการชนกันของแนวท่อ MEP เป็นโครงการก่อสร้างบริษัทผลิตยาในประเทศอเมริกา ใช้การ Co-ordination 2 รูปแบบคือ 1.แบบทีละขั้นตอนแก้ปัญหาแบบ Step by step และ 2.แบบซ้อนทับแนวท่อ MEP ไปทุกระบบในคราวเดียวกันซึ่งพบว่าแบบที่2จะช่วยแก้ปัญหาการชนกันได้เร็วกว่าแบบที่1ถึง 3.6 เท่า [4]

ประโยชน์ของ BIM หากมุ่งเป้าไปในด้านการประมาณราคาจะมีหลายงานวิจัยที่ได้ศึกษาการใช้ BIM มาประมาณราคาในงานก่อสร้างส่วนขั้นตอนการออกแบบอาคาร การใช้ฐานข้อมูลของ BIM มาใช้ในกระบวนการถอดปริมาณเพื่อจัดทำเป็น BOQ สำหรับงานโครงสร้างเพื่อช่วยให้ความถูกต้องของข้อมูลและวิธีการคำนวนราคาดีเพิ่มมากขึ้นโดยใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit สร้างโมเดลและ InsightBIM-QTO ใช้ประมาณราคา [5] หรือการใช้หลัก ontology มาใช้ในการประมาณราคาสำหรับงานปูกระเบื้องทำให้ได้ราคาที่ถูกต้องและลดความผิดพลาดต่างๆที่เกิดจากมนุษย์เป็นคนประมาณราคาแต่หากเป็นการทำงานอื่น ontology จะต้องเปลี่ยนแปลงใหม่ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ไฟล์นามสกุล IFC ต้องได้รับการพัฒนา [6]

การใช้ BIM มาช่วยงานด้านประมาณราคางานโครงสร้างและสถาปัตย์มีงานวิจัยที่ศึกษาบ้างแล้วแต่สำหรับการประมาณราคางานระบบ MEP ยังมีการศึกษาไม่มากนัก งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการนำ BIM มาเป็นเครื่องมือช่วยประมาณราคางานระบบไฟฟ้าและสื่อสารแล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการประมาณราคาโดยใช้คนทำแบบดั้งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Building Information Modeling (BIM)

2.2.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การศึกษาเกี่ยวกับการเลือกใช้ Building Information Modeling (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยนั้นเป็นการศึกษาเพื่อให้รู้ถึงสาเหตุและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้ BIM ในภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างซึ่งหากจะพิจารณากันถึงประโยชน์ของ BIM แล้วนับได้ว่าเทคโนโลยีดังกล่าวนี้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในบริษัทชั้นนำต่างๆในต่างประเทศ โดยแนวคิดดังกล่าวนี้มีรากฐานมาตั้งแต่ช่วงกลางศตวรรษที่ 1980 เป็นแนวความคิดของการพัฒนากระบวนการออกแบบบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมทางด้านการออกแบบ

Building Information Modeling (BIM) เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปีคริสตศักราชที่ 1970 ซึ่งเป็นการเขียนแบบในลักษณะรูปทรง 3 มิติ โดยองค์ประกอบทุกส่วนของอาคารล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับขั้นตอนด้านการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองอาคาร ในรูปของขบวนการกระจายและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อช่วยในการลดข้อผิดพลาดของการทำแบบก่อสร้างและเพื่อนำไปใช้ประกอบการบริหารโครงการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากต้องมค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงสูงโดยเฉพาะการพัฒนาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ไม่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมก่อสร้างมีเพียงอุตสาหกรรมการผลิตและอากาศยานอวกาศเท่านั้นที่ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์จากแนวคิดดังกล่าว [7]

แนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนทางด้านการออกแบบที่เรียกว่า Computer aided design (CAD) ได้มีการพัฒนาควบคู่ไปกับความพยายามในการนำข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบออกมาใช้ร่วมกับข้อมูลเครื่องจักรกลอาคารและระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตามแนวทางการออกแบบสามมิติดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน ซึ่งคอมพิวเตอร์ยังไม่สามารถพัฒนาได้เทียบเท่าความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้นผู้ออกแบบส่วนมากจึงนิยมออกแบบเป็นลักษณะ 2 มิติแต่ภายในระยะเวลาไม่นานจำนวนผู้ใช้ CAD ในการทำเอกสารก่อสร้างและแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop drawing) มากกว่าการเขียนแบบบนกระดาษ

ในช่วงปี ค.ศ. 1980 ระบบการทำงานในรูปแบบ Object based parametric modeling ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการออกแบบซึ่งแนวทางการทำงานใช้ข้อมูลพารามิเตอร์ของรูปทรงสามมิติในการออกแบบโดยพารามิเตอร์ดังกล่าวมีส่วนที่ผู้ออกแบบต้องกำหนดขึ้นเองและส่วนที่กำหนดเป็นค่าคงที่ทำให้มีแนวทางออกแบบอยู่ 2 แนวทางได้แก่ การออกแบบโดยกำหนดกลุ่มวัตถุที่มีข้อกำหนดและความสัมพันธ์ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดโดยใช้ข้อมูลพารามิเตอร์เกี่ยวกับระยะ มุมและข้อกำหนดเกี่ยวกับชิ้นส่วนที่ต่อเนื่องหรือซ้อนทับกัน ชิ้นส่วนที่ขนานกัน และชิ้นส่วนที่มีระยะห่างจากชิ้นส่วนอื่น ในขณะที่แนวทางที่สองเป็นการออกแบบด้วยการกำหนดหลักการของการออกแบบและข้อกำหนดที่จำเป็นของชิ้นส่วนต่างๆ และให้ผู้ที่ออกแบบเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ได้ตามความต้องการ โดยระบบจะมีการตรวจสอบความถูกต้องด้วยหลักการทางการออกแบบและข้อกำหนดที่กำหนดไว้ ซึ่งระบบจะแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลไม่ถูกต้องตามหลักการและข้อกำหนดซึ่งการออกแบบดังกล่าวแตกต่างจากการออกแบบด้วยระบบ 3D CAD เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการออกแบบ CAD ต้องทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ของชิ้นส่วนเองในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์สำหรับการทำงานแบบ Object-based parametric modeling ข้อมูลของทุกๆองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องจะสามารถปรับเปลี่ยนได้เองโดยอัตโนมัติ [7]

ในปี ค.ศ. 1987 หลักการทำงานแบบ Building Product Model และ Object-based parametric modeling ได้ถูกนำมาใช้ร่วมกันและเรียกรูปแบบการทำงานแบบใหม่นี้ว่า Building Information Modeling โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมมีความง่ายขึ้นและสนับสนุนการทำงานร่วมกันในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

การประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ครั้งแรกเป็นการนำเสนอแบบจำลองอาคารเสมือนจริงของโปรแกรม ArchiCAD นอกจากนี้เมื่อปี ค.ศ. 1990 การใช้ระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อแบ่งปันข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์มีมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลการออกแบบ CAD จากการใช้แผ่นดิสก์เป็นการใช้อินเตอร์เน็ตด้วย FTP เว็บเพจและอีเมล์เพิ่มมากขึ้นแนวความคิดเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้างด้วยข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์จึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วยและนี่จังเป็นจุดเริ่มต้นของแนวคิดการบริหารจัดการข้อมูลก่อสร้างในรูปแบบของ Web-based [8]

2.2.2 ความหมายและแนวคิด

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายและแนวคิดของแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) พบว่าได้มีผู้นิยามความหมายเกี่ยวกับแนวคิดดังกล่าวเอาไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งมีทั้งเนื้อหาที่สอดคล้องและแตกต่างกันออกไปดังต่อไปนี้

อีสท์แมน และองค์กรวิจัยและวิเคราะห์ด้านการก่อสร้าง ได้นิยามความหมายของแบบจำลองข้อมูลอาคารว่าหมายถึงกระบวนการสร้างข้อมูลชิ้นส่วนสามมิติที่สามารถคำนวณขนาดและหาปริมาณได้ โดยที่ความละเอียดครบถ้วนและครอบคลุมเกี่ยวกับการออกแบบ คุณภาพของงานก่อสร้างความสามารถสร้างได้ ลำดับการดำเนินงาน และการคำนวณต้นทุนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนในโครงการสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้ในทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ [7]

นอกจากนี้เมนดาติ [9] และนีเดอร์วีน [10] ได้นิยามเอาไว้อีกว่าแบบจำลองข้อมูลอาคารอาจหมายถึง ขั้นตอนการเตรียมแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆของอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง คุณสมบัติของการใช้งาน รูปร่างวัสดุและกระบวนการของวงจรชีวิตของอาคาร ที่สามารถแสดงผลออกมาเป็นส่วนในลักษณะสามมิติที่เหมือนจริงและสามารถนำไปใช้ได้ในทุกๆขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยแบบจำลองดังกล่าวสามารถเพิ่มเติม ปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลโดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนได้และในทุกขั้นตอนของโครงการ นอกจากนี้หลักการทำงานดังกล่าวยังเป็นการรวบรวมข้อมูลที่กระจายตัวอย่างไม่เป็นระบบ สามารถนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ต้องสร้างซ้ำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อนและใช้รูปแบบชิ้นส่วนที่ออกแบบถูกต้องเป็นหลักในการออกแบบแทนระบบ CAD เพื่อลดความผิดพลาด

สมาคมสถาปนิกของอเมริกา [11] ได้กล่าวไว้ว่าแบบจำลองข้อมูลอาคาร คือเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองของโครงการที่มาจากการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆภายในโครงการเข้าด้วยกันเพื่อเป็นฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้สำหรับประกอบการตัดสินใจในช่วงวงจรของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนิยามทั้งหมดที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นสามารถนำมาสรุปใจความสำคัญเกี่ยวกับความหมายและแนวคิดของแบบจำลองข้อมูลอาคารว่าหมายถึง เทคโนโลยีหรือแนวคิดการจัดการข้อมูลอาคารผ่านแบบจำลองอาคารสามมิติ โดยข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องจะอยู่ในรูปของฐานข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆของอาคารรวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆที่สามารถเชื่อมโยงและแบ่งปันข้อมูลร่วมกันได้ ทั้งลักษณะทางกายภาพ การวิเคราะห์พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคาร ขั้นตอนการก่อสร้างและการสื่อสาร

2.2.3 หลักการทำงาน

กระบวนการทำงานของแบบจำลองข้อมูลอาคารถือเป็นแนวทางในการทำงานที่มาพร้อมกับการเจริญเตอบโตของระบบดิจิตอลผ่านการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเพื่อตอบสนองความเจริญก้าวหน้าทางด้านธุรกิจ ซึ่งมีความต้องการข้อมูลที่ถูกต้องผ่านการบริหารจัดการมาเป็นอย่างดีและทีการนำเสนอผลงานในลักษณะเสมือนจริงที่สามารถรับรู้มิติผ่านสื่อเชื่อมโยงทางอิเล็คทรอนิกส์ [12]

แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เป็นหลักการทำงานที่รวมกันระหว่าง Building Product Model และ Object-based parametric modeling ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมและสนับสนุนการทำงานร่วมกันบนฐานข้อมูลดิจิตอล ซึ่งสามารถทำการบริหารจัดการ เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมข้อมูลเหล่านั้นได้ตลอดเวลา นอกจากนั้นข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้องในทุกมุมมองจะสามารถปรับเปลี่ยนได้เองโดยอัตโนมัติ [13]

โดยหลักการทำงานดังกล่าวเริ่มต้นด้วยแนวคิดในการดึงข้อมูล (Capturing) และการบริหารจัดการข้อมุบอาคารและแสดงข้อมูลเหล่านั้นในแบบอย่างหรือวิธีการที่ใช้กันหรือวิธีการที่มีความเหมาะสมต่อการสื่อสาร โดยแบบจำลองข้อมูลอาคารจะเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เริ่มสร้างตัวแบบจำลองรวมถึงขั้นตอนการจัดเก็บและบริหารจัดการไว้ในฐานข้อมูลโครงการและอนุญาตให้ทุกคนในโครงการสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ แบบจิงกลายเป็นการมองเห็นข้อมูลที่อธิบายถึงตัวโครงการเอง [13]

ข้อมูลของแบบจำลองข้อมูลอาคาร จะถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล (data base) แทนที่จะอยู่ในรูปแบบที่จะต้องใช้เพื่อการนำเสนอเท่านั้น ตัวสร้างแบบจำลองจะแสดงข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าไปหรือดูและจัดการข้อมูลเพื่อที่จะนำข้อมูลออกมานำเสนอเพื่อให้ผู้ดูเข้าใจแบบได้มากที่สุด [8]

2.2.4 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการใช้ Building Information Modeling (BIM)

ปัจจัยที่จะส่งผลต่อการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารนั้นล้วนเกิดขึ้นจากความต้องการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการขจัดข้อผิดพลาด การลดค่าใช้จ่ายและความถูกต้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับปรุงเอกสารงานก่อสร้างให้มีความถูกต้องมากขึ้นซึ่งถือเป็นศักยภาพที่มีความสำคัญสูงสุดสำหรับ BIM และทำให้ทุกๆฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้รับประโยชน์ร่วมกัน นอกจากนั้นยังส่งผลให้ปัญหาซึ่งเกิดจากการประสานงานภาคสนามมีจำนวนลดลงด้วย [14]

นอกจากปัจจัยด้านการใช้งานและประโยชน์ที่ได้รับจาก BIM แล้วปัจจัยด้านการผลิตก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเลือกใช้ เช่น การสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนออกแบบและก่อสร้าง การเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบก่อสร้างใช้เวลาน้อยลงซึ่งทำให้มีเวลาในการออกแบบเพิ่มมากขึ้น และความต้องการในการร้องข้อมูล (Information requests) มีจำนวนลดลงเป็นต้น

ด้านเวลาและงบประมาณ การประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายถือเป็นเป้าหมายหลักของตู้ดำเนินโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาก่อสร้างซึ่งมีความต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเพราะฉะนั้นทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เพราะฉะนั้นทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายจึงถือเป็นประโยชน์ที่มีอิทธิพลสำคัญต่อการตัดสินใจประยุกต์ใช้ BIM

นอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นๆ ซึ่งผู้ใช้จำนวนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งได้กล่าวถึงประโยชน์ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจประยุกต์ใช้ BIM

- ตารางเวลาการก่อสร้างที่ลดลง เพิ่มความสามารถในการใช้ Lean Construction
- การตรวจสอบรหัสการตรวจสอบและปฏิบัติตาม
- ลดการดำเนินคดีและการร้องเรียนเอาประกัน
- ความสามารถในการปรับปรุงการดำเนินการออกแบบที่ยั่งยืนและการก่อสร้าง
- ปรับปรุงด้านการดำเนินงาน การบำรุงรักษาและการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก

2.3 การออกแบบระบบไฟฟ้า

2.3.1 หลักการเบื้องต้น

การออกแบบระบบไฟฟ้า หมายถึง การพัฒนาแบบแปลนหรือวิธีการเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าจากจุดจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ใช้กำลังไฟฟ้าต่างๆ หรือว่าจ่ายสัญญาณไฟฟ้าจากจุดรับสัญญาณไฟฟ้านั้นๆไปยังอุปกรณ์การใช้งาน การออกแบบระบบไฟฟ้าเป็นงานที่กว้างขวาง ต้องการข้อมูลมากมายเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ระบบและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องเป็นผู้ใฝ่รู้และมีความสนใจในวิชาการต่างๆที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากงานออกแบบระบบไฟฟ้านั้นผู้ออกแบบจะต้องมีความรับผิดชอบงานด้านต่างๆเพื่อให้ได้แบบระบบไฟฟ้าที่ดีมีความถูกต้องและปลอดภัยในการใช้งาน [15]

2.3.2 ท่อสาย (Raceways)

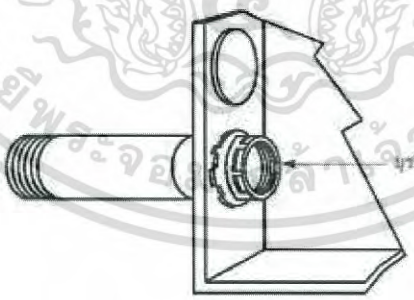
ท่อสาย (Raceways) เป็นอุปกรณ์ลักษณะเป็นท่อกลมหรือช่องสี่เหลี่ยมผิวในเรียบใช้ในการเดินสายไฟฟ้าโดยเฉพาะทำจากโลหะหรืออโลหะก็ได้ โดยประโยชน์ของการใช้ท่อสายมีดังนี้ 1.) ป้องกันสายไฟฟ้าจากความเสียหายทางกายภาพ 2.) ป้องกันอันตรายกับคนที่อาจจะไปสัมผัสถูกสายไฟฟ้า 3.) สะดวกต่อการร้อยสายและเปลี่ยนสายไฟฟ้าสายใหม่ 4.) ท่อสายที่เป็นโลหะจะต้องมีการต่อลงดิน 5.) สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ เนื่องจากการเกิดการลัดวงจรภายในท่อ ประกายไฟหรือความร้อนจะถูกจำกัดอยู่ภายในท่อและชนิดของท่อร้อยสายไฟฟ้า แสดงได้ดังรูปที่ 1 และสามารถจำแนกประเภทของท่อได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ท่อโลหะชนิดต่างๆ

2.3.2.1 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)

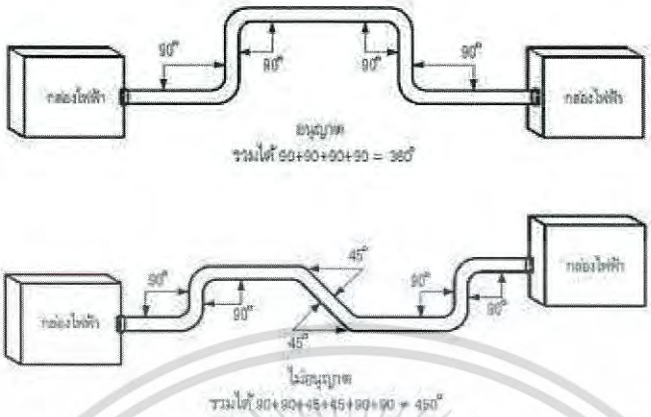
ท่อโลหะหนาหมายถึง ท่อที่มีความแข็งแรงที่สุดแสดงดังรูปที่ 2.1 สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดี ถ้าทำจากเหล็กกล้าเรียกว่าท่อ RSC (Rigid Steel Conduit) ผ่านการชุบด้วย สังกะสี (Galvanized) ป้องกันสนิม ใช้งานได้ทุกสถานที่และสภาวะอากาศสามารถใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคารและสามารถฝังใต้ดินได้ ขนาดมาตรฐานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm (1/2") -150 mm (6") ความยาวท่อนละ 3 m หากติดตั้งในสถานที่เปียก (Wet Location) ส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อเช่น Bolt, Strap และ Screw เป็นต้น ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อน ส่วนหากติดตั้งในที่ที่มีการผุกร่อน (Cinder Fill) ท่อต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้หรือหุ้มด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 2 นิ้ว การต่อท่อเข้ากับเครื่องประกอบต้องใช้บุชชิ่ง (Bushing) ลักษณะดังรูปที่ 2.2 ใช้เพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย



รูปที่ 2.2 บุชชิ่ง (Bushing) [15]

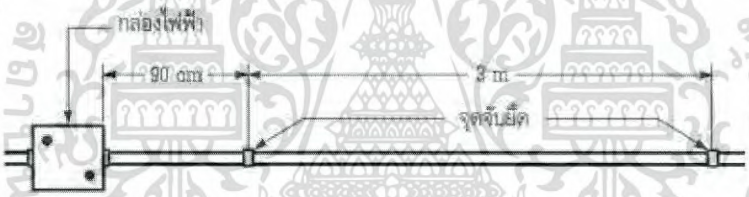
หากมีการต้องดัดโค้งท่อเป็นมุมต่างๆ กำหนดให้มุมดัดโค้งของท่อระหว่างจุดดึงสายรวมกันต้องไม่เกิน 360 องศาดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



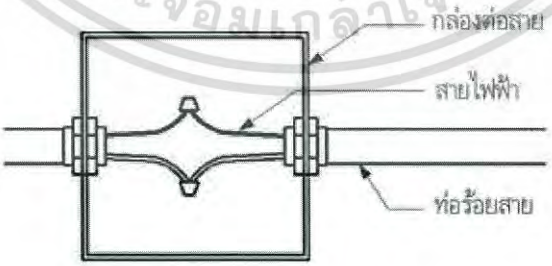
รูปที่ 2.3 มุมดัดโค้งท่อระหว่างจุดดึงสาย [15]

ในส่วนการเดินท่อต้องมีการจับยึดให้แข็งแรงระยะห่าง 3.0 m ห่างจากกล่องไฟฟ้าไม่เกิน 0.9 m ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การติดตั้งท่อและระยะตัวจับยึดท่อ [15]

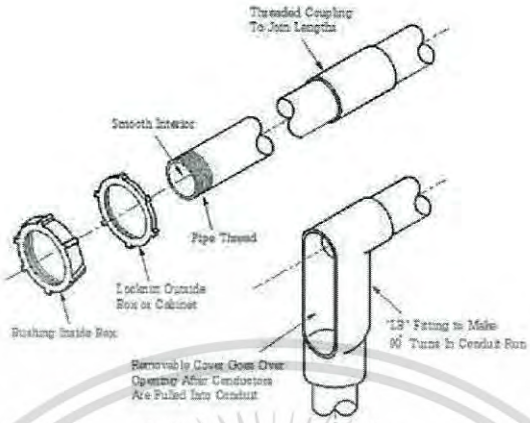
การต่อสายต้องทำภายในกล่องไฟฟ้า (Boxes) ปริมาณของ สาย, ฉนวน, หัวต่อสาย ต้องไม่เกิน 75 % ของกล่องไฟฟ้าดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การต่อสาย [15]

การต่อท่อ RMC สามารถต่อให้ยาวขึ้นได้ โดยทำเกลียวที่ปลายท่อแล้วขันต่อกันด้วยข้อต่อ (Coupling) ปลายท่อที่ถูกตัดจะต้องมีการลบคมเพื่อป้องกันไม่ให้บาดฉนวนของสายไฟดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การต่อท่อ RMC [15]

2.3.2.2 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC)

มีความหนาแน่งน้อยกว่าท่อ RMC แสดงดังรูปที่ 1 ใช้แทนท่อ RMC ได้ สามารถใช้งานได้ทุกสถานที่เช่นเดียวกับท่อ RMC ขนาดมาตรฐานเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2") – 100 มิลลิเมตร (4") ความยาวท่อนล่ะ 3 เมตร การต่อสายและการต่อแยกทำเช่นเดียวกับท่อ RMC

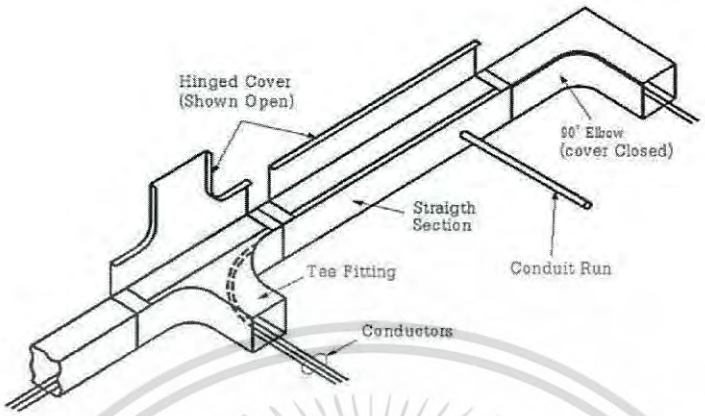
2.3.2.3 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT)

เป็นท่อที่มีผนังบางกว่า IMC และ RMC แสดงดังรูปที่ 1 มีความแข็งแรงน้อยกว่าท่อ RMC และ IMC ราคาถูกที่สุด สามารถใช้งานได้เฉพาะภายในอาคารเท่านัน ในที่เปิดโลง (Exposed) และ ที่ซ่อน (Conceal) ไม่ควรใช้ท่อ EMT ในที่ที่มีการกระทบทางกล ไม่ใช้ฝังใต้ดิน ไม่ใช้ในระบบแรงสูง

2.3.3 รางเดินสาย (Wireways)

เป็นรางที่ใช้เดินสายไฟฟ้าทำจากเหล็กแผ่นพับเป็นสี่เหลี่ยม มีฝาเปิดปิดเป็นแบบบานพับหรือแบบถอดออกได้ ที่นิยมใช้มีดังนี้ 1.) วิธีพ่นสีฝุ่น (Epoxy/Polyester) 2.) เคลือบด้วยฟอสเฟตหรือสังกะสี (Galvanized Steel) 3.) วิธีเคลือบอะลูซิง (Aluzinc) ลักษณะรางเดินสายแสดงดังรูปที่ 2.7 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 รางเดินสาย [15]

การใช้งานรางเดินสายไฟฟ้ามีดังต่อไปนี้

- อนุญาตให้ใช้ในที่เปิดโล่งซึ่งเข้าถึงได้
- ห้ามใช้ในฝ้าเพดาน
- รางเดินสายขนาดใหญ่ที่สุดที่ให้ใช้ 150 x 300 มิลลิเมตร.
- สายแกนเดียวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดินต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกันแล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน
- พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าต้องไม่เกิน 20 % ของพื้นที่หน้าตัดรางเดินสาย
- ถ้าตัวนำกระแสไม่เกิน 30 เส้นพิกัดกระแสคิดตัวนำกระแส 3 เส้นในท่อไม่ต้องใช้ตัวคูณปรับค่า

เมื่อพิจารณาตามหลักการคำนวนกระแสในสายตัวนำตามพื้นที่หน้าตัดแล้วมากำหนดจำนวนสายไฟสูงสุดที่สามารถร้อยในรางเดินสายไฟฟ้าขนาดต่างๆ เมื่อกำหนดให้สายเป็นชนิด IEC 01 (THW) แสดงได้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 จำนวนสายสูงสุดในรางเดินสาย [15]

ขนาด	จำนวนสูงสุดของสาย IEC 01 ในรางเดินสาย								
	50x75	50x100	75x100	100x100	100x150	100x200	100x250	100x300	150x300
1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	59	-	-	-	-	-	-	-	-
4	45	-	-	-	-	-	-	-	-
6	35	47	-	-	-	-	-	-	-
10	21	28	-	-	-	-	-	-	-
16	15	20	31	41	-	-	-	-	-
26	10	13	20	27	-	-	-	-	-
35	8	10	16	21	32	-	-	-	-
50	-	7	11	15	23	31	38	-	-
70	-	-	-	-	17	23	29	35	-
95	-	-	-	-	13	17	21	26	39
120	-	-	-	-	-	-	17	21	32
150	-	-	-	-	-	-	14	17	26
185	-	-	-	-	-	-	-	-	21
240	-	-	-	-	-	-	-	-	16
300	-	-	-	-	-	-	-	-	13
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 เครื่องประกอบ (Fittings)

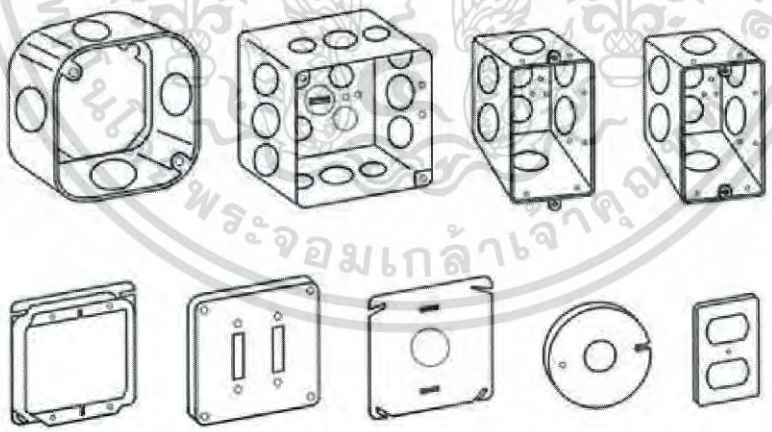
เครื่องประกอบหมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการเดินสายโดยใช้ร่วมกับท่อสายต่างๆ เช่น ท่อร้อยสาย รางเดินสายและรางเคเบิล เป็นต้น การใช้เครื่องประกอบในการเดินสายจะมีวัตถุประสงค์เพื่องานทางกลมากกว่าทางไฟฟ้าซึ่งจะพอสรุปได้ดังนี้

- เพื่อทางงานกลมากกว่าทางไฟฟ้า
- เพื่อช่วยในการจับยึดท่อสายให้มีความมั่นคงแข็งแรง
- เพื่อเปลี่ยนทิศทางในการเดินสาย
- เพื่อความสะดวกในการดึงสาย
- เพื่อการตัดต่อสาย

เครื่องประกอบสามารถแบ่งตามหน้าที่การใช้งานได้ 3 ประเภทดังนี้ 1.) กล่องไฟฟ้า (Boxes) 2.) กล่องดึงสาย (Pull Boxes) 3.) เครื่องประกอบท่อร้อยสาย

2.3.4.1 กล่องไฟฟ้า (Boxes)

กล่องไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีหน้าที่ต่างๆกัน เช่น กล่องสำหรับจุดต่อไฟฟ้าของสวิตช์หรืออุปกรณ์ กล่องสำหรับต่อสาย กล่องแยกสายเป็นต้น กล่องไฟฟ้าเหล่านี้จะช่วยให้มีความปลอดภัยจากประกายไฟที่จุดต่อไฟไปใกล้กับวัสดุที่ติดไฟ

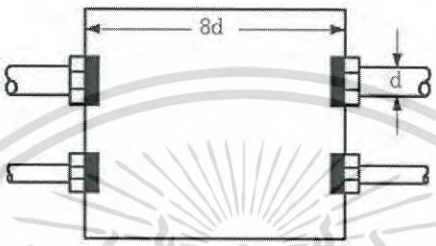


รูปที่ 2.8 กล่องไฟฟ้า (Boxes) [15]

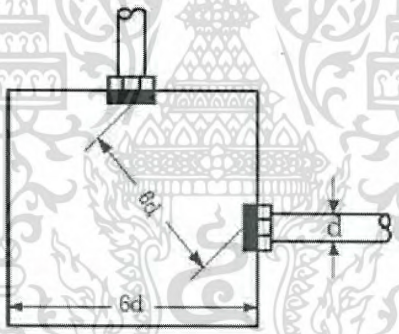
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2 กล่องดึงสาย (Pull Boxes)

ถ้าท่อสายมีความยาวมากและอาจต้องเปลี่ยนทิศทางการเดินสาย จะใช้กล่องดึงสายช่วยในการเดินสายไฟฟ้าเพื่อความสะดวกโดยจะช่วยลดช่วงความยาวในการดึงสาย ป้องกันไม่ให้สายไฟฟ้าเสียหาย กล่องดึงสายมีทั้งแบบดึงตรงและแบบดึงมุมดังรูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 กล่องดึงตรง [15]

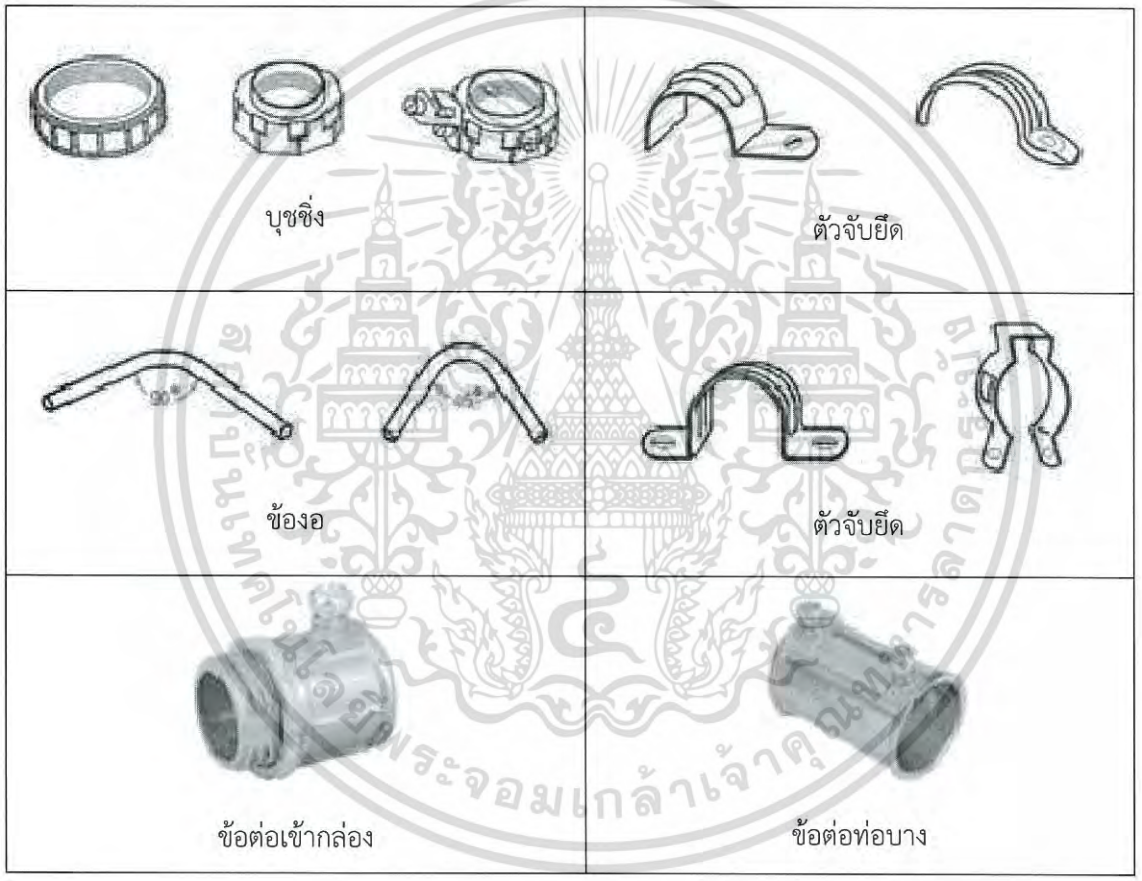


รูปที่ 2.10 กล่องดึงมุม [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.3 เครื่องประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings)

เครื่องประกอบท่อร้อยสายหมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับท่อร้อยสายไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้โดยถูกต้องไม่เกิดความเสียหายแก่สายไฟและสามารถถอดสายไฟฟ้าเพื่อการซ่อมบำรุงได้ในภายหลัง โดยจะประกอบไปด้วย 1.) ข้อต่อ (Couplings) 2.) ข้อต่อยึด (Connectors) 3.) บุชชิ่ง (Bushing) 4.) ข้องอ (Elbows) 5.) ตัวจับยึด (Supports) ลักษณะเครื่องประกอบท่อร้อยสายแสดงดังรูปที่ 2.11 ดังนี้



รูปที่ 2.11 เครื่องประกอบท่อร้อยสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 [16]

" สมาคมวิศวกรรสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ได้นำกฎการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2538 ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และแนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2537 ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) มาพิจารณาเพื่อรวมเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้ว กฎและแนวทางปฏิบัติทั้งสองมาตรฐานนี้มีทั้งส่วนที่เหมือนกันและแตกต่างทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลหลายประการ คือ ความแตกต่างทางด้านระบบแรงดันไฟฟ้า ด้านมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า ด้านการออกแบบ ด้านระเบียบและแนวนโยบาย ด้านสภาพภูมิศาสตร์และความแตกต่างของผู้ใช้ไฟฟ้า

มาตรฐานฉบับนี้บังคับใช้เฉพาะผู้ใช้ไฟเท่านั้น มิได้บังคับครอบคลุมการออกแบบหรือติดตั้งของการไฟฟ้า มาตรฐานฉบับนี้เหมาะสำหรับผู้ที่ได้รับการอบรมหรือผู้ที่มีความรู้ทางด้านการออกแบบหรือติดตั้งระบบไฟฟ้าเป็นอย่างดีเท่านั้น ผู้ใช้มาตรฐานฯควรใช้อย่างระมัดระวังและมีวิจารณญาณ กรณีที่ไม่มั่นใจควรขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจ วสท.ไม่รับผิดชอบต่อทรัพย์สินส่วนบุคคลใดๆ รวมทั้งการบาดเจ็บหรือความเสียหายอื่นๆที่เป็นผลสืบเนื่องทั้งโดยตรงหรือโดยอ้อมที่เกิดจากการเผยแพร่การใช้หรือการปฏิบัติตามมาตรฐานฯและไม่ได้รับประกันความถูกต้องหรือความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลใดๆในมาตรฐานฯนี้ "

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวทั้งประเทศ เพื่อแก้ปัญหาในอดีตที่ผ่านมาที่วิศวกรออกแบบ รับเหมา ควบคุมงานใช้มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งต่างมาตรฐานกัน รวมทั้งการอบรมการสอนทางด้านนี้ก็ใช้มาตรฐานต่างกัน ทำให้เกิดปัญหาทางด้านการทำความเข้าใจร่วมกันและเกิดผลเสียกับประเทศมาก มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับนี้เป็นสมบัติร่วมกันที่วิศวกรในสายงานนี้ควรได้มาช่วยกันพัฒนาและใช้ร่วมกันเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ใช้ไฟฟ้า มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับนี้ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้แก่

" บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

ข้อกำหนดในบทนี้เกี่ยวกับการเดินสายในระบบแรงต่ำ แรงสูง วิธีการเดินสายแบบต่างๆและขนาดกระแสของสายสำหรับวิธีการเดินสายต่างๆรวมถึงกล่องสำหรับงานไฟฟ้า แผงสวิตซ์ แผงย่อยและสายไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อกำหนดโดยทั่วไปการใช้จะต้องดูแต่ละเรื่องที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

5.1 ข้อกำหนดการเดินสายสำหรับระบบแรงต่ำ

5.1.1 ขอบเขต

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด ยกเว้น การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์แผงควบคุมและแผงสวิตซ์ต่างๆ ซึ่งประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน การเดินสายนอกเหนือจากที่กล่าวในบทนี้อนุญาตให้ทำได้แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

5.1.2 การเดินสายไฟของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันต่างกัน "

" 5.1.2.1 ไฟฟ้าแรงต่ำทั้งระบบกระแสสลับและกระแสตรง อนุญาตให้ติดตั้งสายไฟรวมกันอยู่ภายในช่องร้อยสายหรือเครื่องห่อหุ้มเดียวกันได้ ถ้าฉนวนของสายทั้งหมดที่ติดตั้งนั้นเหมาะสมกับระบบแรงดันสูงสุดที่ใช้

5.1.2.2 ห้ามติดตั้งสายไฟที่ใช้กับระบบแรงต่ำรวมกับสายไฟที่ใช้กับระบบแรงสูงในท่อร้อยสาย บ่อพักสายหรือเครื่องห่อหุ้มเดียวกัน ยกเว้น ในแผงสวิตซ์หรือเครื่องห่อหุ้มอื่นที่ไม่ได้ใช้เพื่อการเดินสาย "

⋮

" 5.4 การเดินสายในท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit) ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit) และท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)

5.4.1. การใช้งาน

ท่อโลหะดังกล่าวสามารถใช้กับงานเดินสายทั่วไปทั้งในสถานที่แห้ง ชื้นและเปียก นอกจากจะได้ระบุไว้เฉพาะเรื่องนั้นๆ โดยต้องติดตั้งให้เหมาะสมกับสภาพใช้งาน

5.4.2 ข้อกำหนดการติดตั้ง

5.4.2.1 ในสถานที่เปียก ท่อโลหะและส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อโลหะ เช่นสลักเกลียว (Bolt) ตัวรัด (Strap) สกรู (Screw) ฯลฯ ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อน

5.4.2.2 ปลายท่อที่ถูกตัดออกต้องลบคม เพื่อป้องกันไม่ให้บาดฉนวนของสาย การทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว

5.4.2.3 ข้อต่อ (Coupling) และข้อต่อยึด (Connector) ชนิดไม่มีเกลียวต้องต่อให้แน่นเมื่อฝังในอิฐก่อหรือคอนกรีตต้องใช้ชนิดฝังในคอนกรีต เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกต้องใช้ชนิดกันฝน

5.4.2.4 การต่อสายให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก ปริมาตรของสายและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้า

5.4.2.5 การติดตั้งท่อร้อยสายเข้ากับกล่องต่อสายหรือเครื่องประกอบการเดินท่อต้องจัดให้มีบุชิงเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายชำรุด ยกเว้น กล่องต่อสายและเครื่องประกอบการเดินท่อที่ได้ออกแบบเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนไว้แล้ว

5.4.2.6 ห้ามทำเกลียวกับท่อโลหะบาง

5.4.2.7 มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา

5.4.3 ห้ามใช้ท่อโลหะบางฝังดินโดยตรงหรือใช้ในระบบไฟฟ้าแรงสูงหรือที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายหลังการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148763

5.4.4 ห้ามใช้ท่อโลหะขนาดเล็กกว่า 15 มม.

5.4.5 จำนวนสายสูงสุดต้องเป็นไปตามตารางที่ 5-3 ”

“ 5.4.6 การติดตั้งใต้ดินต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 5.1.4

5.4.7 ท่อที่ขนาดใหญ่กว่า 15 มม. หากร้อยสายชนิดไม่มีปลอกตะกั่ว รัศมีดัดโค้งด้านในของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

5.4.8 ต้องติดตั้งระบบท่อให้เสร็จก่อนจึงทำการเดินสายไฟฟ้า

5.4.9 การเดินสายด้วยท่อโลหะไปยังบริภัณฑ์ไฟฟ้า ควรเดินด้วยท่อโลหะโดยตลอดและช่วงต่อสายเข้าบริภัณฑ์ไฟฟ้าควรเดินด้วยท่อโลหะอ่อนหรือใช้วิธีการอื่นตามที่เหมาะสม

5.4.10 ห้ามใช้ท่อโลหะเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

5.4.11 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าให้ใช้ค่ากระแสตามตารางที่ 5-20, 5-23, 5-27, 5-29 และ 5-37

5.4.12 ท่อร้อยสายต้องยึดกับที่ให้มั่นคงด้วยอุปกรณ์จับยึดที่เหมาะสม โดยมีระยะห่างระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน 3.0 เมตรและห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆไม่เกิน 0.90 เมตร

5.5 การเดินสายในท่อโลหะอ่อน

5.5.1 ลักษณะการใช้งาน ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อดังนี้

ก) ใช้ในสถานที่แห้ง

ข) ในที่เข้าถึงได้และเพื่อป้องกันสายจากความเสียหายทางกายภาพ หรือเพื่อการเดินซ่อนสาย

ค) ให้ใช้เดินเข้าบริภัณฑ์ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสายและความยาวไม่เกิน 2 เมตร ”

⋮

“ 5.12 การเดินสายในรางเดินสาย (Wireway)

อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่งซึ่งสามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดความยาวของรางเดินสาย ห้ามเดินในฝ้าเพดาน ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝนและต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้งและต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

5.12.1 ห้ามใช้รางเดินสายในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกร่อน

5.12.2 รางเดินสายต้องจับยึดอย่างมั่นคง แข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร แต่ยอมให้จุดจับยึดห่างมากกว่า 1.50 เมตร ได้ในกรณีที่จำเป็นแต่ต้องไม่เกิน 3.00 เมตร ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีการประมาณราคา

การประมาณราคาตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Estimate” ซึ่งแปลว่าการประมาณ ตีราคา คาดคะเน และวิเคราะห์ ซึ่งความหมายในที่นี้ให้เป็นที่เข้าใจว่า การประมาณราคาที่ใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายสำหรับงานจริงมากที่สุดถึงแม้ว่าผู้ประมาณราคา (Estimate) จะได้พยายามคิดอย่างละเอียดแล้วก็ตามแต่มีหลายปัจจัยที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการก่อสร้างซึ่งทำให้ราคาที่ประมาณไว้หรือแม้กระทั่งจำนวนแรงงานที่กำหนดต้องเปลี่ยนแปลงไปรวมทั้งเวลาการก่อสร้างอาจยาวนานขึ้นด้วยในฐานะผู้ประมาณราคาได้พยายามอย่างที่สุดที่จะให้ยอดค่าใช้จ่ายถูกต้องจึงได้ใช้หลักการและเทคนิคการคิดของผู้ประมาณราคาให้สามารถคิดได้ใกล้เคียงที่สุดแต่เมื่อนำราคาสุดท้ายมาเสนอราคากันจะพบว่าราคาของผู้เสนอราคาแต่ละรายบางครั้งผิดกันไปเกือบเท่าตัวทั้งนี้ส่วนหนึ่งเกิดจากความผิดพลาดบางอย่างทำให้ราคาที่ประมาณได้นั้นต่ำไปหรือสูงไป หรือบางครั้งน่าจะพิจารณาไปถึงแบบและรายการก่อสร้างที่มีส่วนทำให้การประมาณราคาครั้งนี้ผิดจากกันไป การนำวัสดุและแรงงานมาใช้มีระดับที่จะเลือกให้เหมาะสมกับงานที่จะทำสำหรับการกำหนดระดับงานดังกล่าวของผู้ประมาณราคาเป็นการพิจารณาเฉพาะตัวด้วยเหตุผลดังกล่าวราคาที่ได้ออกมาจึงผิดพลาด และแตกต่างกันผู้ที่เหมาะสมที่จะประมาณราคาสำหรับงานนั้นๆควรเลือกจากคุณสมบัติและความชำนาญ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1.) มีความละเอียดถี่ถ้วนทบทวนไม่ให้เกิดความผิดพลาดแม้จะเป็นการคิดตกไปหรือคิดผิดรวมผิดทั้งมีความชำนาญในการใช้ตัวเลขด้วย 2.) อ่านแบบและรายการงานระบบไฟฟ้าได้คล่องสามารถตีแผ่งานได้ออกว่าแต่ละกลุ่มประกอบด้วยอะไรบ้าง 3.) มีความรู้และสามารถเขียนและขยายแบบเพิ่มเติมขึ้นให้สามารถคิดราคาได้ต่อไปรวมทั้งมีความรู้ในเรื่องการเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับงานแต่ละส่วนในโครงการนั้น 4.) มีความชำนาญในงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลบางส่วนเพื่อเลือกวิธีและขั้นตอนการทำงานให้ประหยัดทั้งวัสดุและเวลารวมทั้งการใช้วัสดุทุ่นแรงต่างๆด้วย 5.) มีความสนใจที่จะเก็บรวบรวมสถิติเอกสารของงานที่เคยทำแล้วติดตามความก้าวหน้าของการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ทันสมัยซึ่งรวบรวมแคตตาล็อกโดยทราบราคาและบริษัทที่จำหน่ายในปัจจุบันด้วย 6.) มีปฏิภาณและไหวพริบที่จะเลือกวิธีการคิดให้รวดเร็วและถูกต้องซึ่งแต่ละคนมีสิทธิจะเลือกขั้นตอนการคิดของตนเองได้

ขั้นตอนการประมาณราคา หลังจากได้รับข้อมูลจากฝ่ายการตลาด คือ แบบ Design Drawing ของโครงการ, ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของโครงการและ TOR หลังจากนั้นทำตามขั้นตอนดังนี้

- ถอดปริมาณตามแบบที่ได้รับมาโดยถอดแยกปริมาณ แยกพื้นที่ แยกชั้น หรือแยกอาคาร โดยการถอดปริมาณจะถอดแยกแต่ละระบบด้วย โดยจะใช้โปรแกรม Autodesk Revit 2015 ในการถอดแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- ใส่ราคาต่อหน่วย โดยราคาจะได้มาจากการขอราคาไปทางร้านค้า ซึ่งแต่ละงานรายละเอียดจะไม่เหมือนกัน โดยการขอราคาจะต้องให้ข้อมูลไปทางร้านค้าด้วย ได้แก่ จำนวน ชนิด ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของโครงการ หลายๆเจ้าเพื่อนำมาทำการเปรียบ โดยจะมีรายการตราสินค้า ในบัญชีผู้ค้า อยู่แล้วและเราก็จะขอราคาไปตามร้านค้าที่ขายของตามยี่ห้อนั้นๆ

สำหรับผู้บริหารอาทิผู้จัดการบริษัทหรือหัวหน้าโครงการที่ควบคุมและรับผิดชอบหน่วยงานมีความหมายต่อการประมาณราคาเป็นอันมากในเรื่องการเพิ่มราคาและลดราคาจากผู้ที่ประมาณราคาได้คิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ทั้งนี้เป็นไปตามนโยบายและการตัดสิ้นใจของฝ่ายบริหารโดยสามารถปรับราคาเพื่อจะเสนอราคาให้ทางฝ่ายเจ้าของอาคารพิจารณาให้ทำยอดที่จะรับเหมาทำงานหรือรับงานได้บางทีต่ำกว่ายอดที่ผู้ประมาณราคาเสนอไว้ก็เคยมีเมื่อเป็นเช่นนี้ผู้ประมาณราคาต้องนำยอดที่รับงานได้มาเฉลี่ยปรับให้เหมาะสมกับงานอีกทีหนึ่งเพื่อจะได้ทำงานไม่ให้ขาดทุนหรือพอมีกำไรบ้างมีหลายๆครั้งผู้ประมาณราคากลางของวิศวกรหรือฝ่ายเจ้าของได้ประมาณยอดต่างกันอีกซึ่งอาจพิจารณาได้หลายๆปัจจัยอาทิการเลือกใช้วัสดุวิธีการทำงานรวมทั้งปัญหาของแบบและรายการผิดไปการเขียนแบบไว้อย่างไม่ชัดเจนหรือไม่ตรงกันใน 2แบบแต่ละแผ่นทำให้ผู้ประมาณราคาต้องคะเนเอางานที่กำลังคิดเป็นระดับใดและเลือกวิธีดำเนินการอย่างไรโดยเฉพาะฝ่ายผู้รับเหมาจะเลือกวิธีให้ประหยัดมากกว่าแต่อาศัยบวกกำไรเข้าไปในเนื้องานเลยก็ได้อาจมีเหตุการณ์ต่างๆประกอบเข้ามาร่วมกับการก่อสร้างจนทำให้ราคางานที่ยื่นเสนอเพิ่มขึ้นจากราคาที่ประมาณไว้ทั้งนี้ก่อนประมาณต้องทราบขอบเขตเงื่อนไขและการดำเนินการก่อสร้างว่าจะเป็นไปในลักษณะใดดังนี้

การประมาณราคาเพื่อนำเข้าประมูลลักษณะของงานเช่นนี้ควรมีความละเอียดและเลือกวิธีการที่ประหยัดการเพิ่มวัสดุเพื่อเป็นการเผื่อในกรณีของเสียหายที่จะเกิดระหว่างการทำงานและควรเผื่อเท่าที่จำเป็นทั้งนี้ต้องตรวจสอบราคากลางที่พอจะสืบได้จากผู้ออกแบบเพื่อนำมาเปรียบเทียบดูว่าการประมูลราคาสูงไปหรือต่ำไปเพราะเหตุใดบางทีอาจสูงไปเนื่องจากเลือกใช้วัสดุดีเกินไปหรือต่ำไปอันเนื่องจากคิดตกบางส่วนไป เป็นต้น

การประมาณราคาสำหรับอาคารที่ต้องทำอย่างดีเมื่อมีการเลือกวัสดุ(นอกเหนือจากระบุ)การใช้ช่างที่มีฝีมือและการเลือกใช้เทคนิคพิเศษราคาควรจะสูงขึ้นและไม่สามารถทำราคาให้ต่ำลงได้แม้จะมีการเสนอราคาสูงก็อาจได้รับงานเพราะเจ้าของเชื่อว่าผู้รับเหมาจะทำงานได้ดีจึงควรคิดราคาอย่างเต็มที่มีหลายรายต้องขาดทุนเนื่องจากดูไม่ออกว่าเจ้าของต้องการผลงานแค่ไหนกรณีต้องตัดสิ้นใจเช่นเดียวกัน

การประมาณราคาที่มีการควบคุมอย่างเข้มงวดโดยเจตนาของผู้รับเหมาจะทำงานให้ดีอยู่แล้วแต่มีบุคคลผู้มีหน้าที่เป็นตัวแทนของเจ้าของอาคารตัวแทนสถาปนิกหรือวิศวกรหรือบริษัทที่ปรึกษาที่ดูแลการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นต้องเป็นไปตามแบบมาตรฐานของวิศวกรควบคุมความเคร่งครัดอาจทำให้งานชะงักและมีหลายอย่างทำให้ผู้รับเหมาต้องจ่ายเงินเกินยอดที่ประมาณไว้เสมอจึงควรสืบดูว่าหน่วยงานนี้จะมีการควบคุมกันอย่างไรมีอยู่หลายครั้งวิศวกรควบคุมขาดประสบการณ์คิดแต่วิธีการของตนถูกต้องเสมอและมีทัศนคติว่าผู้รับเหมาจะบิดพลิ้วจึงเข้มงวดจนกระทั่งสร้างงานต่อไปไม่ได้โดยลืมนึกไปว่าหน้าที่ของการควบคุมงานอันหนึ่งก็คือช่วยหาวิธีการที่คิดว่าดีกว่าและแนะนำแก่ผู้รับเหมาเพื่อให้งานดำเนินการไปให้แล้วเสร็จตามกำหนด ทุกฝ่ายถ้าสัมพันธ์กันจะทำให้งานดำเนินไปตามจุดประสงค์ได้

การประมาณราคางานราชการผู้รับเหมาหลายๆรายมีความถนัดและชอบที่จะรับงานราชการอาจมีเหตุผลว่ามีระบบการจ่ายที่แนะนอนหรืออาจรู้จักบุคคลในหน่วยงานนั้นเพื่อประโยชน์ในการดำเนินการต่างๆและจะพบบริษัทที่แปลกปลอมหรือหน้าใหม่เข้าไปประมูลน้อยมากงานราชการมีกรรมการหลายๆฝ่ายเช่นฝ่ายเปิดซอง ฝ่ายพิจารณาการประมูล ฝ่ายทำสัญญา ฝ่ายตรวจงาน เป็นลักษณะคณะกรรมการร่วมหลายๆหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ข้อกำหนดทั่วไป

2.5.1.1 การวัดระยะ การคำนวณ และการคิดเลขทางคณิตศาสตร์

การวัดความยาว ความกว้าง ความหนาของวัสดุหนึ่ง โดยใช้เครื่องมือวัดที่เป็นระบบอังกฤษวัดความยาวเป็นนิ้ว ฟุต และหลาแต่ถ้าเป็นการวัดด้วยระบบเมตริกจะใช้การวัดเป็นมิลลิเมตร เซนติเมตร เมตร และกิโลเมตร เป็นลำดับ เครื่องมือที่นำมาวัดจะต้องผ่านการทดสอบว่าเที่ยงตรง แม้วัสดุที่ทำเครื่องวัดจะทำให้ระยะความยาวที่วัดผิดไปบ้าง ถ้าเป็นงานละเอียด เช่น งานสำรวจ จะมีวิธีคำนวณแก้ความผิดพลาด

สำหรับการวัดพื้นที่นั้น เป็นผลการคำนวณที่ได้มาจากจากระยะความยาวหรือความกว้าง ทั้งนี้ต้องเป็นไปในระบบการวัดมาตราเดียวกัน เช่น วัดความยาวด้านหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นเมตรความกว้างก็วัดเป็นเมตรด้วย จึงนำตัวเลขทั้งสองตัวมาคูณกันแล้วได้เป็นพื้นที่ นับหน่วยเป็นตารางเมตร หรือ ตร.ม. หรือ ม^2 จากตัวอย่างดังกล่าว แม้ว่าหน่วยความยาวที่วัดได้จะแสดงไว้ในแบบแตกต่างกันก็ตาม ต้องเปลี่ยนระยะความยาวให้เป็นระบบเดียวกันเสียก่อน จึงจะนำมาหาตารางต่อหน่วยนั้น ๆตารางเซนติเมตร ตารางกิโลเมตร ตารางนิ้ว ตารางฟุต หรือตารางหลา การแปลงหน่วยนั้นผู้คำนวณจะต้องทราบรายละเอียดเกี่ยวระบบกับการวัดนั้น ๆ สำหรับการวัดเป็นปริมาตรหรือลูกบาศก์ใช้ระบบหรือหน่วยการวัดเดียวกัน

การวัดความยาวที่ใช้แปลงหน่วยทั้ง 2 ระบบมีดังนี้

• ระบบอังกฤษ

12 นิ้ว เท่ากับ 1 ฟุต

3 ฟุต เท่ากับ 1 หลา

1,765 หลา เท่ากับ 1 ไมล์

• ระบบเมตริก

10 มิลลิเมตร เท่ากับ 1 เซนติเมตร

100 เซนติเมตร เท่ากับ 1 เมตร

1,000 เมตร เท่ากับ 1 กิโลเมตร

2.5.1.2 การแปลงหน่วยโดยคิดเลขตามหลักคณิตศาสตร์

การแปลงหน่วยการวัดความยาวจากระบบหนึ่งไปอีกระบบหนึ่งนั้น สามารถคำนวณได้ดังนี้

• ตัวอย่าง ให้คำนวณระยะความยาว 2 ฟุต 8 นิ้ว เป็นเมตร

อธิบาย ความยาว 2 ฟุต 8 นิ้ว (เขียนภาษาช่าง 2'- 8") เป็นการใช้ความยาวตามระบบอังกฤษเมื่อต้องการเปลี่ยนเป็นเมตรซึ่งเป็นระบบเมตริก จะต้องใช้สูตรการแปลงมาตรา ดังนี้

1 นิ้ว เท่ากับ 2.54 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ฟุต เท่ากับ 30.48 เซนติเมตร

1 หลา เท่ากับ 91.44 เซนติเมตร หรือ เท่ากับ 0.9144 เมตร

1 ไมล์ เท่ากับ 1.609 กิโลเมตร

จากตัวอย่างนี้ ระยะความยาว 2' 8" อาจแปลงจากหน่วยเล็กไปหาหน่วยใหญ่ จาก 8 นิ้ว ให้เป็นหน่วยของฟุต โดยนำ 12 มาหาร (จากสูตร 12 นิ้ว เท่ากับ 1 ฟุต)

2.5.1.3 การคิดพื้นที่

หน่วยของการคิดพื้นที่นั้นนิยมใช้กันเป็นระบบอังกฤษ และระบบเมตริก ดังนี้

• ระบบอังกฤษ

ตารางนิ้ว = in^2

ตารางฟุต = ft^2

ตารางหลา = yd^2

ตัวอย่าง ก. วัสดุแผ่นหนึ่งมีด้านกว้าง 1 นิ้ว และยาว 1 นิ้ว หรืออาจเรียกว่ากว้างด้านละ 1 นิ้ว มีค่าเท่ากับ 1 ตารางนิ้ว

วิธีการคำนวณ ด้าน x ด้าน = พื้นที่ (ตาราง)

1" x 1" = 1 ตารางนิ้ว

ตัวอย่าง ข. วัสดุอีกแผ่นด้านละ 1 ฟุต และแต่ละด้านแบ่งได้ 12 นิ้ว

วิธีการคำนวณ ด้าน (12 นิ้ว) x ด้าน (12 นิ้ว)

12" x 12" = 144 ตารางนิ้ว หรือ

1 ฟุต x 1 ฟุต = 1 ตารางฟุต นั่นเอง

ตัวอย่าง ค. วัสดุอีกแผ่นมีความกว้างของแผ่นด้านละ 1 หลา แต่ละด้านแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละเรียกว่า 1 ฟุต (3 ฟุตเท่ากับ 1 หลา) และ 9 ตารางฟุตเท่ากับ 1 ตารางหลา

สูตรพื้นที่ ด้าน x ด้าน = พื้นที่ (ตาราง)

1 หลา x 1 หลา = 1 ตารางหลา หรือ

3 ฟุต x 3 ฟุต = 9 ตารางฟุต นั่นเอง

• ระบบเมตริก

ตารางเซนติเมตร = cm^2

ตารางเมตร = $m.^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางกิโลเมตร = $km.^2$

การคิดพื้นที่โดยระบบเมตริก

100 ตารางมิลลิเมตร	=	1 ตารางเซนติเมตร	
(10 x 10 = 100)	หรือ	1 เซนติเมตร	เท่ากับ 10 มิลลิเมตร
10,000 ตารางเซนติเมตร	=	1 ตารางเมตร	
(100 x 100 =10,000)	หรือ	1 เมตร	เท่ากับ 100 เซนติเมตร
1,000,000 ตารางเมตร	=	1 ตารางกิโลเมตร	
(1,000 x 1,000 =1,000,000)	หรือ	1 กิโลเมตร	เท่ากับ 1,000 เมตร

2.5.2 ขั้นตอนการประมาณราคา (System estimation procedure)

การประมาณราคาต้องใช้ความรวดเร็วในการทำดังนั้นต้องมีวิธีการเพื่อทำได้รวดเร็วและเป็นแบบแผน ดังนั้นผลที่ได้จะมีค่าแค่ใกล้เคียงกับความจริงเท่านั้น ซึ่งจะสรุปขั้นตอนทั่วไปในการประมาณราคา มี 4 ข้อหลักๆ ดังนี้

• **ขั้นตอนที่ 1** การพิจารณาและตรวจสอบแบบ

ต้องนำแบบที่ได้มาตรวจสอบเบื้องต้นก่อนคือได้รับแบบครบหรือไม่ดูแบบคร่าวๆทำความเข้าใจดูสัญลักษณ์ประกอบเมื่อทำความเข้าใจก็ส่งข้อมูลให้ร้านค้าเสนอราคา

สิ่งที่สำคัญมากอีกอย่างก็คือ ต้องนำ BOQ ที่ได้รับมาทำความเข้าใจก่อนเพราะ BOQ แต่ละงานรูปแบบไม่เหมือนกันซึ่งจะเป็นแนวทางในการถอดแบบว่าควรจะรวมหรือแยกในแต่ละส่วนอย่างไร

• **ขั้นตอนที่ 2** การนับปริมาณอุปกรณ์และวัดขนาดความยาวของท่อและสาย

เริ่มต้นในการถอดนับอุปกรณ์ วัดขนาดความยาวของอุปกรณ์ในแต่ละชนิดไว้ในแต่ละแผ่นแล้วเขียนลงไปในแบบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบและแก้ไขอย่าลืมตรวจสอบ “อัตราส่วน (Scale)” ทุกครั้งก่อนทำการวัด

มีข้อแนะนำคือ ให้ทำเกี่ยวกับแรงสูงก่อนเพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีปริมาณน้อยแต่ราคาสูง ซึ่งจะมีผลต่อราคามากจึงควรให้เวลากับระบบนี้ให้มาก หลังจากนั้นค่อยเริ่มทำระบบอื่นต่อไป

• **ขั้นตอนที่ 3** การลงอุปกรณ์ในแบบฟอร์ม (Back up sheets)

เป็นการรวบรวมอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ การรวบรวมนั้นควรมีแบบฟอร์มในการรวมรวมเพื่อให้ง่ายต่อการรวบรวมและป้องการการตกหล่น (Back up sheet)

• **ขั้นตอนที่ 4** การกรอกปริมาณและราคาในตาราง BOQ

เป็นการกรอกข้อมูลที่ได้ลงใน BOQ ทั้งปริมาณและราคาหลังจากนั้นก็ทำการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ตัวอย่างการประมาณราคา

2.5.3.1 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบแสงสว่าง

ก. ดูสัญลักษณ์ของโคมไฟแต่ละชนิดให้เข้าใจโดยดูจากสัญลักษณ์ (Symbols) ที่มากับแบบและในคู่มือประกอบแบบดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 รูปโคมไฟชนิดต่างๆ

ข. ถ่ายเอกสารรายละเอียดโคมแต่ละชนิดส่งร้านค้าเพื่อขอราคา โดยรายละเอียดของโคมอาจจะมีในแบบหรือในคู่มือประกอบแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. นับจำนวนโคมไฟแต่ละชนิดว่ามีจำนวนเท่าไร เมื่อนับจำนวนหมดแล้วให้กรอกใน BOQ ในช่องจำนวน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 BOQ โคมไฟฟ้า

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q.TY.	MATERIAL		LABOUR		TOTAL
				U.COST	COST	U.COST	COST	
	LIGHTING FIXTURE							
1	1x36W.FL.ALUMINIUM	SET	42					
2	2x36W.FL.ALUMINIUM	SET	1,693					
3	1x36W.FL.BARE TYPE(WP)	SET	19					
4	1x18W	SET	90					

• นับจำนวนสวิตช์ว่ามีจำนวนเท่าไร โดยแยกเป็นสวิตช์ทางเดี่ยว S, สวิตช์สองทาง S2 หรือสวิตช์ที่มีไฟเช่น สวิตช์ของพัดลมดูดอากาศ SF เป็นต้น ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 จำนวนสวิตช์ระบบแสงสว่าง

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q.TY.	MATERIAL		LABOUR		TOTAL
				U.COST	COST	U.COST	COST	
	SWITCH & OUTLET							
1	-Single switch 15A	SET	50					
2	-Two way switch	SET	12					

วัดความยาวสายแต่ละวงจรโดยขนาดสายและชนิดของสายที่ใช้แต่ละวงจรให้ดูจากตาราง Load schedule หรือตามที่แสดงในแบบและต้องไม่ลืมว่าความยาวที่วัดได้เป็นเพียงเส้นเดียวเท่านั้น ก่อนจะกรอกลง BOQ จะต้องคูณจำนวนสายที่ลากไปในแต่ละวงจรด้วยดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตารางโหลดระบบแสงสว่าง

Project : Central Wongamat beach resort								3 ph-4 w, 415/240 Vac		
Panel Schedule : P21/A3								Location : A3, 2nd Fl.		
No. of circuit : 36 circuits										
Ckt	Description	Circuit Breaker			Conductor		Raceway		Connected load VA		
		P	AT	kA	size	type	type	size	A	B	C
1	Lighting	1	15	6	2x4/4	THW	EMT	½"	1,560		
3	Lighting	1	15	6	2x4/4	THW	EMT	½"		1,560	
5	Lighting	1	15	6	2x4/4	THW	EMT	½"			1,490

จากตาราง 4 ปริมาณสายที่วัดได้จะต้องคูณด้วย 3 เพราะว่ามีสาย Line, Neutral และ ground ขนาดเท่ากับ 4 Sq.mm. เป็นชนิด THW วัดความยาวท่อของแต่ละวงจร โดยขนาดท่อที่ใช้แต่ละวงจรให้ดูจากตาราง Load schedule ประกอบ (เมื่อวัดความยาวสายได้แล้ว ความยาวท่อจะน้อยกว่าความยาวสายเล็กน้อย เพราะฉะนั้นวัดครั้งเดียวจะได้ค่าทั้งสองอย่าง) จากตัวอย่างที่ 4 ขนาดของท่อคือ ½" และเป็นแบบ EMT เมื่อได้ปริมาณสายและท่อของแต่ละวงจรแล้ว ให้รวมปริมาณสายแต่ละชนิดและแต่ละขนาด เพื่อมากรอกใน BOQ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ถอดปริมาณท่อสายระบบแสงสว่าง

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q.TY.	MATERIAL		LABOUR		TOTAL
				U.COST	COST	U.COST	COST	
	CABLE & CONDUIT							
1	1.5 SQ.MM. THW	SET	2,000	4	8,000	3	6,000	14,000
2	2.5 SQ.MM. THW	SET	67,000	6	402,000	4	268,000	670,000
3	4 SQ.MM. THW	SET	10,000	9	90,000	6	60,000	150,000
4	1/2" EMT	SET	20,000	34	680,000	8	160,000	840,000
5	3/4" EMT	SET	3,000	48	144,000	10	30,000	174,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Supplier ได้ส่งราคามาแล้วให้นำมากรอกใน BOQ ในช่องราคาของดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 BOQ โคมไฟฟ้า

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q.TY.	MATERIAL		LABOUR		TOTAL
				U.COST	COST	U.COST	COST	
	LIGHTING FIXTURE							
1	1x36W.FL.ALUMINIUM	SET	42	927	38,934	82	3,444	42,378
2	2x36W.FL.ALUMINIUM	SET	1,693	1,545	2,615,685	82	138,826	2,754,511
3	1x36W.FL.BARE TYPE	SET	19	1,030	19,570	82	1,558	21,128
4	1x18W	SET	90	618	55,620	82	7,380	63,000

เมื่อกรอกข้อมูลครบทุกรายการในระบบแสงสว่าง (Lighting) แล้วจะได้ดัง BOQ ท่อสายและอุปกรณ์ดังตารางที่ 2.7 และ 2.8

ตารางที่ 2.7 BOQ ระบบแสงสว่าง

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q.TY.	MATERIAL		LABOUR		TOTAL
				U.COST	COST	U.COST	COST	
	LIGHTING FIXTURE							
1	1x36W.FL.ALUMINIUM	SET	42	927	38,934	82	3,444	42,378
2	2x36W.FL.ALUMINIUM	SET	1,693	1,545	2,615,685	82	138,826	2,754,511
3	1x36W.FL.BARE TYPE(WP)	SET	19	1,030	19,570	82	1,558	21,128
4	1x18W	SET	90	618	55,620	82	7,380	63,000
	SWITCH&OUTLET							
1	-Single switch 15A	SET	50	120	6,000	80	4,000	10,000
2	-Two way switch	SET	12	150	1,800	80	960	2,760

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 BOQ งานท่อและสายไฟฟ้า

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q.TY.	MATERIAL		LABOUR		TOTAL
				U.COST	COST	U.COST	COST	
	CABLE&CONDUIT							
1	1.5 SQ.MM. THW	SET	2,000	4	8,000	3	6,000	14,000
2	2.5 SQ.MM. THW	SET	67,000	6	402,000	4	268,000	670,000
3	4 SQ.MM. THW	SET	10,000	9	90,000	6	60,000	150,000
4	1/2" EMT	SET	20,000	34	680,000	8	160,000	840,000
5	3/4" EMT	SET	3,000	48	144,000	10	30,000	174,000
	Fitting and accessories	LOT	1					474,177
	Hangers and supports	LOT	1					474,177
	Total for lighting system							5,677,371

ชื่อบริษัทที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ LIGHTING FIXTURE

- LIGHTING & EQUIPMENT CO.,LTD TEL.0-2248-8133
- บริษัทแสงมิตร จำกัด TEL.0-2882-2033
- บริษัทวาไรเทค TEL.0-2678-9981-3
- ELECTRIC CENTER TEL.0-81803-2070

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.2 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบโทรศัพท์

ก. ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแบบและตรวจสอบแบบ

- เมื่อได้รับแบบที่จะทำการประมาณราคาให้ตรวจสอบดูจากบัญชีรายชื่อแบบ (List of drawing) ว่าแบบที่ได้รับมามีครบตามจำนวนหรือไม่
- ทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์ (Symbols) ให้เข้าใจ

ข. ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุอุปกรณ์

- ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะใช้เฉพาะโครงการที่จะทำการประมาณราคาและทำการขอราคาจากร้านค้าที่ผู้ออกแบบต้องการใช้ในโครงการ

ตัวอย่าง แสดงคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุอุปกรณ์

" หมวดที่ 4 ข้อกำหนดระบบโทรศัพท์-สื่อสารข้อมูล

4. ข้อกำหนดระบบโทรศัพท์ – สื่อสารข้อมูล

4.1 เงื่อนไขทั่วไป

งานติดตั้งระบบโทรศัพท์-สื่อสารข้อมูล (Telephone & Communication System) ทั้งหมดเป็นงานส่วนหนึ่งที่จัดทำโดยผู้รับเหมางานระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้ง และจัดหาอุปกรณ์ทั้งหมดที่ประกอบขึ้นตามที่ปรากฏใน แบบ ระบบโทรศัพท์-สื่อสารข้อมูล ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้งานกับระบบโทรศัพท์ วิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งภายในระยะเวลาอันสมควรแบบเป็นภาพวาดแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์พอสังเขปเท่านั้น ในกรณีที่แบบรายการข้อกำหนดและสถานที่งานก่อสร้างขัดแย้ง ให้ถือคำชี้แจงของวิศวกรเป็นข้อยุติ โดยจะต้องกระทำในระหว่างขั้นตอนเสนอราคา มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะถือเป็นสาเหตุคิดราคาค่าวัสดุอุปกรณ์และ/หรือค่าแรงงานเป็น งานเพิ่มมิได้

4.2 Telephone Outlet

เต้ารับโทรศัพทท์ั่วไปจะต้องเป็นชนิดติดฝังผนังแบบ Modular Jack สำหรับใช้งานระบบโทรศัพท์ ติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะมีฝาปิดเรียบร้อย ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างขนาด สีของ Cover Plate ให้สถาปนิกฝ่ายผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

4.3 Telephone Terminating Block : TB

ประกอบด้วยกล่องเหล็ก (Steel Box) มีฝาปิดแบบบานพับพร้อมมือจับสามารถปิดล็อดได้โดยใช้กุญแจ ภายในบรรจุ Terminal Strips ขนาดชุดละ 10 คู่สาย จำนวนตามที่ระบุในแบบ ที่ตัวกล่องมี Knock Out เตรียมไว้สำหรับเจาะติดตั้งท่อร้อยสายไฟได้ และจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และทาสีให้เหมือนกับผนัง ขนาดและจำนวนคู่สายดูรายละเอียดจากแบบ ในกรณีที่กล่องต่อสายมีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่ จะต้องมี Wire Retainer และ Wire Guide เพื่อจัดหมวดหมู่ของสายให้เรียบร้อย การต่อสายโทรศัพท์ ณ ที่กล่องเหล็กจะต้องสามารถจัดทำด้วยเชิงกลโดยเครื่องมือต่อสายโดยเฉพาะเท่านั้น

4.4 Main Distribution Frame : M.D.F.

M.D.F. จะต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับจำนวนคู่สายเข้าออก หรือตามที่แบบกำหนดต่อเข้ากับ M.D.F. เดิมของอาคาร M.D.F. จะต้องต่อวงจรไฟฟ้าลงดินด้วยแท่ง

" Ground Rod ขนาด 5/8" x 10' ฟุต ตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์ โดยใช้ขนาดสายไฟฟ้าทองแดงเปลือยมีพื้นที่หน้าตัดไม่ต่ำกว่า 16 ตร.มม. เดินในท่อร้อยสายฝังดินให้เรียบร้อย

4.5 Distribution Cable

จะต้องเป็นแบบ (TPEV) Polyethylene Insulated and PVC, Sheathed Terminating Cable with AluminiumShield ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม.จัดทำใน Wire Way โดยมี Cable Support รองรับอย่างแข็งแรงมีขนาด และจำนวนคู่สายตามระบุไว้ในแบบ สายที่เดินภายนอกอาคารหรือในท่อร้อยสายฝังดินให้ใช้สาย Double Sheathed Alpethcable

4.6 Telephone Wires

สายโทรศัพท์สำหรับใช้งานกับเครื่องรับโทรศัพท์ภายในอาคาร จะต้องเป็นประเภท TIEV 2 คู่สายมีขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. มี OHM/KM, ไม่เกิน 95 OHM ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สายโทรศัพท์ทั้งหมดห้ามทำการตัดต่อ ณ จุดที่ไม่ใช่ Termination Block

4.7 Wire Way

Wire Way ที่ใช้งานของระบบโทรศัพท์ภายในอาคารจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กขนาดความหนาไม่ต่ำกว่า 1.0 มม.พับรูปสี่เหลี่ยมพร้อมฝาปิดชนิดล็อคได้ด้วยสกรูพ่นสีกันสนิมรองพื้นแล้วพ่นทับด้วยสีเทาแขวนยึดด้วยแท่งเหล็กขนาด 3/8" ทุกๆ ระยะ 2.4 เมตร (แนวการจัดทำ Wire Way ระบุอยู่ในแบบระบบโทรศัพท์) ที่บริเวณทุกรอยต่อหรือทางแยกของ Wire Way จะต้องไม่มีรอยคมของแผ่นโลหะและมีแผ่นยางรองรับติดตั้งอยู่กับที่เพื่อป้องกันสายไฟฟ้าชำรุด รอยต่อของ Wire Way จะต้องย้ำติดกันด้วยแรงกลอย่างแข็งแรง Wire Way ทุกท่อน จะต้องสามารถทำหน้าที่ Continuity Ground ได้โดยต่อวงจรร่วมกับสายดิน "

รายการข้างต้นนี้คือ ตัวอย่างข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ (Specification) ที่ผู้คิดราคาต้องศึกษาดูก่อน จะทำการประมาณราคาและทำการขอราคาจากร้านค้า ที่ผู้ออกแบบต้องการใช้ในโครงการ

ค. ขั้นตอนที่ 3 วิธีการวัดความยาว ท่อและราง Wireway แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

- วัดสายเมนระบบโทรศัพท์ (Main telephone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายเมนคือสายที่จ่ายมาจากองค์การโทรศัพท์ ในการวัดสายเมนให้ดูที่แบบไดอะแกรมแนวดิ่ง (Rise diagram telephone) ว่าใช้สายชนิดใด สายเมนที่จ่ายไปยังตู้ชุมสายโทรศัพท์ (PABX), ตู้กระจายสัญญาณหลัก (Main distribution frame : MDF) และ ตู้กระจายสัญญาณย่อย (Telephone cabinet : TC) ชั้นใดบ้างและดูที่ผังพื้น (Floor plan) ตำแหน่งตู้ชุมสายโทรศัพท์ PABX , MDF อยู่ที่ตำแหน่งใดบ้าง ซึ่งส่วนมากจะอยู่ในห้องควบคุมหลัก (Control room)

ทำการวัดสายเมนจากองค์การโทรศัพท์ (TOT) ไปหาตู้ชุมสายโทรศัพท์ (PABX) วัดตามแนวกำหนดไว้ในแบบวัดความยาวได้แล้วให้ทำการจดบันทึกไว้ในตารางสาย จากนั้นจากตู้ PABX มายังตู้ MDF และจากตู้ MDF มายังตู้ TC ซึ่งท่อสายที่เดินเชื่อมถึงกันระหว่างตู้จะผ่านทางช่อง Shaft (ช่อง Shaft หมายถึงช่องที่เปิดไว้สำหรับให้ท่อสายเดินผ่านถึงกันระหว่างชั้นได้) เมื่อขึ้นจากช่อง Shaft แล้วสายจะเข้ามายังตู้ TC ไปยัง Outlet telephone ควรเผื่อสายไว้สำหรับต่อเข้าอุปกรณ์ด้วยประมาณ 2 เมตร บันทึกความยาวที่วัดได้ลงในตารางสาย

ง. ขั้นตอนที่ 4 การนับจำนวนอุปกรณ์

การนับจำนวนอุปกรณ์นับจากแบบผังพื้น (Floor plan) ไม่ควรนับจาก Rise diagram และให้นับตามสัญลักษณ์ตามแบบแล้วแยกประเภทอุปกรณ์ไว้ จากนั้นนำมากรอกในตารางกรอกจำนวนทีละชั้น

จ. ขั้นตอนที่ 5 การขอราคาวัสดุอุปกรณ์จากร้านค้า

เมื่อเราทราบรายละเอียดของข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ ของอุปกรณ์แต่ละตัวแล้วเราก็ต้องทำการขอราคาจากร้านค้า โดยอาจจะใช้วิธีคุยกันทางโทรศัพท์ และ ส่งแฟกซ์ หรือส่ง E-mail เกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆให้กับทางร้านค้าเพื่อทำการจัดส่งราคาสิ่งที่เราจะต้องทำการจัดส่งให้กับทางร้านค้ามีดังนี้

- รายละเอียด/จำนวนของอุปกรณ์แต่ละตัว
- ข้อกำหนดเกี่ยวกับยี่ห้อของอุปกรณ์ที่ทางเจ้าของโครงการต้องการ (Vender List)
- Riser diagram ของงานระบบโทรศัพท์ พร้อมกับแนบสัญลักษณ์ (Symbol) ไปด้วย

ตัวอย่างบริษัทที่จำหน่ายอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์

- MDF MARKETING CO.,LTD
- INTERLINK COMMUNICATION (THAILAND) LTD

ฉ. ขั้นตอนที่ 6 การกรอกข้อมูลในตาราง BOQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางบริษัทผู้ออกแบบจะทำ BOQ มาให้ ให้เราทำการดู BOQ เป็นอย่างไรแบ่งจำนวนอุปกรณ์เป็นชั้นหรือรวมอุปกรณ์ทั้งหมด

จำนวนสายเมน สาย BRANCH และอุปกรณ์ที่รวมไว้ในแต่ละชั้นนำมากรอกใน BOQ ถ้า BOQ แบ่งเป็นชั้นก็ให้กรอกใส่ในแต่ละชั้น หาก BOQ เป็นแบบรวมก็ให้เอาแต่ละชั้นมารวมเป็นจำนวนเดียวกันกรอกในตาราง ส่วนค่าแรงให้นำราคากลางที่ทางบริษัทกำหนดมาคิดคำนวณ ในส่วนของการคิด Accessories, fitting ให้คิดตามมาตรฐานของทางบริษัท

หมวดสายคิด %Fitting = 10%

หมวดท่อ, wireway คิด %Fitting = 10%

ชื่อบริษัทที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์

MDF MARKETING TEL. 0-2863-8211-6 ติดต่อคุณกาญจนา

INTERLINK COMMUNICATION (THAILAND) LTD. TEL.0-2693-1222 ติดต่อคุณสุเทพ

2.5.3.3 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแบบและตรวจสอบแบบ

เมื่อได้รับแบบที่จะทำการประมาณราคาให้ตรวจสอบดูจากสารบัญแบบ (List of drawing) ว่าแบบที่ได้รับมามีครบตามจำนวนหรือไม่ ทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์ (SYMBOLS) ให้เข้าใจ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุอุปกรณ์

คุณลักษณะเฉพาะคือวัสดุอุปกรณ์เฉพาะโครงการที่เราจะทำการประมาณราคาและทำการขอราคาจาก ร้านค้าที่ผู้ออกแบบต้องการใช้ในโครงการ ตัวอย่าง แสดงคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุอุปกรณ์

“ ข้อกำหนดระบบคอมพิวเตอร์“

ติดตั้งอุปกรณ์ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ตู้ Rack-1 รองรับ Outlet ได้อย่างต่ำ 10 Port

- ตู้ Rack-2 รองรับ Outlet ได้อย่างต่ำ 50 Port

- ตู้ Rack-3 รองรับ Outlet รวมตู้ DC-2 ได้อย่างต่ำ 80 Port

- อุปกรณ์จะต้องประกอบด้วย High band distribution module 2/8, label holder module, wall mount box, Back mount frame in section tool & accessories

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบสายพร้อมทำรายงาน

- อุปกรณ์ Module จะต้องเป็นตราสินค้า KRONE, POUYE หรือเทียบเท่า

รายการข้างต้นนี้คือ ตัวอย่างข้อกำหนดหรือคุณลักษณะเฉพาะที่ผู้คิดราคาต้องศึกษาดูก่อน จะทำการประมาณราคาและทำการขอราคาจากร้านค้าที่ผู้ออกแบบต้องการใช้ในโครงการ

ขั้นตอนที่ 3 วิธีการวัดความยาว ท่อและราง Wireway แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

วัดสายเมน Main computer สายเมนคือที่จ่ายมาจาก Main rack ในการวัดสายเมนให้ดูที่แบบ Riser diagram computer ว่าใช้สายชนิดใด สายเมนที่จ่ายไปยังตู้ Rack ชั้นใดบ้างและดูที่ผังพื้นตำแหน่งตู้ Rack อยู่ที่ตำแหน่งใดบ้างซึ่งส่วนมากจะอยู่ในห้องควบคุมกลาง ทำการวัดสายเมน Main rack ไปหาตู้ Rack ย่อยตามชั้น วัดตามแนวกำหนดไว้ในแบบวัดความยาวได้แล้วให้ทำการจดบันทึกไว้ในตารางสาย โดยสายเมน Rack จะเดินมาตามแนวเพื่อขึ้นช่อง Shaft มายังตู้ Rack ย่อย ไปตามห้องที่ติดตั้ง Outlet computer ควรเผื่อสายไว้สำหรับต่อเข้าอุปกรณ์ด้วยประมาณ 2 เมตรบันทึกความยาวที่วัดได้ลงในตารางสาย

ขั้นตอนที่ 4 การนับจำนวนอุปกรณ์

การนับจำนวนอุปกรณ์นับจากแบบผังพื้นไม่ควรนับจาก Riser diagram และให้นับตามสัญลักษณ์ตามแบบแล้วแยกประเภทอุปกรณ์ไว้ จากนั้นนำมากรอกในตารางกรอกจำนวนทีละชั้น

ขั้นตอนที่ 5 การขอราคาวัสดุอุปกรณ์จากร้านค้า

เมื่อเราทราบรายละเอียดของคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์แต่ละตัวแล้วเราก็ต้องทำการขอราคาจากร้านค้าโดยอาจจะใช้วิธีคุยกันทางโทรศัพท์และส่งโทรสารหรือส่งอีเมลล์เกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆ ให้กับทางร้านค้าเพื่อทำการจัดส่งราคาสิ่งที่เราจะต้องทำการจัดส่งให้กับทางร้านค้ามีดังนี้ รายละเอียด, จำนวนของอุปกรณ์แต่ละตัว, ข้อกำหนดเกี่ยวกับยี่ห้อของอุปกรณ์ที่ทางเจ้าของโครงการต้องการ (Vender List), Riser Diagram ของงานระบบคอมพิวเตอร์พร้อมกับแนบสัญลักษณ์ (Symbol) ไปด้วย

• ขั้นตอนที่ 6 การลงตาราง BOQ

ทางบริษัทผู้ออกแบบจะทำ BOQ มาให้ ให้เราทำการดู BOQ เป็นอย่างไรแบ่งจำนวนอุปกรณ์เป็นชั้นหรือรวมอุปกรณ์ทั้งหมดจำนวนสายเมน สายวงจรย่อยและอุปกรณ์ที่รวมไว้ในแต่ละชั้นนำมากรอกใน BOQ ถ้า BOQ แบ่งเป็นชั้นก็ให้กรอกใส่ในแต่ละชั้น หาก BOQ เป็นแบบรวมก็ให้เอาแต่ละชั้นมารวมเป็นจำนวนเดียวกันกรอกในตาราง ส่วนค่าแรงให้นำราคากลางที่ทางบริษัทกำหนดมาคิดคำนวณในส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการคิด อุปกรณ์ประกอบให้คิดตามมาตรฐานของทางบริษัท หมวดสายคิด %FITTING = 10% หมวดท่อ , wirewayคิด %FITTING = 10%

ชื่อบริษัทที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์

• IBM THAILAND CO.,LTD. TEL.0-2273-42018 ติดต่อคุณธำรงศักดิ์

• INTERLINK COMMUNICATION (THAILAND) LTD. TEL.0-2693-1222 ติดต่อคุณสุเทพ

2.5.3.4 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ขั้นตอนที่ 1 การพิจารณาและตรวจสอบแบบ

เมื่อได้รับแบบมาแล้วให้ทำการตรวจสอบแบบว่ามีจำนวนหน้าครบหรือไม่โดยเช็คดูจากสารบัญแบบ หากแบบที่ได้รับมาไม่ครบให้ทำหนังสือแจ้งให้กับทางเจ้าของโครงการหรือผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงทันที อ่านรายละเอียดประกอบแบบให้ครบถ้วน โดยศึกษาสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานระบบนั้นๆให้เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงชนิดและขนาดของท่อสายที่ใช้ในระบบ อนึ่งแบบที่จะทำการถอดปริมาณจะใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์จริง

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุอุปกรณ์

ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ว่ากำหนดให้ว่ากำหนดให้ใช้ยี่ห้ออะไร

เพื่อใช้ประกอบการขอราคาจากร้านค้าซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในขั้นตอนที่ 4 Control power ให้ทำการตรวจเช็คว่าโครงการนั้นๆได้ออกแบบมาให้ระบบใช้ชุด Control power ในลักษณะใดโดยแบ่งออกได้ดังนี้

ก) แบบ Hard wire

ข) แบบ Semi multiplex

ค) แบบ Multiplex

ในส่วนของ อุปกรณ์ Detector แบ่งออกได้ดังนี้

ก) Smoke detector ทำหน้าที่ตรวจจับควัน มี 2 แบบ คือ Smoke detector photocell, Type Respectively และ Smoke detector photocell, Type Respectively addressable device

ข) Heat detector ทำหน้าที่ตรวจจับความร้อน ในส่วนของอุปกรณ์ Alarm จะประกอบไปด้วย Horn , Bell, Speaker การ Interface หมายถึงการเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ อาทิเช่น ระบบ BAS , Fire Protection, Air condition system เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไฟที่ใช้ในระบบจะต้องตรงตามมาตรฐานที่ผู้ออกแบบกำหนดมา ที่นิยมใช้โดยทั่วไปเป็นสาย THW , FRC, TWISPAIRED SHIELD เป็นต้น

• ขั้นตอนที่ 3 การนับปริมาณอุปกรณ์และวัดขนาดความยาวของท่อ สาย ลำดับความสำคัญได้ดังนี้

ก่อนทำการถอดแบบปริมาณควรทำการตรวจสอบสิ่งต่างๆเหล่านี้

ก) ทำการเช็คว่าห้องควบคุมหลัก (Control Room) อยู่ในตำแหน่งใดของโครงการ

ข) ห้องไฟฟ้า (Electrical Room) และช่อง Shaft ของแต่ละชั้นว่าอยู่ในตำแหน่งใด

ก่อนทำการวัดความยาวของท่อและสาย ควรตรวจเช็คขนาดสเกลของแบบว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไป ขนาดอัตราส่วนจะบอกไว้ที่มุมล่างขวาของแบบหรือตามที่กำหนด การเช็คสเกลแบบทำได้โดยหากที่แบบระบุอัตราส่วน 1:100 ก็ให้ใช้บรรทัดสามเหลี่ยมที่เขียนหน้า 1:100 มาวัดกับแบบที่บอกระยะของ Glide Line ว่าตรงตามอัตราส่วนหรือไม่ การถอดแบบ Main ของงานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในการถอดแบบปริมาณราคาควรที่จะต้องทำการถอดปริมาณงาน Main ของระบบก่อนงานวงจรย่อย เพราะว่าระบบ Main เป็นหัวใจหลักของงานทั้งนี้จะต้องมีความแม่นยำและถูกต้องที่สุด ซึ่งแบบในส่วนของงาน Main จะแสดงในรูปแบบของ Riser diagram โดยจะประกอบไปด้วย ตู้เมน Fire alarm control panel (FCP), Monitor module , Control module และลักษณะขนาดของท่อสายที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อได้ความยาวและจำนวนของท่อสายแล้วให้นำไปบวกรวมกันไว้ในตารางสรุปจำนวนการถอดแบบวงจรย่อยในแต่ละชั้นหรือในแต่ละโซนซึ่งในการถอดปริมาณอุปกรณ์และความยาวของท่อ สายวัดจากตู้ย่อยในแต่ละชั้นไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ในแต่ละชั้นจากนั้นนำจำนวนที่ได้ไปใส่ไว้ในตารางสรุปจำนวน

• ขั้นตอนที่ 4 ทำการขอราคาจากร้านค้า

เมื่อเราทราบรายละเอียดของคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์แต่ละตัวแล้วเราก็ต้องทำการขอราคาจากร้านค้าโดยใช้วิธีคุยกันทางโทรศัพท์และส่งโทรสาร หรือส่งอีเมลล์เกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆให้กับทางร้านค้าเพื่อทำการจัดส่งราคา สิ่งที่เราจะต้องทำการจัดส่งให้กับทางร้านค้ามีดังนี้ รายละเอียด, จำนวนของอุปกรณ์แต่ละตัว, ข้อกำหนดเกี่ยวกับยี่ห้อของอุปกรณ์ที่ทางเจ้าของโครงการต้องการ (Vender List), Riser Diagram ของงานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้พร้อมกับแนบสัญลักษณ์ (Symbol) ไปด้วย

• ขั้นตอนที่ 5 การกรอกปริมาณและราคาลงในตาราง BOQ

นำจำนวนที่ได้จากการถอดปริมาณขั้นตอนที่ 3 ใส่ในตาราง BOQ ตามตัวอย่างในตารางโดยนำปริมาณที่ได้จากการถอดปริมาณในขั้นตอนที่ 3 ใส่ในตาราง BOQ ในช่องของจำนวนอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(QUANTITY) โดยจะต้องกรอกให้ครบทั้งในส่วนของงานเมนหลักและวงจรย่อยในแต่ละชั้นและนำราคาของอุปกรณ์ที่ได้จากร้านค้าในขั้นตอนที่ 4 ใส่ในช่อง Unit price material ใส่ส่วนของค่าแรงจะต้องเป็นไปตามที่ทางบริษัทกำหนด หรือจากทางร้านค้าโดยใส่ในช่องของราคาค่าแรง Unit Price Labour

ชื่อบริษัทที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์

• บริษัทติยะมาสเตอร์ จำกัด TEL.0-2248-8541-3 ติดต่อคุณชวลิต

• บริษัทแมคบาย บาลาสเทค จำกัด TEL.0-2934-6267-9 ติดต่อคุณพิษณุ

• บริษัทสยามซินดิเคท จำกัด TEL.0-2733-6080ต่อ1536 ติดต่อคุณนิธิศ

2.5.3.5 ขั้นตอนการประมาณราคาระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม

ขั้นตอนที่ 1 การพิจารณาและตรวจสอบแบบ เมื่อได้รับแบบมาแล้วให้ทำการตรวจสอบแบบว่ามีจำนวนหน้าครบหรือไม่โดยเช็คดูจากสารบัญแบบ หากแบบที่ได้รับมาไม่ครบให้ทำหนังสือแจ้งให้กับทางเจ้าของโครงการหรือผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงทันที อ่านรายละเอียดประกอบแบบให้ครบถ้วน โดยศึกษาสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานระบบนั้นๆให้เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงชนิดและขนาดของท่อสายที่ใช้ในระบบ อนึ่งแบบที่จะทำการถอดปริมาณจะใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์จริง

• ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุอุปกรณ์

ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดคุณสมบัติของ วัสดุอุปกรณ์ว่ากำหนดให้ว่ากำหนดให้ใช้ยี่ห้ออะไร

เพื่อใช้ประกอบการขอราคาจากร้านค้าซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้ จานรับสัญญาณดาวเทียมและอุปกรณ์ประกอบเสาอากาศรับสัญญาณโทรทัศน์ภายในประเทศ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Sattlelite receiver) อุปกรณ์ผสมสัญญาณภาพและเสียง (Modulator) ชุดขยายสัญญาณ (Amplier)

ก) Channel amplier

ข) Channel PRE – amplier

ค) Channel converter

ง) Power supply

จ) Rack mounting

ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (Tap-offs and plitters or distribution boxes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• ขั้นตอนที่ 3 การนับปริมาณอุปกรณ์และวัดขนาดความยาวของท่อ สาย ลำดับความสำคัญได้ดังนี้

ก่อนทำการถอดแบบปริมาณควรทำการตรวจสอบสิ่งต่างๆเหล่านี้

ก) ทำการเช็คว่าห้องควบคุมหลัก (Control room) อยู่ในตำแหน่งใดของโครงการ

ข) ห้องไฟฟ้า (Electrical room) และช่อง Shaft ของแต่ละชั้นว่าอยู่ในตำแหน่งใด

ก่อนทำการวัดความยาวของท่อและสาย ควรตรวจเช็คขนาดอัตราส่วนของแบบว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไป ขนาดอัตราส่วนจะบอกไว้ที่มุมล่างขวาของแบบหรือตามที่กำหนด การเช็คอัตราส่วนแบบทำได้โดย หากที่แบบระบุอัตราส่วน 1:100 ก็ให้ใช้บรรทัดสามเหลี่ยมที่เขียนหน้า 1:100 มาวัดกับแบบที่บอกระยะของ Glide Line ว่าตรงตามอัตราส่วนหรือไม่

การถอดแบบ Main ของงานระบบ MATV ในการถอดแบบปริมาณราคาควรที่จะต้องทำการถอดปริมาณงาน

Main ของระบบก่อนงานวงจรย่อย เพราะว่าระบบ Main เป็นหัวใจหลักของงานทั้งนี้จะต้องมีความแม่นยำและถูกต้องที่สุด ซึ่งแบบในส่วนของงาน Main จะแสดงในรูปแบบไดอะแกรมแนวดิ่ง (Riser diagram) โดยจะประกอบไปด้วย ชุดขยายสัญญาณ เป็นต้น และลักษณะขนาดของท่อสายที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อได้ความยาวและจำนวนของท่อสายแล้วให้นำไปบวกรวมกันไว้ในตารางสรุปจำนวนการถอดแบบวงจรย่อย ในแต่ละชั้นหรือในแต่ละโซน ซึ่งในการถอดปริมาณอุปกรณ์และความยาวของท่อสายที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ในแต่ละชั้น จากนั้นนำจำนวนที่ได้ไปใส่ไว้ในตารางสรุปจำนวน

• ขั้นตอนที่ 4 ทำการขอราคาจากร้านค้า

เมื่อเราทราบรายละเอียดของคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์แต่ละตัวแล้วเราก็ต้องทำการขอราคาจากร้านค้า โดยอาจจะใช้วิธีคุยกันทางโทรศัพท์และส่งโทรสารหรือส่งอีเมลล์เกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆให้กับทางร้านค้า เพื่อทำการจัดส่งราคาสิ่งที่เราจะต้องทำการจัดส่งให้กับทางร้านค้ามีดังนี้

ก) รายละเอียด, จำนวนของอุปกรณ์แต่ละตัว

ข) ข้อกำหนดเกี่ยวกับยี่ห้อของอุปกรณ์ที่ทางเจ้าของโครงการต้องการ (Vender List)

ค) Riser Diagram ของงานระบบสัญญาณโทรทัศน์รวมพร้อมกับแนบสัญลักษณ์ (Symbol) ไปด้วย

• ขั้นตอนที่ 5 การกรอกปริมาณและราคาลงในตาราง BOQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำจำนวนที่ได้จากการถอดปริมาณขั้นตอนที่ 3 ใส่ในตาราง BOQ ตามตัวอย่าง แสดงตาราง BOQ

ก) โดยนำปริมาณที่ได้จากการถอดปริมาณในขั้นตอนที่ 3 ใส่ในตาราง BOQ ในช่องของจำนวนอุปกรณ์ (Quantity) โดยจะต้องกรอกให้ครบทั้งในส่วนของงานเมนหลักและวงจรย่อยในแต่ละชั้นและนำราคาของอุปกรณ์ที่ได้จากร้านค้าในขั้นตอนที่ 4 ใส่ในช่อง Unit Price Material

ข) ใส่ส่วนของค่าแรงจะต้องเป็นไปตามที่ทางบริษัทกำหนด หรือจากทาง Supplier โดยใส่ในช่องของราคาค่าแรง Unit Price Labour

ในส่วนของการใส่เปอร์เซ็นต์ของอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ให้คิดจาก 10% ของจำนวนรางเดินสาย (Race way) และ Fitting และ Hanger support ของงานเดินท่อร้อยสายไฟ คิดที่ 30 %

ชื่อบริษัทที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์

- บริษัทภัทรรุ่งโรจน์ จำกัด TEL.0-2410-8288 ติดต่อคุณพุทธชาด
- SUN-MOON CO.,LTD TEL.0-2342-1684-5 ติดต่อคุณอนุศักดิ์

2.5.4 สรุปขั้นตอนการประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา ต้องมีความรู้ความสามารถในหลายด้านซึ่งต้องใช้ความรู้ความชำนาญและประสบการณ์ รวมทั้งมีเทคนิคเฉพาะตัวอย่างสูง ซึ่งจะได้มาซึ่งราคาที่ใกล้เคียงในการก่อสร้างจริงมากที่สุด สิ่งสำคัญอีกประการในการประมาณราคาคือการอ่านแบบให้เข้าใจ เพราะส่วนใหญ่แบบมีการแบ่งเป็นส่วน ๆ ภายในหนึ่งชั้น บางครั้งอาจจะนับอุปกรณ์ซ้ำได้ ทำให้ราคาสูงกว่าความเป็นจริง ตรวจเช็คความถูกต้องของ อัตราส่วน ว่าได้มาตรฐานหรือไม่ รายการไหนที่นอกเหนือจาก BOQ ให้ทำการเพิ่มเข้าไปด้วย การกรอก อุปกรณ์ประกอบ (Fitting, accessories) ฯลฯ ต้องมีทุกท้ายรายการที่กรอก ควรส่งให้ร้านค้า เสนอราคามากกว่า 1 บริษัทอย่างน้อย 2 บริษัท เปรียบเทียบราคาของแต่ละร้านค้า ก่อนกรอกราคา ถ้าต่างกันมากควรถามร้านค้า อีกครั้งก่อนกรอกราคา

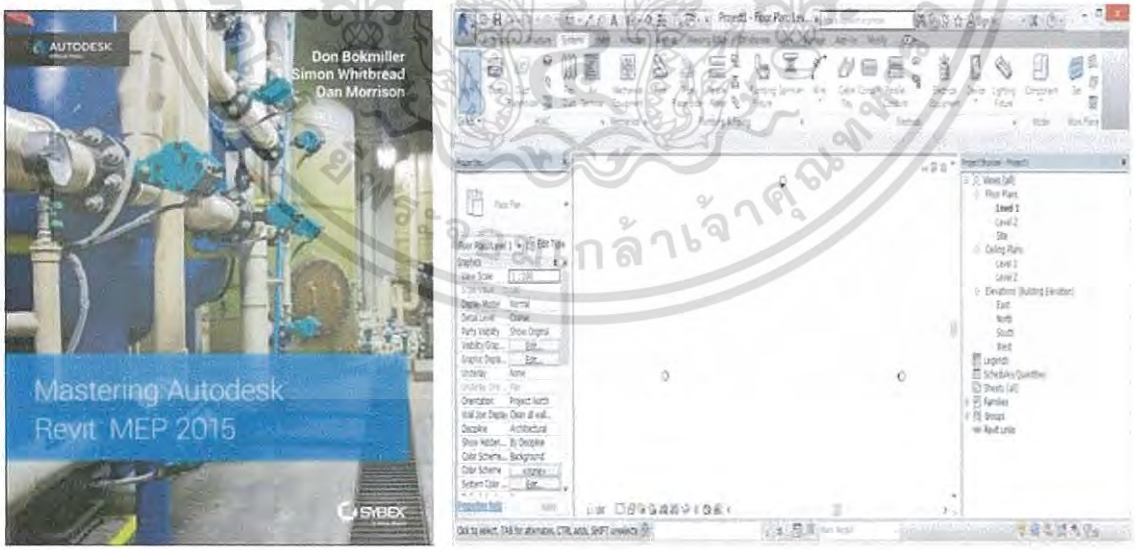
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้จะศึกษาการนำระบบ BIM มาใช้ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติอาคารและใช้โปรแกรมถอดปริมาณทำการประมาณราคาในส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับใช้คนประมาณราคาแบบดั้งเดิม เพื่อวิเคราะห์ผลการวิจัยเปรียบเทียบความเหมาะสมของโปรแกรมกับการใช้งานในส่วนงานรับเหมาก่อสร้างและประมาณราคา

3.1 เครื่องมือสำหรับงานวิจัย

สาหรับใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบ พิจารณาจากความเหมาะสมและความสะดวกในการนำโปรแกรมมาใช้งานโดยคำนึงถึงลักษณะคุณสมบัติและรูปแบบการใช้งานเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้โปรแกรมในตระกูลของ Autodesk ที่มีชื่อว่า Autodesk Revit MEP รุ่นปี ค.ศ.2015 เป็นซอฟท์แวร์ที่ช่วยให้สถาปนิกและนักออกแบบ ทำงานได้เหมือนกันกับที่คิด ทำให้สามารถพัฒนาแบบสถาปัตยกรรมให้ถูกต้องมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีคำสั่งพิเศษที่ออกแบบให้รองรับการทำงานการโมเดลรายละเอียดอาคาร (BIM-Building Information Modeling) ตามลำดับการทำงาน (Workflow) การสร้างโมเดลอาคารตามแนวความคิด วิเคราะห์ และ ปรับแก้ ตั้งแต่ออกแบบ แบบก่อสร้าง และ การก่อสร้าง ได้แม่นยำ ซึ่งสามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติได้ทั้งงานโครงสร้าง สถาปัตยกรรมและงานระบบประกอบอาคาร



รูปที่ 3.1 โปรแกรม Autodesk Revit MEP 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อาคารที่จะนำมาใช้เป็นกรณีศึกษา

3.2.1 รายละเอียดอาคารที่นำมาศึกษา

กรณีศึกษา มีพื้นที่โครงการประมาณ 6 ไร่ 1 งาน 40 ตารางวา ตั้งอยู่บริเวณสวนหลวง ระหว่างถนนจุฬาซอย 7–9 ใกล้รั้ว บริเวณธรรมสถาน โดยจะพัฒนาเป็นที่พักอาศัยเพื่อรองรับนิสิตต่างชาติ (International House) โดยมีแนวคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรมโดยอาศัยหลักการออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับภูมิอากาศ (Climatic Design) พึ่งพาระบบธรรมชาติ (Passive Design) เข้ามาแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองปัจจุบัน

เจ้าของโครงการคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งอยู่ที่ ถนนจุฬาฯ ซอย 9 (หมอน 41) แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร รูปแบบหอพักนานาชาติ มีจำนวนชั้นทั้งหมด 22 ชั้น เป็นโครงสร้าง Post Tension สิ่งอานวยความสะดวกมีมากมายอาทิเช่น สวนหย่อม, สระว่ายน้ำพร้อมสระเด็ก, ฟิตเนส, ลานอเนกประสงค์, ระบบรักษาความปลอดภัย 24 ชม. ใช้บริษัทออกแบบด้านสถาปนิกคือ บริษัทฮิวมานิสท์ จำกัด วิศวกรโครงสร้างคือ บริษัท เมททริกซ์ ซีวิล เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด วิศวกรงานระบบคือ บริษัท แปลน เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ส่วนผู้รับเหมาคือ บริษัท เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน) มีบริษัทที่ปรึกษาคือ บริษัท เอ็ม เอ เอ คอนซัลแตนท์ จำกัด ปีที่สร้างเสร็จ พ.ศ. 2556 งานก่อสร้างโครงการแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน

ก. งานเตรียมงานก่อสร้างและงานเสาเข็ม

ข. การก่อสร้างอาคารห้องพักทั้งหมด

ค. งานสถาปัตยกรรม

ง. งานภูมิสถาปัตยกรรม

อาคารกรณีศึกษา ประกอบด้วยระบบประกอบอาคารที่ทันสมัยและครบถ้วน โดยระบบไฟฟ้าแบ่งเป็นระบบไฟฟ้ากำลังและระบบสื่อสาร ซึ่งโครงการได้สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วในปีพ.ศ. 2556 ข้อมูลที่นำมาทำงานวิจัยครั้งนี้จะใช้แบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ของอาคารซึ่งเป็นแบบที่เขียนขึ้นให้ตรงกับแนวทางการก่อสร้างจริงทั้งในส่วน โครงสร้าง สถาปัตยกรรม ระบบประกอบอาคารให้ใกล้เคียงมากที่สุด ดังนั้นเมื่อถอดปริมาณอุปกรณ์แล้วเป็นผลให้ได้จำนวนอุปกรณ์ในการก่อสร้างจริงคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ตัดสินใจเลือกใช้แบบก่อสร้างจริงโครงการนี้มาทำงานวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยสามารถจำแนกได้เป็น 3 ส่วนคือส่วนที่

- แบบการก่อสร้างจริง (As-built drawing) งานสถาปัตยกรรมและระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- ปริมาณรายการวัสดุ (Bill of quantity)
- ข้อกำหนดเฉพาะงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร โดยรายละเอียดแต่ละส่วนจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

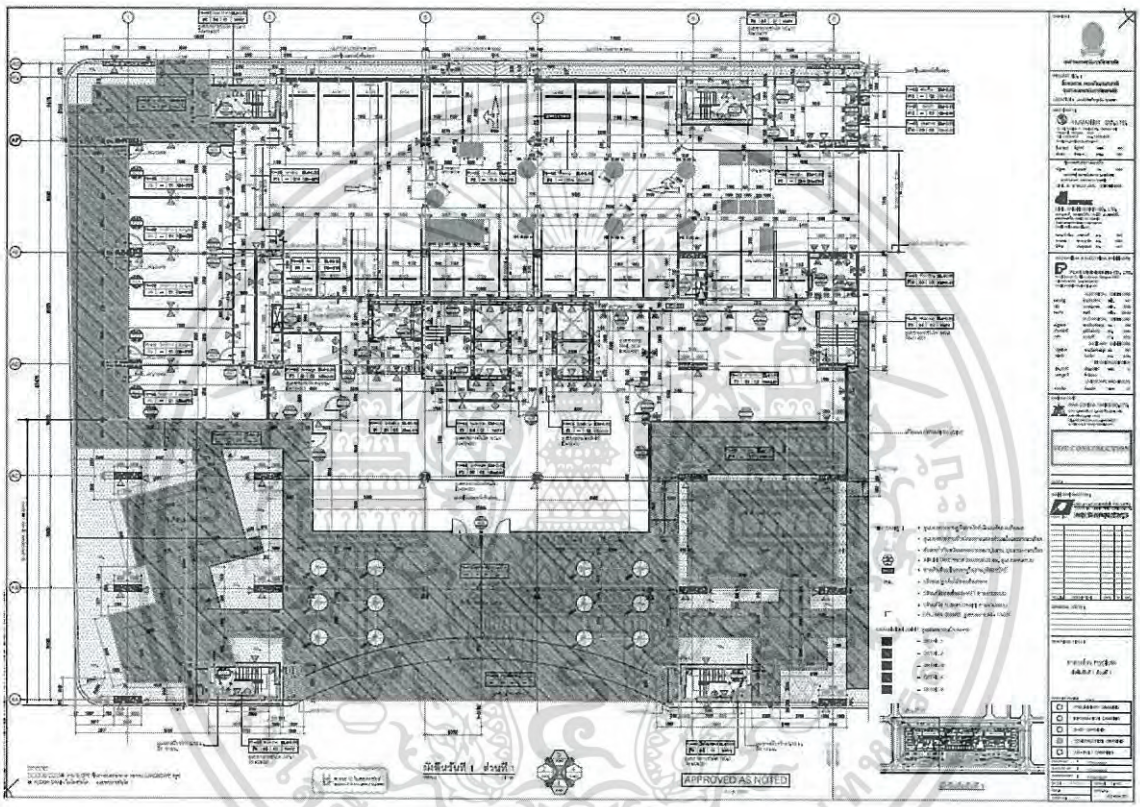
หมายเหตุ : ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นลิขสิทธิ์ของผู้จัดทำ ได้รับอนุญาติให้เผยแพร่เพื่อการศึกษาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แบบการก่อสร้างจริง (As built drawing)

3.2.2.1 แบบการก่อสร้างจริงงานสถาปัตยกรรม (Architectural As built drawing)

งานสถาปัตยกรรมแสดงเป็นแปลนพื้นในแต่ละชั้นได้แก่ชั้นที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6-22 ซึ่งชั้นที่ 6-22 เป็นชั้นที่มีแบบเหมือนกันทุกประการเป็นจำนวน 17 ชั้นดังตัวอย่างแปลนชั้นที่ 1 ตามรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแปลนงานสถาปัตยกรรมชั้นที่ 1

3.2.2.2 แบบการก่อสร้างจริงงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร (Electrical and communication As built drawing)

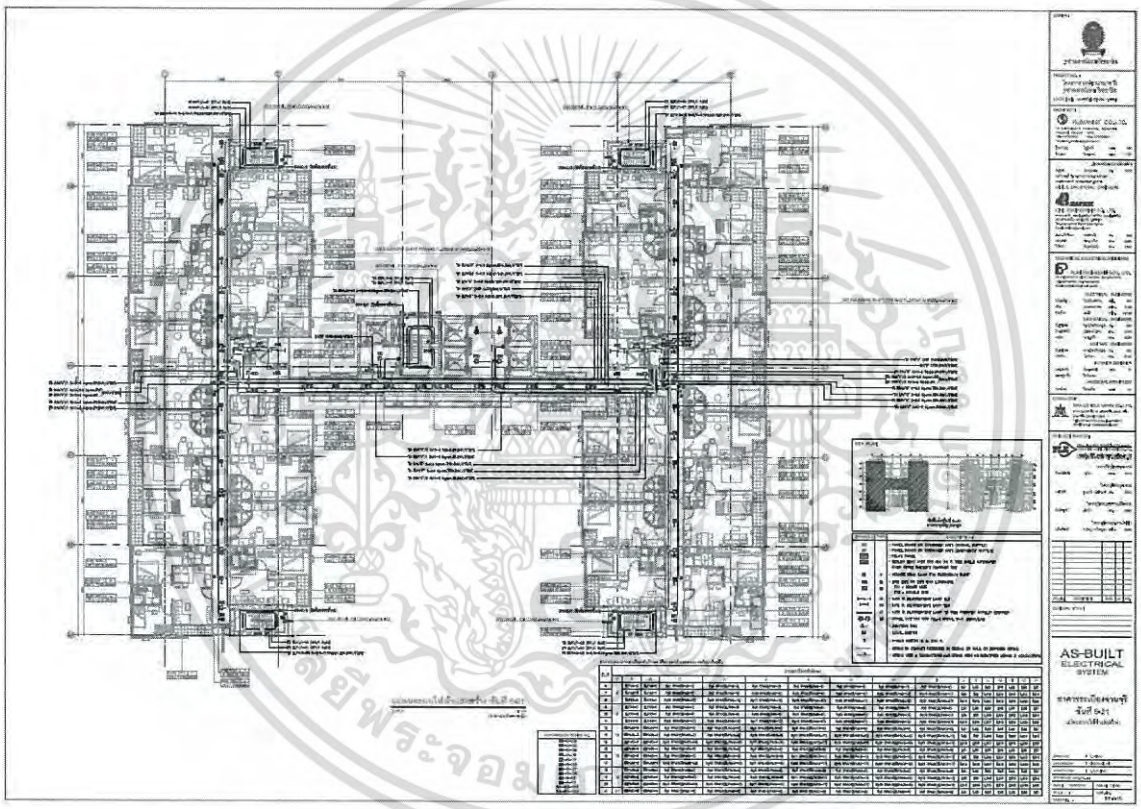
แสดงเป็นแปลนพื้นในแต่ละชั้นเหมือนกันกับงานสถาปัตยกรรมแต่ต่างกันที่งานระบบไฟฟ้ามีระบบต่างๆอีกหลายระบบอาทิเช่น

- ระบบแสงสว่าง (Lighting system) แบ่งเป็นชั้นที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6-21, 22
- ระบบเต้ารับ (Power/receptacle system) แบ่งเป็นชั้นที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6-21, 22
- ระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ (Telephone & computer system) ชั้นที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6-21, 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบโทรทัศน์รวม (MATV) ชั้นที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6-21, 22
- ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire alarm system) ชั้นที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6-21, 22
- แบบระบบไฟฟ้าและสื่อสารห้องชุด (Typical room) Type 1A, S2, 2A, 1BR และ 1BR/1

ตัวอย่างแปลนงานระบบแสงสว่างบริเวณทางเดินชั้นที่ 6-21 แสดงตามรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างแปลนงานระบบแสงสว่างชั้นที่ 6-21

3.2.3 ปริมาณรายการวัสดุ (Bill of quantity)

บัญชีรายการราคาวัสดุและค่าแรง โครงการหอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่วนงานอาคารหอพักบุคลากร แบ่งเป็นรายการวัสดุย่อยๆอีกทั้งหมด 14 รายการในส่วนระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ได้แก่

- งานแผงไฟฟ้าแรงต่ำ (DB และ EDB)
- งานแผงไฟฟ้าย่อย (Load center) แผงมิเตอร์และเซฟตีสวิทช์ (Safety switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- งานสายไฟฟ้า
- งานท่อไฟฟ้าและรางเดินสายไฟฟ้า
- งานโคมไฟ สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า
- งานระบบโทรศัพท์และข่ายสายคอมพิวเตอร์
- งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- งานระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV system)
- งานระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม (MATV)
- งานระบบสายดินและระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า
- งานระบบเข้าออกอัตโนมัติ
- งานระบบควบคุมไฟแสงสว่างอัตโนมัติ
- งาน Busduct

รายละเอียดการประมาณราคาแยกระบบต่างๆดังกล่าวแสดงได้ดังรูปที่ 16 ด้านล่างซึ่งเป็นมูลค่าเงินรวมแต่ละระบบ

EE-1

บัญชีรายการราคาวัสดุและค่าแรง 118

โครงการ : หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เจ้าของโครงการ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วันที่ : 2 กุมภาพันธ์ 2554 2. อาคารหอพักบุคลากร

ลำดับ	รายการ	รวมราคา (บาท)
	สรุปราคางานไฟฟ้าและสื่อสาร	
1	งานแผงไฟฟ้าแรงต่ำ (DB & EDB)	1,602,564
2	งานแผงไฟฟ้าย่อย แผงมิเตอร์ และเซฟตี้สวิทช์	5,632,545
3	งานสายไฟฟ้า	7,608,408
4	งานท่อไฟฟ้า และรางเดินสายไฟฟ้า	3,739,399
5	งานโคมไฟ สวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้า	13,530,815
6	งานระบบโทรศัพท์ และข่ายสายคอมพิวเตอร์	5,025,556
7	งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	4,007,251
8	งานระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV SYSTEM)	2,068,411
9	งานระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม (MATV)	2,546,470
10	งานระบบสายดิน และระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า	467,080
11	งานอุดเพื่อป้องกันไฟลาม	129,600
12	READER & FIELD DEVICES	834,756
13	งานระบบควบคุมไฟแสงสว่างอัตโนมัติ	563,208
14	งาน BUSDUCT	5,938,283
	รวมราคางานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	54,494,346

รูปที่ 3.4 การประมาณราคางานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในงานวิจัยได้ทำการเลือกบางหัวข้อที่เหมาะสมและตรงกับการใช้งานโปรแกรมเขียนแบบได้แก่

- งานท่อไฟฟ้าและรางเดินสายไฟฟ้า
- งานโคมไฟ สวิทซ์และเต้ารับไฟฟ้า
- งานระบบโทรศัพท์และข่ายสายคอมพิวเตอร์
- งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- งานระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV system)
- งานระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม (MATV)

ตาราง BOQ จะแสดงรายการวัสดุต่างๆ แสดงปริมาณของวัสดุชนิดนั้น แสดงราคาค่าวัสดุชนิดนั้น แสดงค่าแรงสำหรับติดตั้งวัสดุนั้นๆและแสดงมูลค่ารวมค่าวัสดุและค่าแรงสำหรับติดตั้งวัสดุชนิดนั้น โดยในรูปที่ 17 เป็นตัวอย่างใช้แสดง BOQ งานท่อไฟฟ้าและสื่อสารของระบบไฟฟ้ากำลัง ส่วนการประมาณราคางานส่วนอื่นๆสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ค

บัญชีแสดงรายการวัสดุและค่าแรง 123

โครงการ : หอพักนานาชาติ รุ่นกลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เจ้าของโครงการ : รุ่นกลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วันที่ : 2 กุมภาพันธ์ 2554 ส. สถาปนิกหอพักบุคลากร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา (บาท)
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
	งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร						
4.3	DIA. 1" EMT	M.	3,740	79	28	107	400,18
4.4	DIA. 1 1/4" EMT	M.	383	139	30	169	64,72
4.5	DIA. 1 1/2" EMT	M.		161	34	195	
4.6	DIA. 2" EMT	M.		200	40	240	
4.7	DIA. 1/2" IMC	M.		81	22	103	
4.8	DIA. 3/4" IMC	M.		109	25	134	
4.9	DIA. 1" IMC	M.		147	30	177	
4.10	DIA. 1 1/4" IMC	M.		139	35	224	
4.11	DIA. 1 1/2" IMC	M.		233	38	271	
4.12	DIA. 2" IMC	M.	191	318	44	362	69,142
4.13	DIA. 2 1/2" IMC	M.		497	52	549	
4.14	DIA. 3" IMC	M.		616	60	676	
4.15	DIA. 3 1/2" IMC	M.	935	708	68	776	725,560
4.16	DIA. 4" IMC	M.		813	78	891	
4.17	DIA. 25 mm. HDPE PN 6	M.	213	17	14	31	6,603
4.18	DIA. 32 mm. HDPE PN 6	M.	468	22	16	38	17,784
4.19	DIA. 40 mm. HDPE PN 6	M.		33	20	53	
4.20	DIA. 50 mm. HDPE PN 6	M.		44	24	68	
4.21	WIRE WAY H : 75 mm. W : 100 mm.	M.	1,190	263	92	355	422,450
4.22	WIRE WAY H : 75 mm. W : 150 mm.	M.		350	115	465	
4.23	WIRE WAY H : 100 mm. W : 100 mm.	M.		301	104	408	
4.24	WIRE WAY H : 100 mm. W : 150 mm.	M.		502	115	617	
4.25	WIRE WAY H : 100 mm. W : 200 mm.	M.		598	138	736	
4.26	ACCESSORIES .	LOT	1	495,252	198,101	693,353	693,353

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างบัญชีราคาวัสดุและค่าแรง (BOQ) งานท่อไฟฟ้าและสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ข้อกำหนดเฉพาะงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ข้อกำหนดทั่วไปข้อกำหนดเฉพาะนี้ จะกล่าวถึงขอบเขตของงานหรือข้อกำหนดเพิ่มเติมในการจัดหาติดตั้งและทดสอบวัสดุหรืออุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณต่างๆ ภายใต้มาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) กฎขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ทศท.) มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) โดยข้อกำหนดเฉพาะได้แบ่งย่อยเป็นหมวดต่างๆอีกได้แก่ หมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit) รางร้อยสายไฟฟ้า (Wireway) รางเดินสาย (Cable Tray) สายไฟฟ้า (Wires and cable) โคมไฟ สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า (Lighting fixture switch and receptacle) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire alarm system) ระบบเสาอากาศวิทยุและโทรทัศน์รวม (Sattlelite master antenna television-SMATV) ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ระบบข่ายสายโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ (Telephone & Computer system) ตัวอย่าง ข้อกำหนดเฉพาะงานท่อไฟฟ้า

" หมวดที่ 16100 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceways)

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

2.1 เป็นท่อโลหะ ตามมาตรฐาน ANSI, JIS ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี hot-dip galvanized ผิวภายในเรียบ ปราศจากตะเข็บ

2.2 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 348

2.3 ท่อโลหะชนิดปานกลาง (Intermediate Metallic Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่าง 1/2 นิ้ง ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345

2.4 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 364 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การวางแผนในการวิจัย

สำหรับการวิจัยนี้ได้มีการวางแผนงานเป็นขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

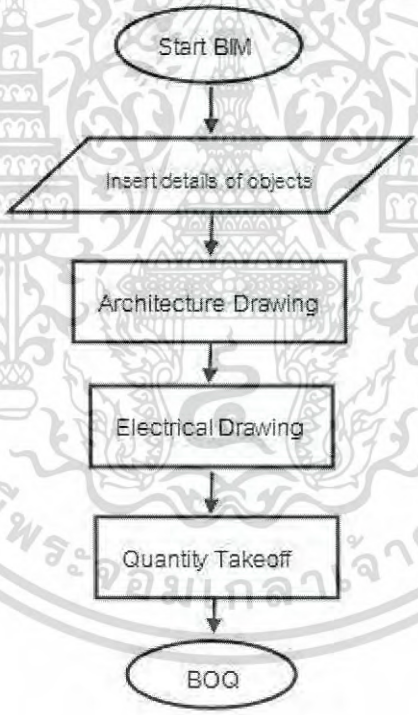
ก. รวบรวมข้อมูลโครงการทั้งหมดในส่วน แบบก่อสร้างจริง (As built drawing) รายการปริมาณวัสดุ (BOQ) ข้อกำหนดเฉพาะงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ข. ศึกษารายละเอียดของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดให้เข้าใจ

ค. เรียงลำดับการเขียนแบบโดยใช้โปรแกรมต้องสร้างขอบเขตโครงการกำหนด Gridline, Level ก่อนถึงจะทำการเขียนแบบโครงสร้าง แล้วจึงเขียนแบบสถาปัตยกรรม ระบบไฟฟ้าและสื่อสารตามลำดับ

ง. ใช้โปรแกรมถอดปริมาณวัสดุและทำรายการปริมาณวัสดุได้ผังงาน (Flowchart) ตามรูปที่ 18

จ. วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณวัสดุที่ใช้โปรแกรมถอดกับที่ใช้คนถอดแบบดั้งเดิม



รูปที่ 3.6 BIM flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือส่วนแรกจะเป็นระยะเวลาในการทำแบบและประมาณราคาโดยใช้คนถอดแบบดั้งเดิมกับ 2. ระยะเวลาในการทำแบบและประมาณราคาโดยใช้โปรแกรม โดยสามารถสรุปตามตารางด้านล่างดังนี้

3.4.1 ใช้คนทำแบบและถอดปริมาณประมาณราคาแบบดั้งเดิม

การใช้คนทำแบบแบบดั้งเดิมต้องใช้ระยะเวลาในขั้นตอนเขียนแบบพอสมควรและต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญและประสบการณ์ในการกำหนดข้อมูลในการเขียนแบบเพื่อให้ได้ตามความต้องการของเจ้าของโครงการและถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งโดยสรุประยะเวลาในการประมาณราคาด้วยคนแบบดั้งเดิมแบ่งตามขั้นตอนได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาถอดปริมาณราคาแบบดั้งเดิม

ITEM	DESCRIPTION	จำนวน (MAN)	เวลา (HOUR.)	MAN-HOUR
1	ถอดปริมาณระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้น 5-22	1	36	36
2	ถอดปริมาณระบบเต้ารับชั้น 5-22	1	24	24
3	ถอดปริมาณระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ชั้น 5-22	1	24	24
4	ถอดปริมาณระบบโทรทัศน์รวมชั้น 5-22	1	16	16
5	ถอดปริมาณระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ชั้น 5-22	1	16	16
6	ถอดปริมาณระบบกล้องวงจรปิดชั้น 5-22	1	16	16
7	รวมความยาวท่อและจัดทำ BOQ	1	16	16
8	ทำรายการประมาณราคา	1	8	8
9	รวม	1	148	148

3.4.2 ใช้โปรแกรม Autodesk Revit

เบื้องต้นต้องศึกษาพื้นฐานการเขียนแบบ 3 มิติด้วยโปรแกรม Autodesk revit ก่อนโดยใช้ระยะเวลาพอสมควรเพราะมีรายละเอียดคำสั่งใช้งานค่อนข้างเยอะ ต่อมาในส่วนระยะเวลาในการประมาณราคาด้วยโปรแกรมจะใช้มากในส่วนกำหนดค่าสำหรับวัตถุชนิดต่างๆในแต่ส่วนตั้งแต่งานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมตลอดจนระบบไฟฟ้าและสื่อสาร การกำหนดรายละเอียดวัสดุเป็นสิ่งสำคัญเพราะหากกำหนดให้ถูกต้องแล้วงานที่เขียนออกมาจะถูกต้องและไม่เสียเวลาในการแก้ไขอีกในภายหลัง ส่วนคอมพิวเตอร์ก็ต้องการรุ่นที่ทันสมัยและมีความจุของ RAM เยอะพอสมควรที่แนะนำคือไม่ควรน้อยกว่า 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิกะไบต์ เพื่อความเร็วในการประมวนผลของโปรแกรมในการใช้งานคำสั่งต่างๆ โดยเมื่อสรุปขั้นตอนในการประมาณราคาด้วยโปรแกรมและระยะเวลาแล้วแสดงได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 3.2 ระยะเวลาถอดปริมาณราคาใช้โปรแกรม

ITEM	DESCRIPTION	จำนวน (MAN)	เวลา (HOUR.)	MAN-HOUR
1	สร้าง Gridline, Levelและกำหนดชื่อชั้น	1	4	4
2	กำหนดค่าพารามิเตอร์วัตถุในงานสถาปัตยกรรม	1	8	8
3	เขียนแบบสถาปัตยกรรมชั้น 1-ดาดฟ้า	1	120	120
4	Import ไฟล์สถาปัตย์กำหนดค่าพารามิเตอร์ระบบไฟฟ้า	1	16	16
5	เขียนแบบระบบไฟฟ้าชั้นที่ 5	1	24	24
6	เขียนแบบระบบไฟฟ้าชั้นที่ 6-22	1	192	192
7	ถอดปริมาณท่อระบบไฟฟ้าแยกระบบและขนาด	1	8	8
8	จัดทำ BOQ	1	6	6
9	รวม	1	378	378

3.5 วิธีดำเนินการวิจัย

3.5.1 การสร้างแบบจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรม Autodesk revit

3.5.1.1 การสร้างแบบสถาปัตยกรรม

เตรียมแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมพร้อมทั้งศึกษาแบบให้เข้าใจในส่วนประกอบต่างๆของอาคาร สัญลักษณ์ต่างๆในแบบใช้แทนอะไรในงานก่อสร้างจริง ศึกษาชนิดของวัสดุที่ทำมาใช้ในการก่อสร้างเพื่อเป็นประโยชน์มากที่สุดในการเขียนแบบต่อไป

การกำหนดขอบเขตพื้นที่อาคารที่จะทำการเขียนแบบ โดยดูจากแบบก่อสร้างจริงแปลนพื้นชั้นที่ 1 ตามรูปด้านล่างเพื่อนำมากำหนด Gridline ทั้งแนวตั้งและแนวนอนในโปรแกรม

ตรวจสอบระยะ Gridline แนวตั้งได้แก่ Gridline 1- 2 ระยะห่างเป็น 10 เมตร

Gridline 2- 3 ระยะห่างเป็น 11 เมตร

Gridline 3- 4 ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline 4- 5 ระยะห่างเป็น 11 เมตร

Gridline 5- 6 ระยะห่างเป็น 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนระยะ Gridline แนวนอนได้แก่ Gridline AA- AB ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline AB- AC ระยะห่างเป็น 8 เมตร

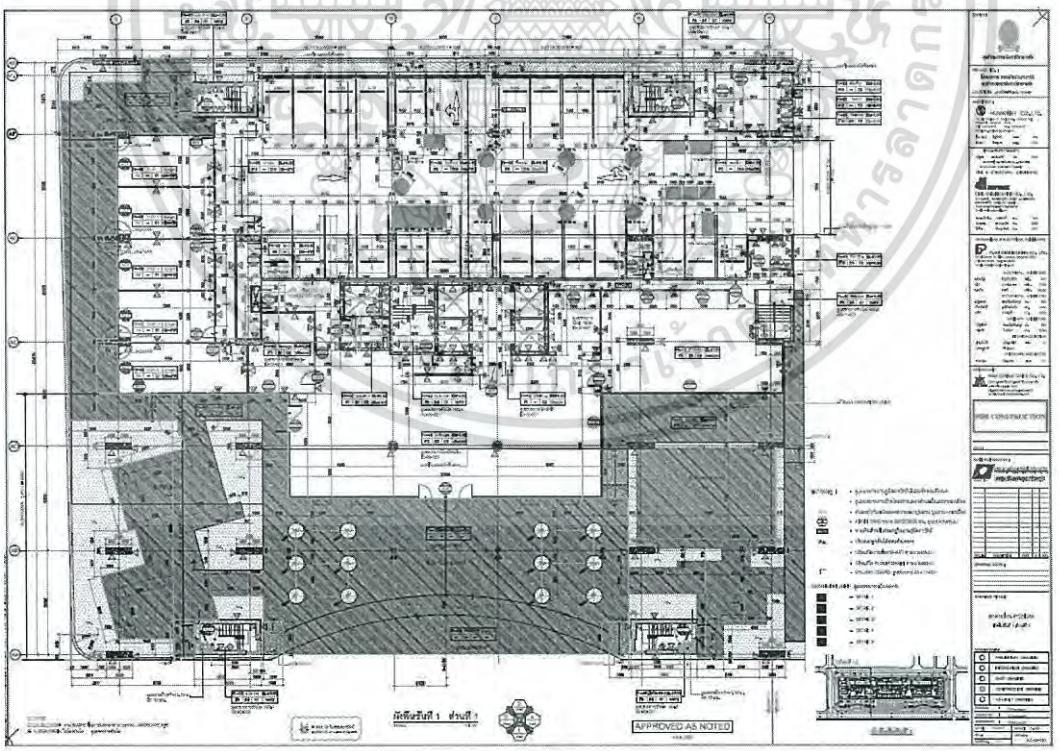
Gridline AC- AD ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline AD- AE ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline AE- AF ระยะห่างเป็น 8 เมตร

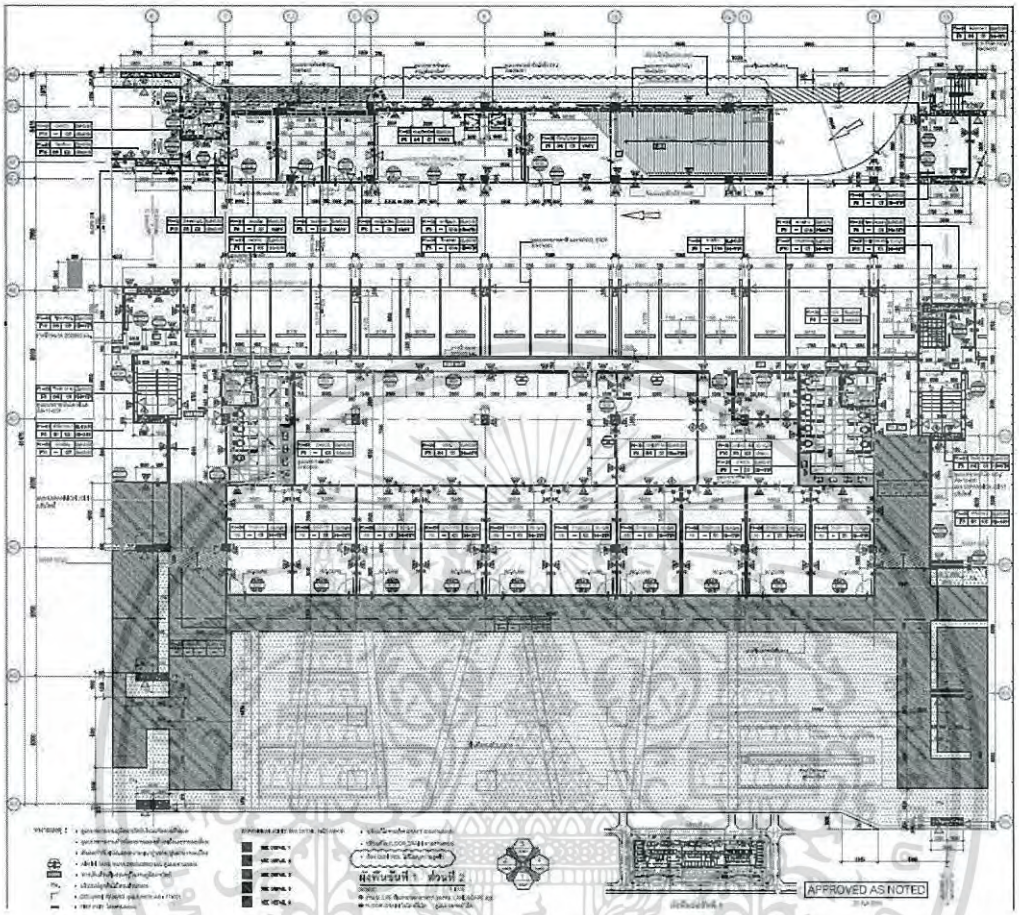
Gridline AF- AG ระยะห่างเป็น 5.475 เมตร

พิจารณาแบบแปลนสถาปัตยกรรมพื้นชั้นที่ 1 ดังรูปที่ 19 และ 20 เพื่อทำการสร้างแบบจำลอง 3 มิติต่อไปในรายละเอียดที่ต้องทำความเข้าใจมีหลายส่วนด้วยกัน ซึ่งจะพิจารณาเป็นลำดับดังนี้ 1.) ส่วนที่เรียกว่า Heading จะเป็นส่วนแสดงชื่อแบบ ชนิดของแบบ ชื่อเจ้าของโครงการ ชื่อบริษัทออกแบบ, บริษัทผู้ควบคุมงาน และบริษัทผู้รับเหมา 2.) ส่วนระยะขอบเขตพื้นที่โครงการที่จะทำการเขียนแบบ ตรวจสอบจำนวน Gridline ระยะห่างแต่ละ Gridline ต่อมาจึงตรวจสอบตำแหน่งเสาโครงสร้างอยู่บริเวณใดบ้าง ตำแหน่งลิฟท์โดยสารและลิฟท์ดับเพลิง ตำแหน่งระยะผนังงานสถาปัตยกรรม ตำแหน่งบันไดหนีไฟ ตำแหน่งห้องต่างๆที่สำคัญอาทิเช่น ห้องเครื่องระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ห้องเครื่องปั๊ม ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ห้องน้ำส่วนกลาง ลานจอดรถ เป็นต้น 3.) ตรวจสอบวัสดุในแบบทั้งหมดเพื่อใช้กำหนดรายละเอียดวัตถุในโปรแกรม Autodesk revit



รูปที่ 3.7 แปลนพื้นชั้นที่ 1 ส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แปลนพื้นชั้นที่ 1 ส่วนที่ 2

เมื่อพิจารณาตามรูปที่ 18 พบว่าระยะ Gridline แนวตั้งได้แก่ Gridline 6- 7 ระยะห่างเป็น 4.5 เมตร

Gridline 7- 7.1 ระยะห่างเป็น 4 เมตร

Gridline 7.1- 8 ระยะห่างเป็น 4 เมตร

Gridline 8- 8.1 ระยะห่างเป็น 1 เมตร

Gridline 8.1- 9 ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline 9- 10 ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline 10- 10.1 ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline 10.1- 11 ระยะห่างเป็น 1 เมตร

Gridline 11- 12 ระยะห่างเป็น 8 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gridline 12- 13 ระยะห่างเป็น 4.5 เมตร

ส่วนระยะ Gridline แนวนอนได้แก่ Gridline AA- AB ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline AB- AC ระยะห่างเป็น 8 เมตร

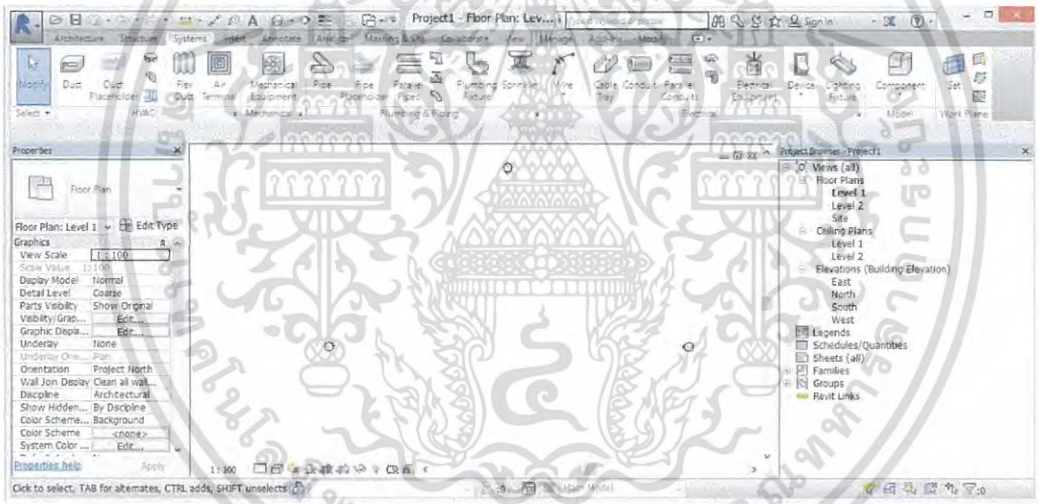
Gridline AC- AD ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline AD- AE ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline AE- AF ระยะห่างเป็น 8 เมตร

Gridline AF- AG ระยะห่างเป็น 5.475 เมตร

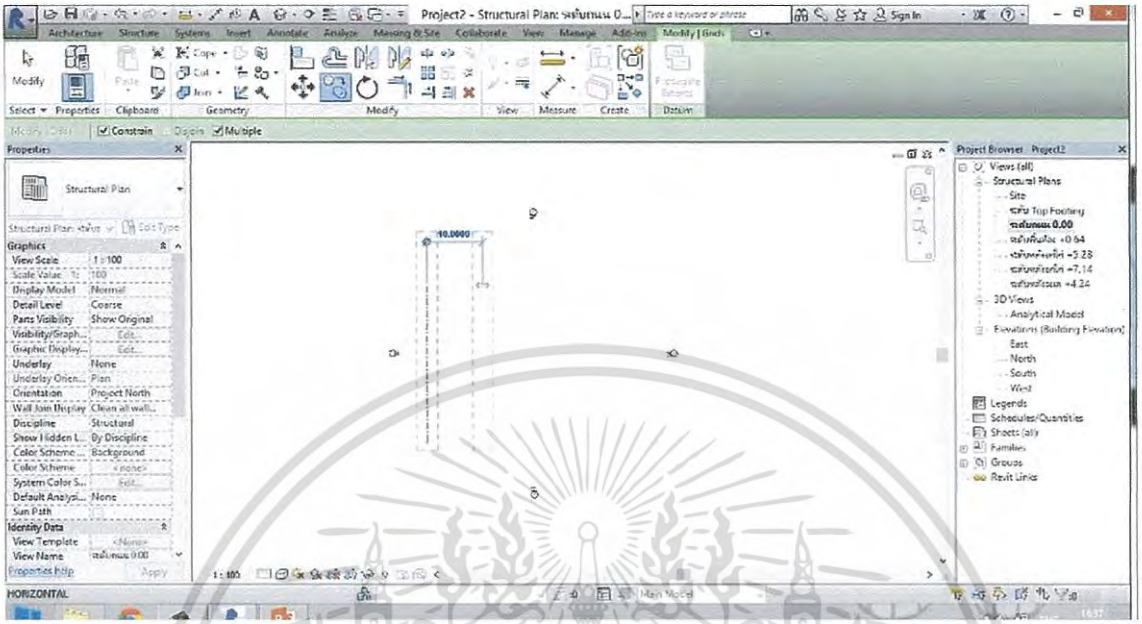
เมื่อทราบระยะ Gridline แต่ละแนวแล้วจึงทำการเขียนในโปรแกรมโดยเริ่มต้นจากการสร้างงานใหม่ (New project) ได้ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.9 การสร้างงานใหม่ (New project)

หลังจากนั้นจึงทำการสร้างเส้นแนว Gridline แนวตั้งจาก Gridline 1 ไปจนจบที่ 13 โดยการเขียนแบบในส่วนนี้มีความสำคัญมากที่สุดเพราะหากกำหนดช่วงระยะผิดเพี้ยนไปแล้วอาคารที่สร้างก็จะมีขนาดผิดไปด้วยทุกชั้นตั้งแต่ชั้นที่ 1-22 ซึ่งเป็นความผิดพลาดมาก โดยการเขียนแบบ Gridline โดยใช้โปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 22 ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การสร้าง Gridline

เมื่อสร้าง Gridline ครบแล้วจึงไปสร้างระดับชั้นต่างๆ (Level) โดยกำหนดตั้งแต่ชั้นฐานรากไปจนถึงระดับชั้นดาดฟ้า โดยในแต่ละชั้นความสูงจะแตกต่างกันออกไป ในระดับชั้นฐานรากจะเป็นส่วนระดับในการสร้างตำแหน่ง Footing ซึ่งจะแบ่งเป็นหลายแบบขึ้นกับขนาดและความหนาได้แก่

ตารางที่ 3.3 ขนาดและแบบ Footing

FOOTING		FOOTING	
FOOTING MARK	THICKNESS (mm.)	FOOTING MARK	THICKNESS (mm.)
F1A	1,500	F4B	2,400
F1B	1,500	F5A	2,000
F2A	2,000	F5B	2,400
F3B	2,000	F6A	2,400
F4A	2,000	FW1	2,000
FW3	2,700	FW5	2,700
FW4	2,400	FW6	2,400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Footing เป็นตำแหน่งสำหรับวางเสารับน้ำหนักพื้นโครงสร้างในแต่ละชั้นเมื่อสร้างฐานรากเสร็จแล้ว จะทำการสร้างเสาต่อไป โดยต้องกำหนดรายละเอียดสำหรับเสาแต่ละชนิดได้แก่ ชื่อ ชนิด รูปร่าง ขนาด ลักษณะวัสดุที่ใช้ ตัวอย่างเช่น เสา C1 เป็นเสาชนิดคอนกรีตเสริมเหล็ก รูปร่างสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 1,950 มม. ลึก 450 มม. เสา CT2 เป็นเสาชนิดคอนกรีตเสริมเหล็ก รูปร่างทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 350 มม. เป็นต้น เมื่อเขียนแบบเสาจนครบหมดทุกต้นแล้วตามชนิดเสาด้านล่างดังนี้

ตารางที่ 3.4 ขนาดและแบบเสาโครงสร้าง

COLUMN		COLUMN	
NO.	SIZE(mm.)	NO.	SIZE(mm.)
C1	450 x 1,950	C9	450 x 1,950
C2	450 x 1,950	C10	450 x 1,950
C3	450 x 1,950	C11	450 x 1,950
C4	450 x 1,950	C12	450 x 1,950
C5	450 x 1,950	C13	450 x 1,950
C6	450 x 1,950	C14	450 x 1,950
C7	450 x 1,950	C15	450 x 1,950
C8	450 x 1,950	CP1	450 x 450
CP2	450 x 450	CP9	450 x 550
CP3	450 x 450	CP10	550 x 550
CP4	450 x 450	CP11	300 x 650
CP5	450 x 450	CT1	450 x 450
CP6	450 x 550	CT2	Ø 350
CP7	450 x 550	PD1	600 x 600
CP8	450 x 550	PD2	1,000 x 1,000

ถัดมาจึงทำการสร้างพื้นโครงสร้างชั้นที่ 1 ต่อไป โดยต้องกำหนดรายละเอียดของพื้นที่จะสร้างก่อนเช่นกัน โดยดูจากแบบก่อสร้างพื้นชั้นที่ 1 จะพบว่าพื้นก็มีหลายแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F1 เป็นพื้นกระเบื้องแกรนิตโต้ ขนาด 600 x 600 ม.ม.

F2 เป็นพื้นปูไม้ลามิเนตหนา 8 มม.พร้อมตัวจบขอบ

F3 เป็นพื้นปูกระเบื้องยางลายไม้

F4 เป็นพื้นห้องน้ำ

F5 เป็นพื้นผิวขัดเรียบ

F6 เป็นพื้นผิวขัดมัน

F7 เป็นพื้นผิวขัดมัน ทำระบบกันซึม

F8 เป็นพื้นปูกระเบื้อง 300 x 300 มม. สลับกรวดล้าง

F9 เป็นพื้นยางห้องออกกำลังกาย

F10 เป็นพื้นกระเบื้องยางขนาด 300 x 300 มม.

F11 เป็นพื้นปูกระเบื้องแกรนิตโต้ 600 x 600 มม. สลับลาย

F12 เป็นพื้นปูกระเบื้อง 300 x 300 มม.

พบว่าพื้นชั้นที่ 1 มีหลายแบบดังนี้ F1 เป็นบริเวณโถงลิฟท์ F3 เป็นบริเวณโถงต้อนรับ F5 เป็นบริเวณลานจอดรถ ต่อมาเป็นการกำหนดรายละเอียดผนังสถาปัตยกรรม สัญลักษณ์ผนัง มักเป็นกรอบสามเหลี่ยมที่มีตัวเลขกำกับอยู่ภายใน ตัวเลขดังกล่าวแสดงถึงประเภทและรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุผนังที่กำหนดไว้ในหน้าสัญลักษณ์ประกอบแบบ สัญลักษณ์ผนังจะปรากฏในแบบผังพื้น (แบบแปลน) แต่ละชั้นแบบรูปด้านและรูปตัด รวมถึงแบบขยายรายละเอียดต่าง ๆ เมื่อทำความเข้าใจแบบก่อสร้างจริงแล้วจะพบชนิดผนังที่ปรากฏแสดงได้ดังนี้

W1 หมายถึง ผนัง ค.ส.ล. ฉาบเรียบทาสี

W2 หมายถึง ผนังก่ออิฐ ฉาบปูนเรียบ ทาสี

W3 หมายถึง ผนังก่ออิฐมวลเบา ภายในฉาบปูนเรียบทาสี

W4 หมายถึง ผนังห้อง

W5 หมายถึง ผนังลิฟท์

W6 หมายถึง ผนัง ค.ส.ล. ทำระบบกันซึม

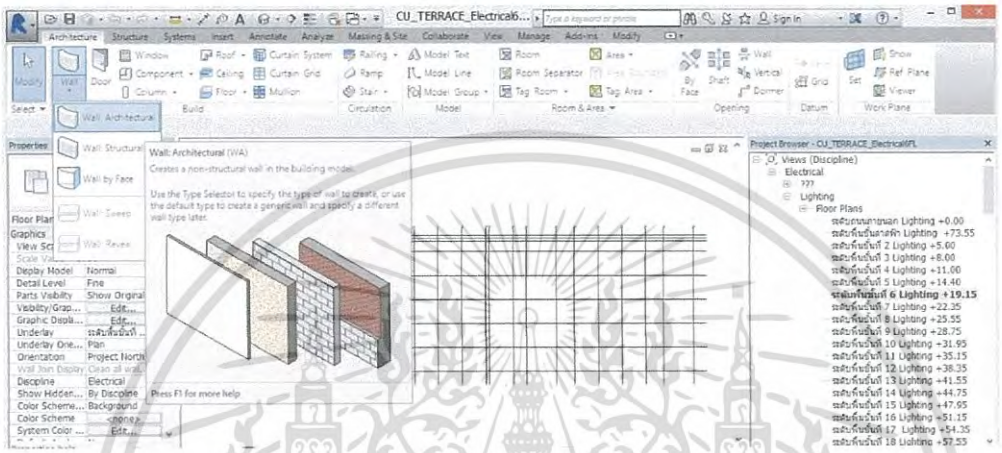
W7 หมายถึง ผนังขัดมันเรียบ

W8 หมายถึง ผนังกระกระเบื้อง 300 x 300 มม. สูง 1500 มม.

W9 หมายถึง ผนังยิบซั่มบอร์ดหนา 12 มม. ฉาบรอยต่อเรียบทาสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาแบบชั้นที่ 1 จนเข้าใจชนิดผนังที่ใช้ในการเขียนแบบทั้งหมดแล้วถัดมาจึงมาทำการเลือกผนังที่จะทำการใช้เขียนแบบในโปรแกรม ขั้นตอนการเลือกผนังจะเริ่มต้นจากเลือกชนิดของผนังก่อนถัดมาจึงจะสามารถเลือกวัสดุที่ใช้ในโครงสร้างผนังและผิว Finishing ของผนังดังรูปที่ 23 และ 24

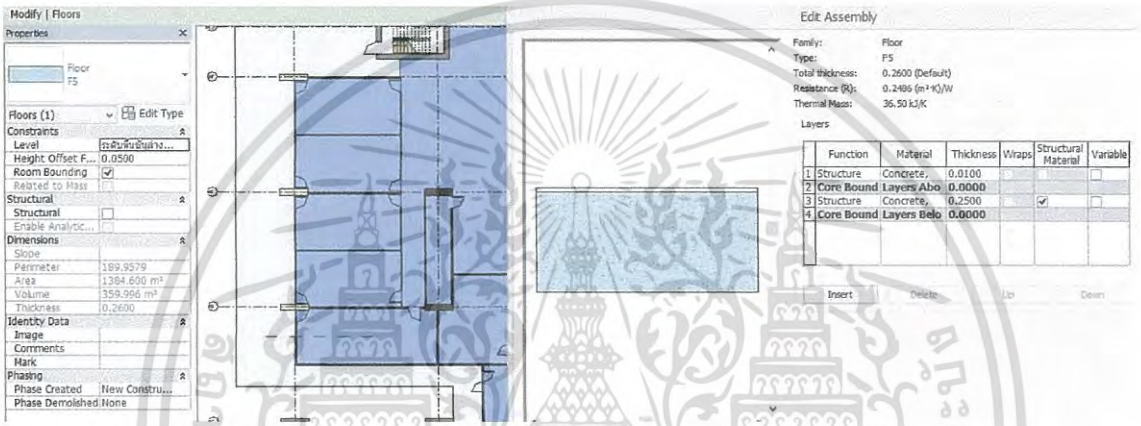


รูปที่ 3.11 การสร้างผนัง

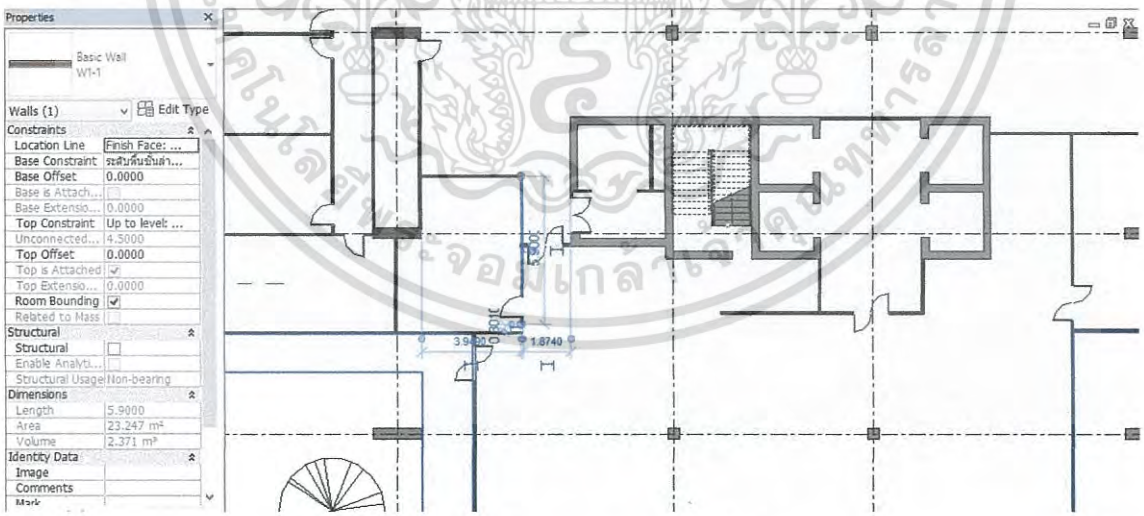
รูปที่ 3.12 การกำหนดรายละเอียดผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยชั้นที่ 1 เป็นพื้นที่ใช้สอยที่มีความหลากหลายตามการใช้งาน อาทิเช่น เป็นชั้นทางเข้าอาคารมีโถงต้อนรับ ห้องประชุม ห้องสำนักงาน 1, 2 ร้านค้า ห้องเครื่องไฟฟ้า (MDB) ห้องเครื่องปั๊มน้ำ พื้นที่พักผ่อน ลานจอดรถ เป็นต้น งานสถาปัตยกรรมจึงมีการกั้นห้องตามการใช้งานที่กล่าวมาข้างต้นและเริ่มต้นในการเขียนแบบพื้นสำหรับชั้นที่ 1 ได้แสดงได้ตามรูปที่ 25 เมื่อทำการเขียนแบบพื้นจนครบพื้นที่แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเขียนแบบเสาโครงสร้างและผนังสถาปัตยกรรมทุกแผงทั้งหมดได้ดังรูปที่ 26 หลังจากนี้จึงไปเขียนแบบฝ้าเพดานต่อไปจึงจะทำให้มองเป็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.13 การเขียนแบบพื้นชั้นที่ 1

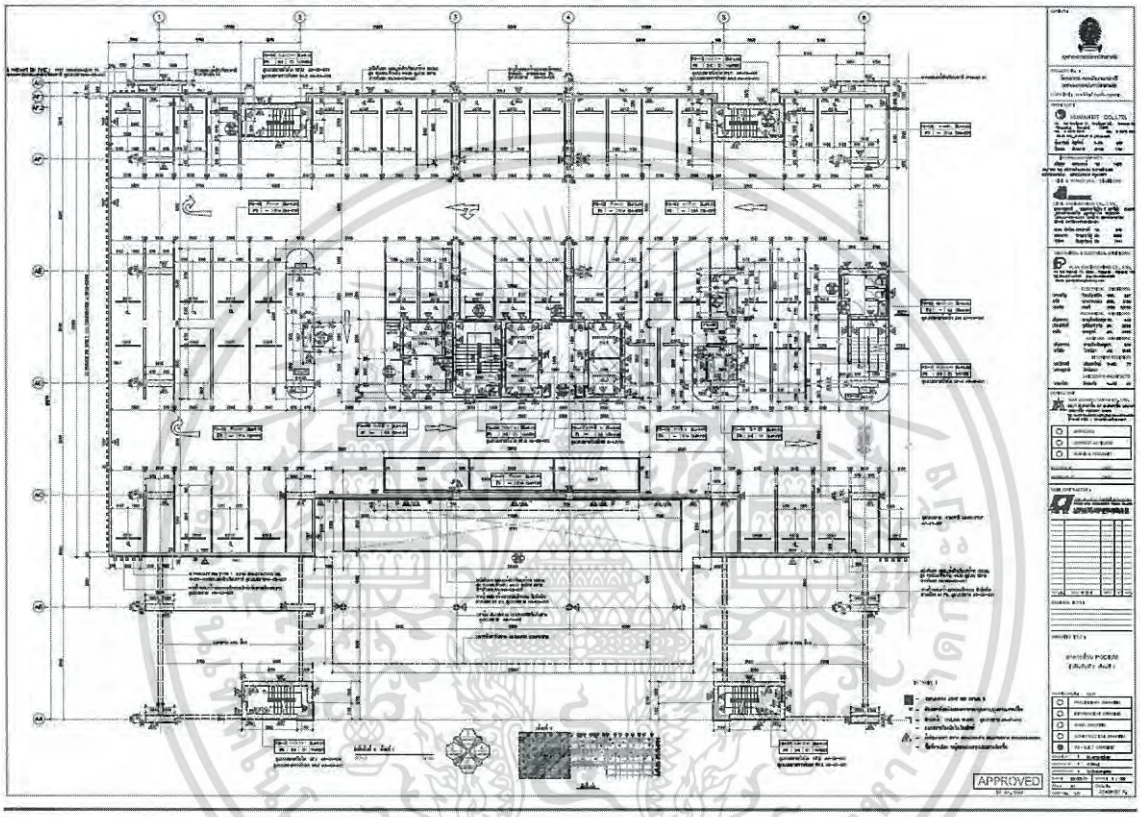


รูปที่ 3.14 การเขียนแบบเสาและผนังชั้นที่ 1

ลำดับถัดมาการสร้างแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้างในชั้นที่ 2 ก็จะใช้ขอมูลการกำหนดรายละเอียดวัตถุต่างๆในชั้นที่ 1 มาใช้ต่อและทำการสร้างรายละเอียด (Detail) เพิ่มเติมบางส่วน ซึ่งชั้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

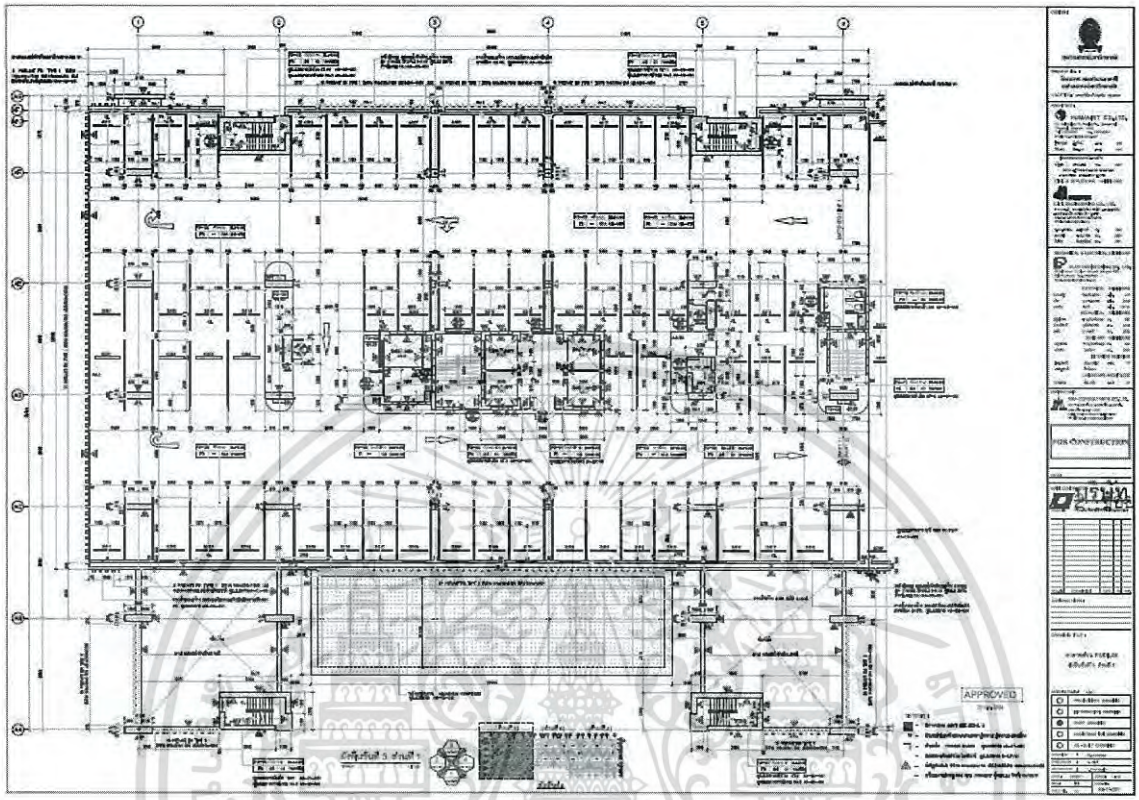
2-4 จะเป็นพื้นที่ลานจอดรถเหมือนกันทั้ง 3 ชั้น งานผนังก่อฉาบเรียบทาสีมีเฉพาะห้องไฟฟ้าและห้องน้ำ ส่วนพื้นที่ทั่วไปจะเป็นช่องจอดรถ แบบการก่อสร้างจริงแปลนงานสถาปัตยกรรมชั้นที่ 2 แสดงตามรูปที่ 27 ด้านล่าง



รูปที่ 3.15 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 2

หลังจากได้ตรวจสอบแบบเสร็จแล้ว พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลานจอดรถ ดังนั้นรายละเอียดที่เขียนจึงมีไม่มากดังนั้นจึงทำการเขียนแบบพื้นชั้นที่ 2 ก่อนแล้วจึงทำการเขียนแบบเสาโครงสร้างจนครบทุกต้น ถัดมาจึงเขียนแบบผนังสถาปัตยกรรมทุกแผงจนหมด สุดท้ายเขียนแบบฝ้าเพดานบริเวณโถงลิฟท์และห้องน้ำส่วนกลาง ต่อมาจึงทำการเขียนแบบในชั้นที่ 3 ต่อไปซึ่งแบบชั้นที่ 3 แสดงได้ดังรูปที่ 28

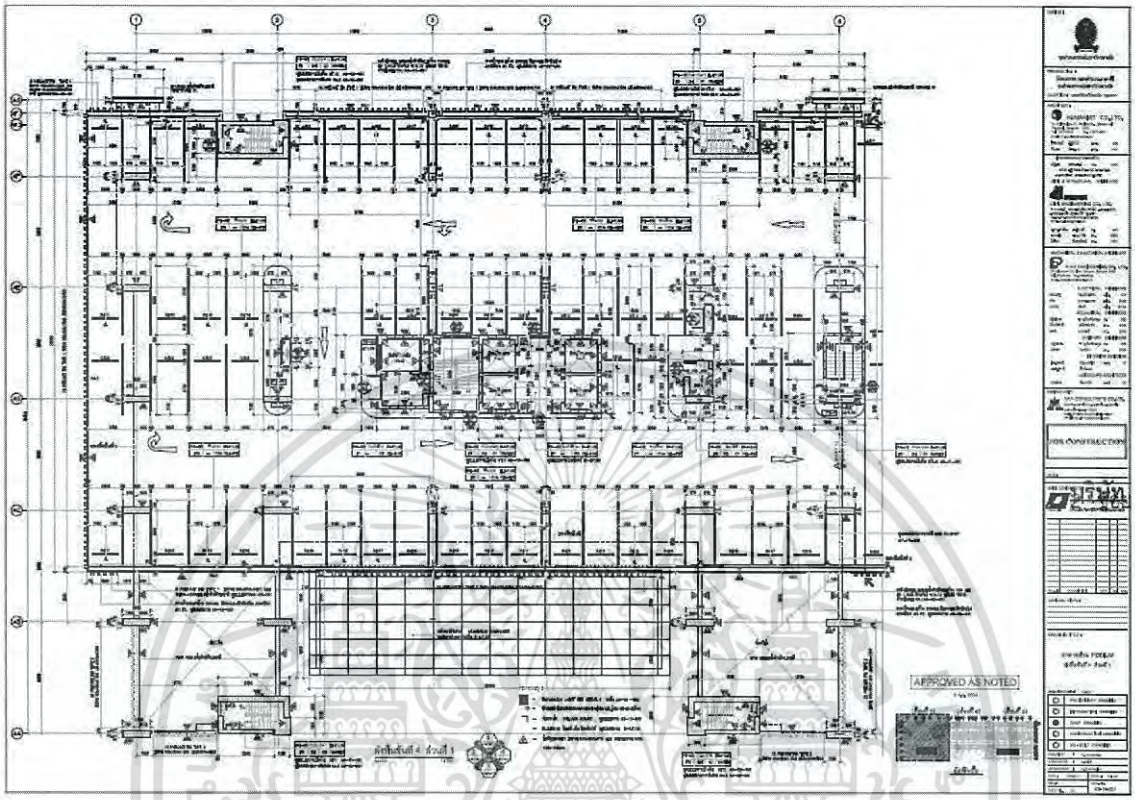
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 3

หลังจากได้ตรวจสอบแบบเสร็จแล้ว พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลานจอดรถ ดังนั้นรายละเอียดที่เขียนจึงมีไม่มาก ดังนั้นจึงทำการเขียนแบบพื้นชั้นที่ 3 ก่อนแล้วจึงทำการเขียนแบบเสาโครงสร้างจนครบทุกต้น ถัดมาจึงเขียนแบบผนังสถาปัตยกรรมทุกแผงจนหมด สุดท้ายเขียนแบบฝ้าเพดานบริเวณโถงลิฟท์และห้องน้ำส่วนกลาง ถัดมาจึงมาพิจารณาแบบสถาปัตยกรรมใช้ที่ 4 เพื่อศึกษารายละเอียดในการเขียนแบบต่อไป ซึ่งชั้นที่ 4 พื้นที่ใช้สอยส่วนใหญ่ก็ยังคงเป็นลานจอดรถเหมือนกับชั้น 2 และ 3 โดยแบบแปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 4 แสดงดังรูปที่ 29 ดังนี้

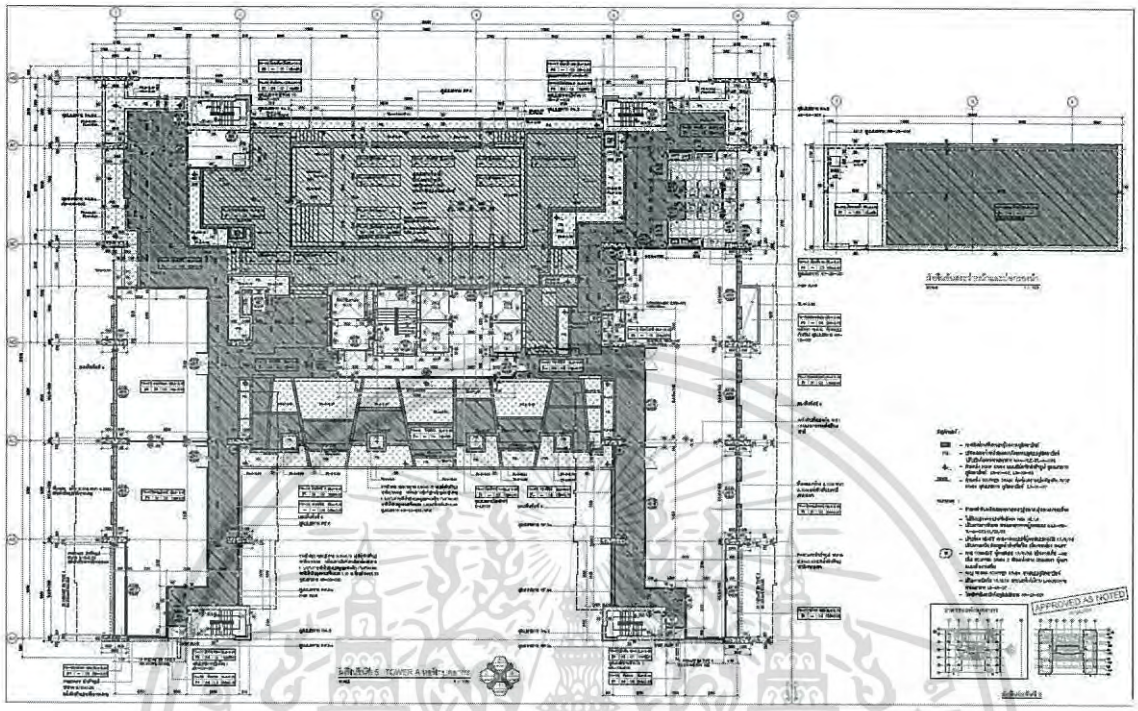
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 4

หลังจากได้ตรวจสอบแบบเสร็จแล้ว พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลานจอดรถ ดังนั้นรายละเอียดที่เขียนจึงมีไม่มากดังนั้นจึงทำการเขียนแบบพื้นชั้นที่ 4 ก่อนโดยทำการเลือกชนิดของพื้นที่ใช้เขียนเป็น F5 หมายถึงพื้นโครงสร้างพื้นผิวขัดเรียบ แล้วจึงทำการเขียนแบบเสาโครงสร้างจนครบทุกต้น ถัดมาจึงเขียนแบบผนังสถาปัตยกรรมทุกแผงจนหมด สุดท้ายเขียนแบบฝ้าเพดานบริเวณโถงลิฟท์ซึ่งเป็นชนิดฝ้ายิปซั่มบอร์ดหนา 9 มม. ฉาบเรียบและทาสี มีระดับความสูง 2.60 เมตรจากระดับพื้นสำเร็จในชั้นนี้ และห้องน้ำส่วนกลางเขียนแบบผนังเป็นชนิดก่ออิฐมอญเต็มแผ่นแล้วปูด้วยกระเบื้อง 0.30 x 0.30 เมตร ถัดมาจึงเขียนแบบตำแหน่งสุขภัณฑ์อาทิ โถชักโครก โถปัสสาวะ อ่างล้างหน้า สุดท้ายจึงทำการเขียนแบบฝ้าเพดานชนิดฝ้ายิปซั่มบอร์ดหนา 9 มม. ฉาบเรียบและทาสี เสร็จจากการเขียนแบบในชั้นที่ 4 จึงทำการเขียนแบบสถาปัตยกรรมชั้นที่ 5 ต่อโดยลำดับแรกต้องตรวจสอบแบบก่อนว่ารายละเอียดพื้นที่ใช้สอยเป็นแบบไหน ลักษณะพื้น เสา ผนังและฝ้าเพดานเป็นแบบไหนโดยพิจารณาได้ในรูปที่ 30 ด้านล่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



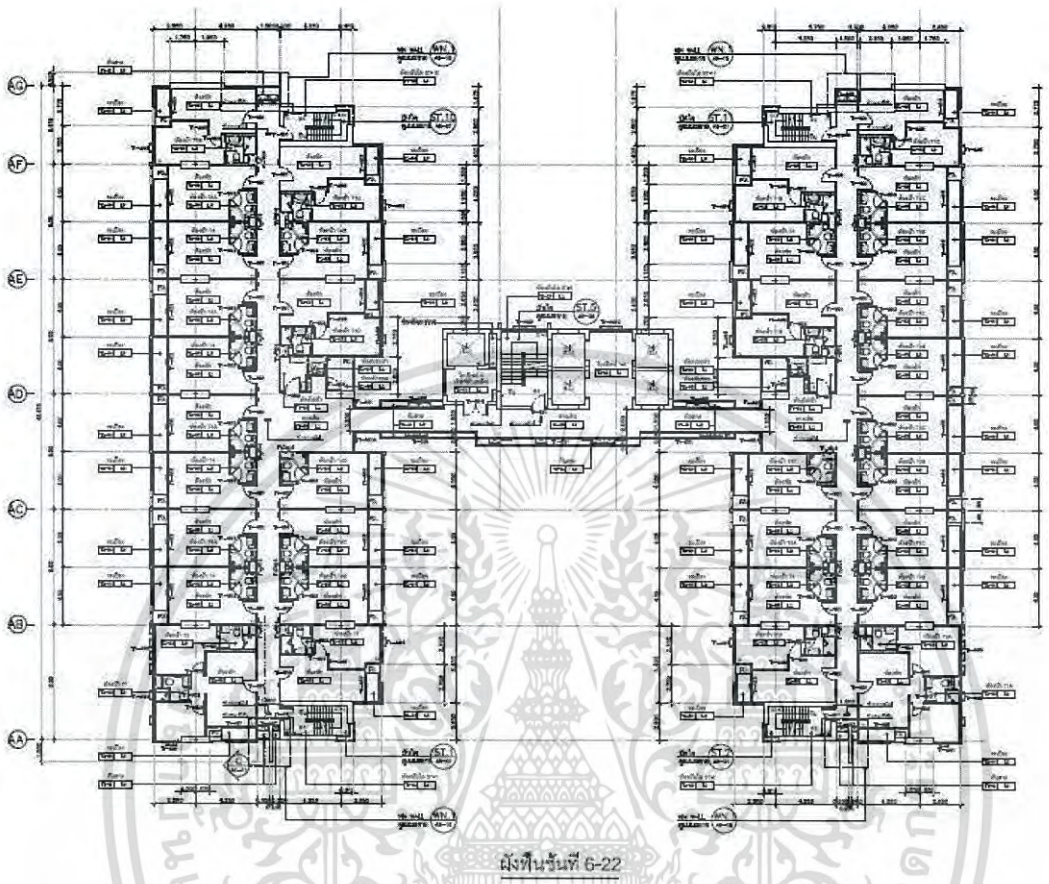
รูปที่ 3.18 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 5

ชั้นที่ 5 เป็นชั้นที่มีพื้นที่ใช้สอยเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจทั้งหมด ประกอบไปด้วยสระว่ายน้ำผู้ใหญ่และสระเด็ก ห้องออกกำลังกาย ห้องอเนกประสงค์จำนวน 3 ห้อง ห้องน้ำส่วนกลาง ทางเดิน โถงลิฟท์ และสวนหย่อม ส่วนการสร้างแบบจะค่อนข้างแตกต่างกับชั้นอื่นที่ผ่านมาเนื่องจากบริเวณสระว่ายน้ำระดับพื้นจะต่ำกว่าพื้นทั่วไปในชั้นที่ 5

การเขียนแบบชั้นที่ 5 โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ส่วนโครงสร้างต้องกำหนดพื้นที่ที่จะทำเป็นสระว่ายน้ำโดยต้องกำหนดให้ระดับอยู่ที่ +13.80 เมตรซึ่งต่ำกว่าระดับพื้นสำเร็จ(Finishing) ในชั้นที่ 5 ที่+14.40 เมตร อยู่ 60 เซนติเมตร และพื้นสระเป็นปูกระเบื้องโมเสก (Mosaic) ทั้งหมด ส่วนพื้นที่ห้องออกกำลังกายและห้องเอนกประสงค์ เขียนผนังเป็นโครงอลูมิเนียมใส่กระจก มีฝ้าเพดานชนิดยิปซั่มบอร์ดหนา 9 มม.ฉาบรอยต่อเรียบทาสี สูง 3.25 เมตรจากระดับพื้นสำเร็จ และทางเดินมีฝ้าเพดานชนิดยิปซั่มบอร์ดหนา 9 มม.ฉาบรอยต่อเรียบทาสี สูง 3.05 เมตรจากระดับพื้นสำเร็จ

การเขียนแบบชั้นที่ 6-22 จะเขียนเฉพาะชั้นที่ 6 ให้เสร็จสมบูรณ์ทุกองค์ประกอบแล้วทำการคัดลอกไปยังชั้นที่ 7 ถึง 22 เนื่องจากว่าชั้น 6-22 แบบจะเหมือนกันทุกประการ การสร้างแบบในชั้นที่ 6 ห้องพักต่างๆจะแบ่งเป็นแบบ 5 รูปแบบ คือ 1A 1BR S2 2A 1BR/1 จำนวนห้องรวม 30 ห้องแบ่งเป็นด้าน Gridline 1-2 จำนวน 15 ห้อง และด้าน Gridline 5-6 จำนวน 15 ห้องดังรูปที่ 31 ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

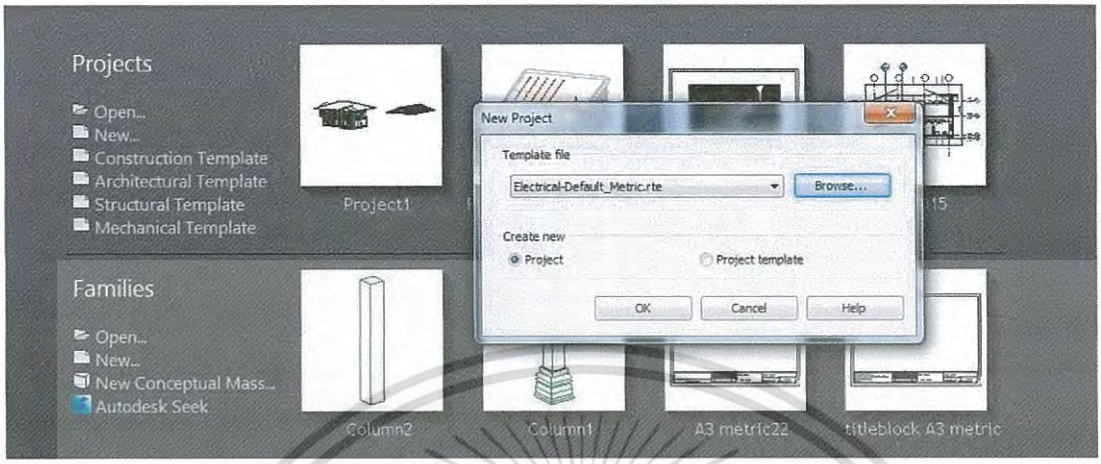


รูปที่ 3.19 แปลนชั้น 6-22

3.5.1.2 การสร้างแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ระบบไฟฟ้าเป็นสาธารณูปโภคที่จำเป็นสำหรับอาคาร โดยรับระบบไฟฟ้าแรงดันสูง 12 กิโลโวลล์ มาจากการไฟฟ้านครหลวง แล้วมาแปลงแรงดันไฟฟ้าลงเป็นแรงดันต่ำ 416 โวลล์ โดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้า แล้วใช้แผงสวิตซ์แรงดันต่ำในการจ่ายโหลดไปวงจรต่างๆ ด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่เดินสายร้อยท่อไฟฟ้า เดินสายในรางเดินสายไฟฟ้า ใช้บัสเวย์แทนสายไฟฟ้า เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะงานเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าและรางเดินสายไฟฟ้า ขั้นตอนในการเขียนแบบไฟฟ้าต้องทำการศึกษาแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting system) เต้ารับ (Power system) แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire alarm system) โทรทัศน์ (MATV) คอมพิวเตอร์ (Computer system) โทรศัพท์ (Telephone) โทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ให้เข้าใจในรูปแบบวงจรและระบบการทำงานก่อน การเขียนแบบระบบไฟฟ้าจะต้องสร้าง New Project โดยเลือกTemplate file เป็น Electrical-Default_Metric ดังรูปด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



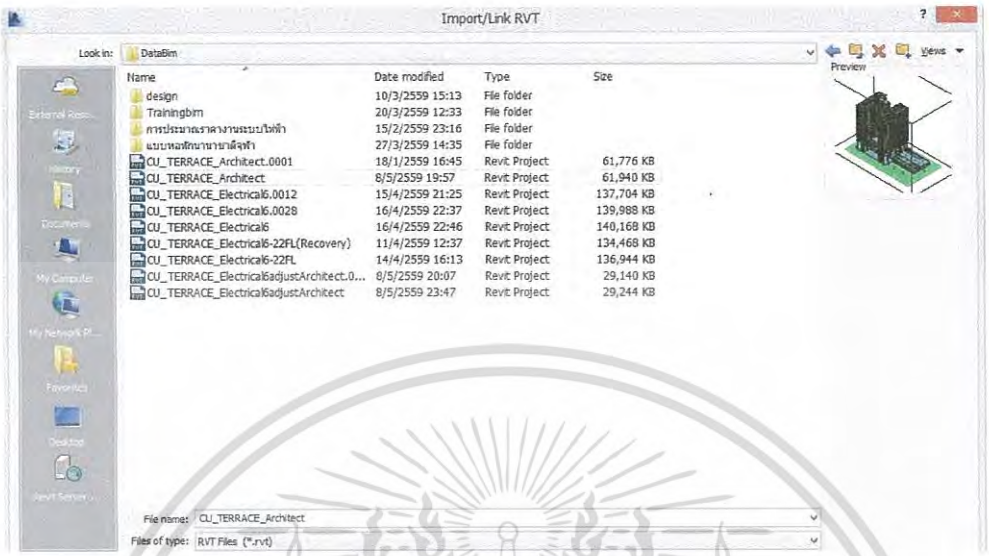
รูปที่ 3.20 การสร้างงานใหม่

เมื่อเปิดหน้าต่างสำหรับเขียนงานระบบไฟฟ้าขึ้นมาแล้วก็จะได้ตามรูปด้านล่าง

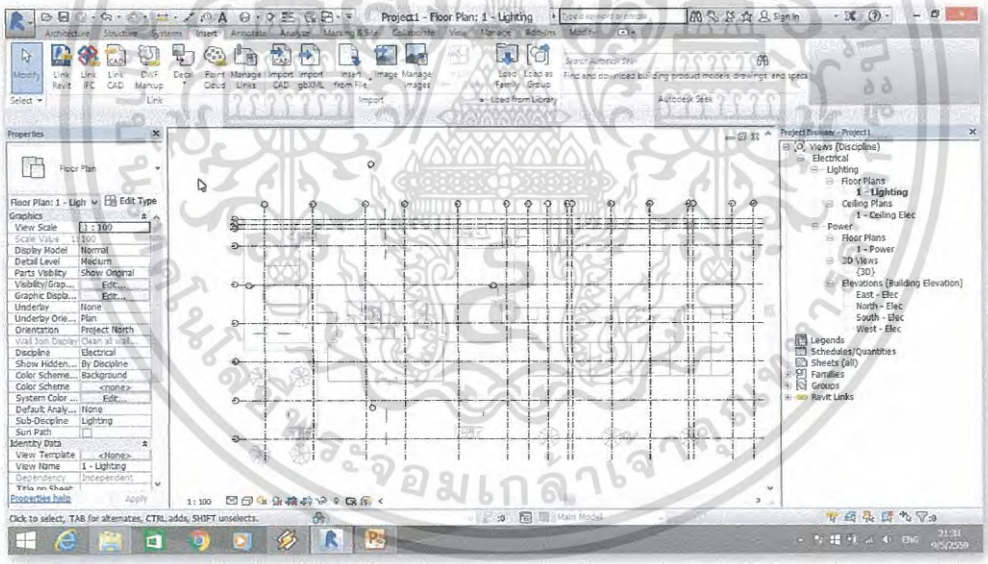
รูปที่ 3.21 ส่วนแสดงสำหรับเขียนแบบระบบไฟฟ้า

หลังจากนั้นจึงทำการ Import ไฟล์แบบสถาปัตยกรรมที่ได้สร้างขึ้นมาในหัวข้อก่อนหน้านี้ เหตุผลในการต้องใช้ไฟล์สถาปัตยกรรมเพื่อเป็นขอบเขตแปลนในการเขียนแบบงานระบบไฟฟ้า ว่าตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆจะวางที่ตำแหน่งไหนให้สามารถทำงานได้ครบตามฟังก์ชั่น (Function) การใช้งานดังรูปด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 วิธี Import ไฟล์สถาปัตยกรรม



รูปที่ 3.23 วิธี Import ไฟล์สถาปัตยกรรม (ต่อ)

การเขียนแบบงานระบบไฟฟ้าจะแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ 1. การเขียนแบบงานระบบไฟฟ้าบริเวณต่ำกว่าระดับฝ้าเพดานและ 2.การเขียนแบบงานระบบไฟฟ้าในบริเวณเหนือฝ้าเพดาน ซึ่งในการศึกษาจะทำการเขียนแบบในส่วนที่ 2 คือเขียนในส่วนอยู่เหนือระดับฝ้าเพดานก่อนจะเขียนได้ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.5.1.2.1 การสร้างแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

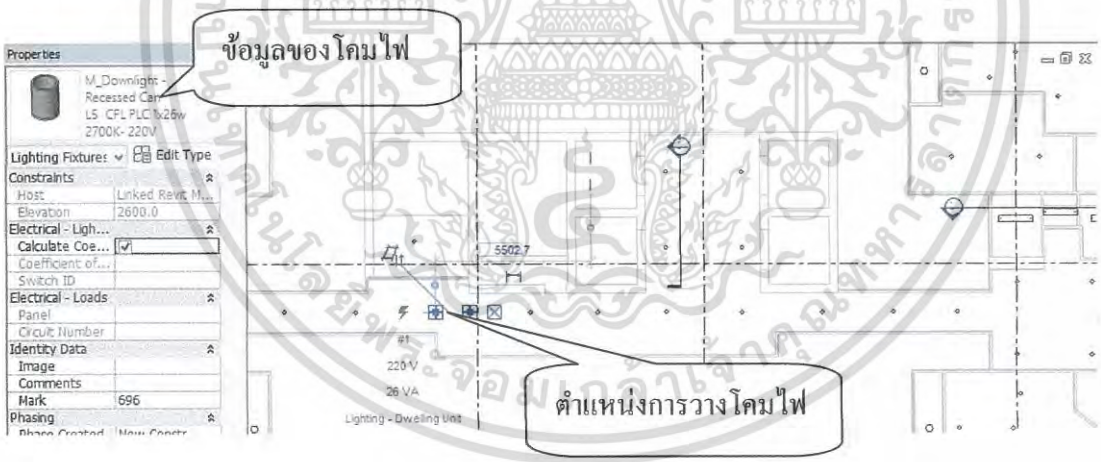
ก. การกำหนดคุณสมบัติของชนิดโคมไฟต่างๆ อาทิเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โคมไฟ Type L2 เป็นโคมไฟดาวน์ไลท์ฝังฝ้าเพดาน ใช้หลอดไฟชนิด CFL 1x12 วัตต์ แรงดัน 220โวลล์ ขั้วE27 สีหลอด Warm white 2700K
- โคมไฟ Type L3 เป็นโคมไฟติดผนัง OPTEX/L&E Model WJS 150/S-J ใช้หลอดไฟ 1x15วัตต์
- โคมไฟ Type L4 เป็นโคมไฟดาวน์ไลท์ฝังฝ้าเพดาน ใช้หลอดไฟชนิด CFL 1x15 วัตต์ แรงดัน 220โวลล์ ขั้วE27 สีหลอด Warm white 2700K
- โคมไฟ Type L5 เป็นโคมไฟดาวน์ไลท์ฝังฝ้าเพดาน ใช้หลอดไฟชนิด CFL PLC 1x26วัตต์ แรงดัน220โวลล์ สีหลอด Warm white 2700K
- โคมไฟ Type L6 เป็นโคมไฟดาวน์ไลท์ฝังฝ้าเพดานชนิด DOT 183 1x20วัตต์ CFL-I Spiral T-3 เป็นต้น

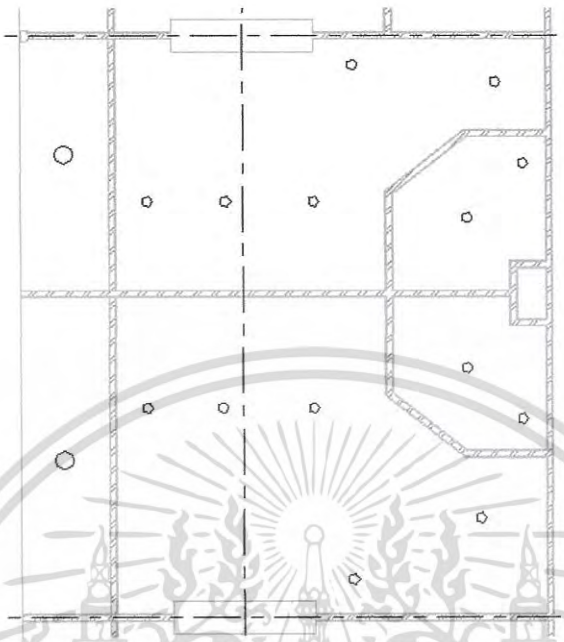
ข. การวางตำแหน่งโคมไฟ

การวางตำแหน่งโคมไฟต้องวางระยะให้ถูกต้องและเลือกชนิดโคมไฟให้ตรงตามแบบที่กำหนด โดยเลือกโคมไฟตามรายการ Family ที่ได้สร้างไว้แล้ว การวางตำแหน่งโคมไฟต้องทำใน Ceiling Plan จะได้ดังรูปด้านล่างซึ่งเป็นตัวอย่างการวางโคมไฟบริเวณทางเดินชั้นที่ 6

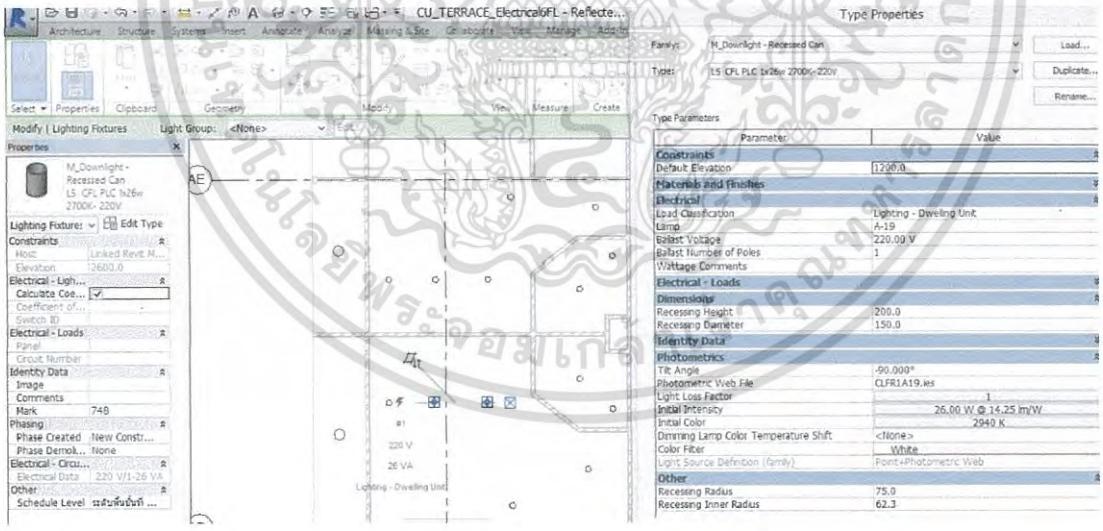


รูปที่ 3.24 การวางตำแหน่งโคมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 การวางตำแหน่งโคมไฟฟ้าในห้องพัก TYPE 1BR

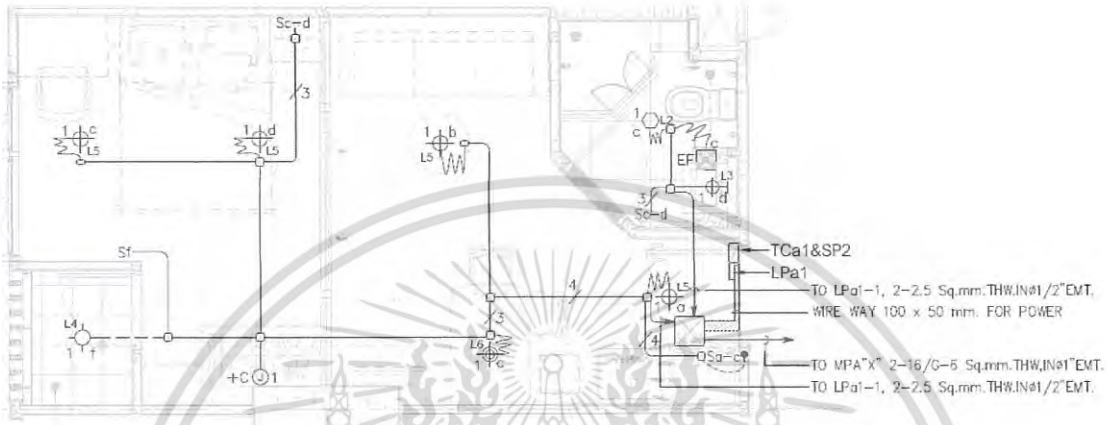


รูปที่ 3.26 การวางตำแหน่งโคมไฟฟ้าในห้องพัก TYPE 1BR (ต่อ)

หลังจากได้จัดวางตำแหน่งโคมไฟฟ้าครบทุกจุดแล้ว ต่อไปก็จะเป็นการเขียนแบบแนวท่อไฟฟ้าสำหรับร้อยสายไฟฟ้าเพื่อไปจ่ายโหลดให้กับโคมไฟฟ้าในวงจรตามแบบ จากแบบวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าวงจรแสงสว่างจะเป็นวงจรที่ 1 โดยกำหนดวงจรย่อยสำหรับห้องรับแขกเป็นวงจร a,b,c ห้องนอนเป็นวงจรย่อย c,d ระเบียงเป็นวงจรย่อย f และห้องน้ำเป็นวงจรย่อย c,d



รูปที่ 3.27 แบบก่อสร้างระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องพัก TYPE 1BR

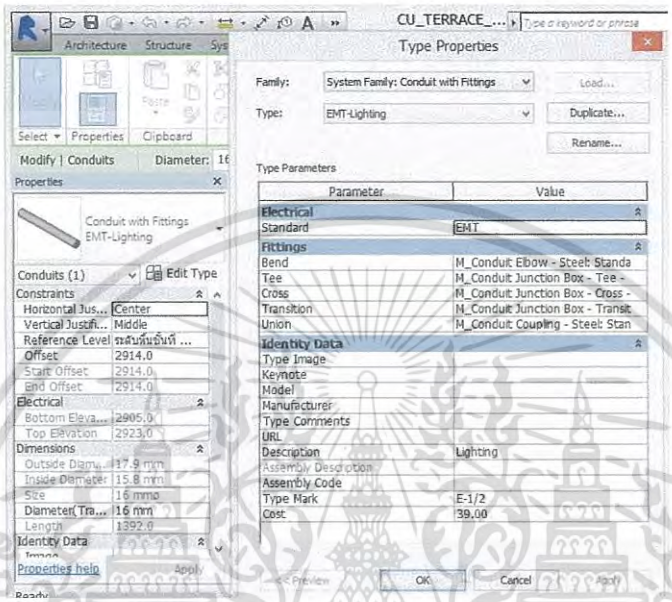
ค. การเขียนแบบแนวท่อไฟฟ้า

จากรูปที่ 39 จะเห็นว่าการเดินสายไฟฟ้าจะใช้สัญลักษณ์ 2-2.5 Sq.mm. THW IN Ø 1/2" EMT หมายถึง เป็นวงจรเดี่ยวใช้สายชนิด THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตรจำนวน 2 เส้นร้อยในท่อชนิดท่อเหล็กบาง (EMT) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2"(16 มิลลิเมตร) การติดตั้งท่อใช้วิธีเดินลอยยึดติดกับท้องพื้นคอนกรีตด้วยแคล้มยึดท่อสองขาสำหรับท่อ EMT (แคล้มโอเมก้า) ตามมาตรฐานการติดตั้งท่อของ วสท. พศ. 2556 ได้แก่

- ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตต้องมีการจับยึดด้วยประกับโลหะหรือประกับสำหรับแขวนท่อทุกๆไม่เกิน 1.5 เมตร และไม่เกิน 30 เซนติเมตรจากกล่องต่อสาย
- ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อถ้าอยู่ในอาคารต้องมี conduit bushing ใส่ไว้ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นต้องมีหัวงูเห่า (Service entrance fitting) ใส่ไว้
- การงอท่อต้องทำให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและเมื่อรวมมุมงอทั้งหมดแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับแรกในขั้นตอนการเขียนแบบแนวท่อต้องทำการกำหนดรายละเอียดท่อไฟฟ้าเสียก่อน โดยจะต้องตั้งชื่อ Lighting conduit ชนิดท่อคือ EMT ขนาดของท่อคือ 1/2" หรือ 16 มม. แสดงดังรูปด้านล่าง

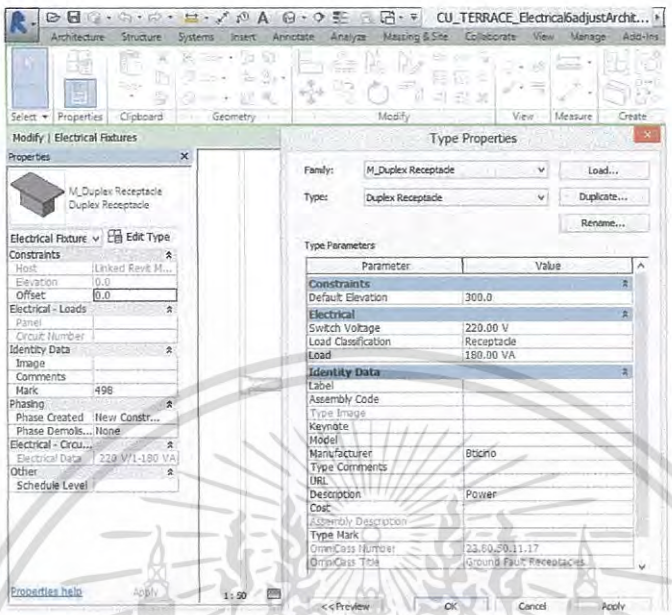


รูปที่ 3.28 ใส่รายละเอียดท่อระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.5.1.2.2 การสร้างแบบระบบเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV

ก. การกำหนดคุณสมบัติของชนิดเต้ารับ เต้ารับชนิด Duplex receptacle เป็นเต้ารับคู่ฝังติดผนัง มี 2 ขั้ว 3 สาย (Ground) 220 VAC 50 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



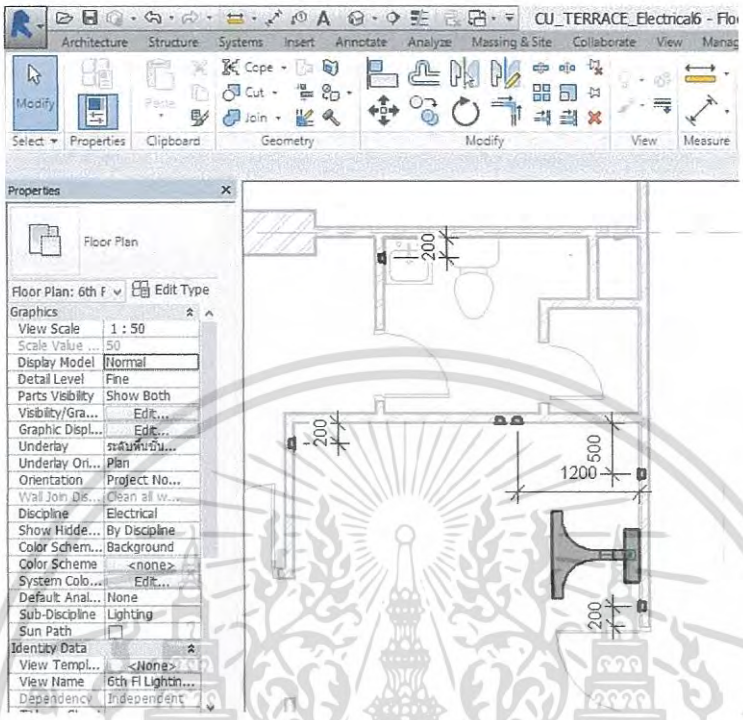
รูปที่ 3.29 ใส่รายละเอียดเต้ารับ

- เต้ารับโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ เป็นชนิด RJ45 (Modular universal application) จะต้องเป็นปลั๊กที่เหมาะสมสำหรับ ISDN 8-position/8 conductor standard และยังสามารถใช้ได้กับ Jack/Plug ชนิด 4 และ 6 pin
- เต้ารับโทรทัศน์ เป็นชนิด Flush mounting ในกล่องโลหะที่เหมาะสมโดยที่เต้าเสียบนี้ต้องมีทั้งจุดจ่ายสัญญาณวิทยุ และจุดจ่ายสัญญาณโทรทัศน์บรรจุในกล่องเดียวกันและมีฝาครอบปิดชั้นเดียว

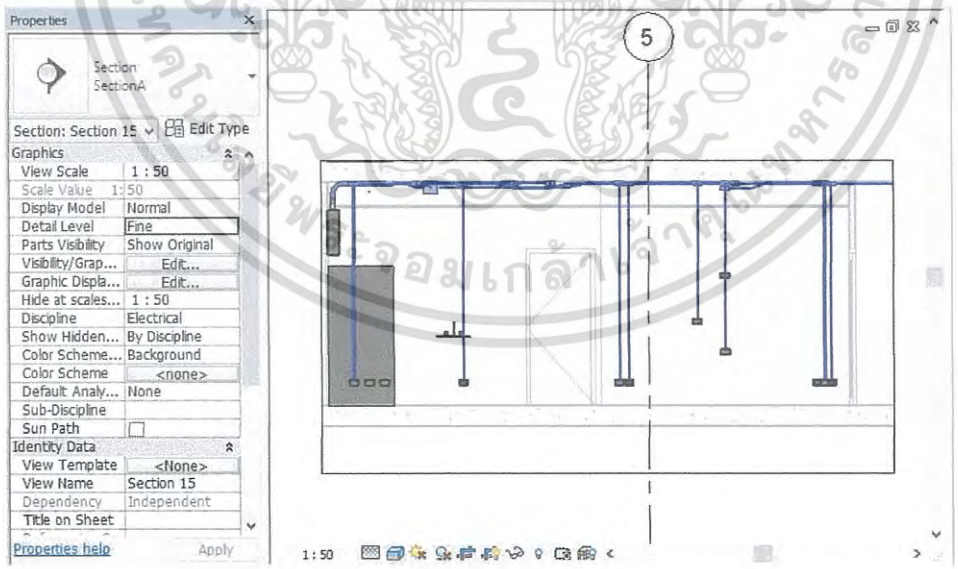
ข. การวางตำแหน่งเต้ารับ

การวางตำแหน่งเต้ารับต้องวางระยะและระดับความสูงให้ถูกต้อง ระยะมาตรฐานคือ 20 เซ็นติเมตร ระดับมาตรฐานสูง 30 เซ็นติเมตรดังรูปที่ 42 และเลือกชนิดเต้ารับให้ตรงตามแบบที่กำหนด โดยเลือกเต้ารับตามรายการ Family ที่ได้สร้างไว้แล้ว การวางตำแหน่งเต้ารับให้วางตำแหน่งระยะในแปลนก่อน แล้วต่อมาจึงทำการตัด Section เพื่อไปเขียนแบบระดับความสูงจากพื้นสำเร็จอีกครั้ง ดังรูปที่ 42 ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



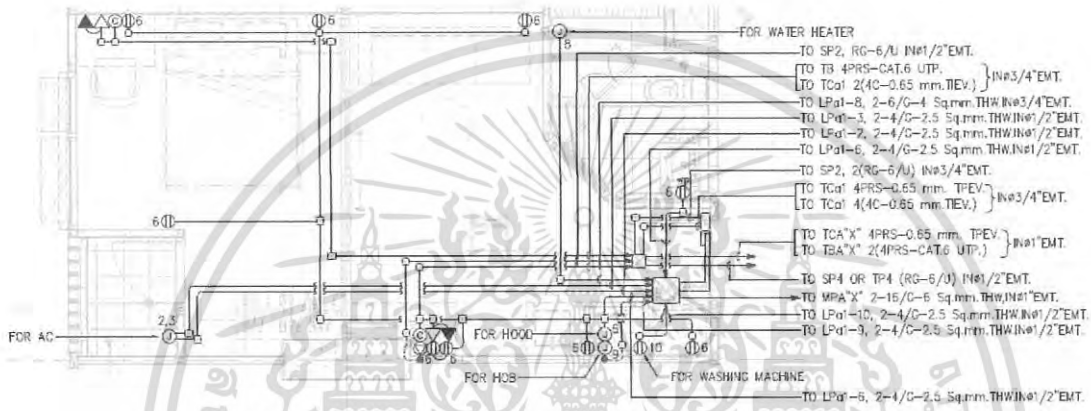
รูปที่ 3.30 การวางตำแหน่งเต้ารับ



รูปที่ 3.31 การเขียนระดับความสูงตำแหน่งเต้ารับไฟฟ้าในห้องพัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้จัดวางตำแหน่งเต้ารับครบทุกจุดแล้วดังรูปที่ 43 ต่อไปก็จะเป็นการเขียนแบบแนวท่อไฟฟ้าสำหรับร้อยสายไฟฟ้าเพื่อไปจ่ายโหลดให้กับเต้ารับไฟฟ้าในวงจรตามแบบ จากแบบวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 44 จะเห็นได้ว่าวงจรย่อยสำหรับเต้ารับห้องรับแขก ห้องนอน ห้องน้ำ จะเป็นวงจรที่ 6 ส่วนเต้ารับสำหรับเตาไฟฟ้าจะเป็นวงจรที่ 9 เต้ารับสำหรับเครื่องดูดควันเป็นวงจรที่ 6 เต้ารับสำหรับเครื่องซักผ้าเป็นวงจรที่ 10 ตามลำดับ



รูปที่ 3.32 แบบก่อสร้างระบบไฟฟ้าเต้ารับห้องพัก TYPE 1BR

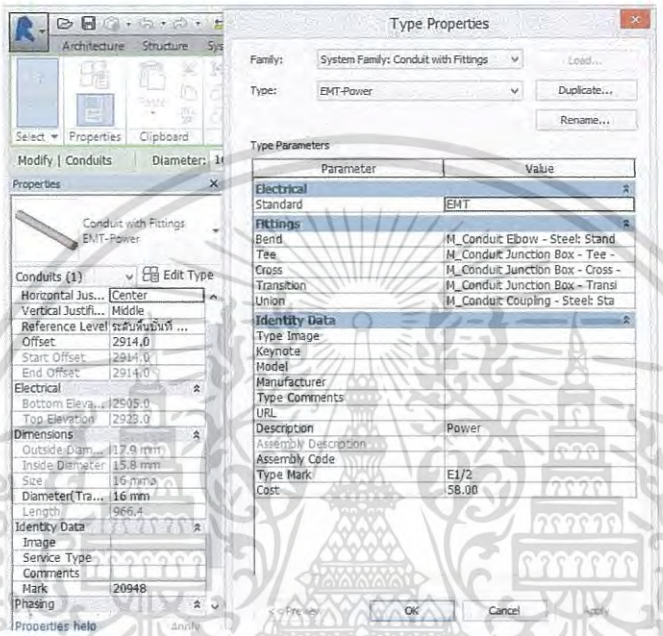
ก. การเขียนแบบแนวท่อไฟฟ้า

จากรูปที่ 42 จะเห็นว่าการเดินสายไฟฟ้าจะใช้สัญลักษณ์ 2-4/G-2.5 Sq.mm. THW IN Ø 1/2" EMT หมายถึง เป็นวงจรเดี่ยวใช้สายชนิด THW ขนาด 4 ตารางมิลลิเมตรจำนวน 2 เส้นและมีสายดิน (Ground) ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตรจำนวน 1 เส้น ร้อยในท่อชนิดท่อเหล็กบาง (EMT) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2"(16 มิลลิเมตร) การติดตั้งท่อใช้วิธีเดินลอยยึดติดกับท้องพื้นคอนกรีตด้วยแคล้มยึดท่อสองขาสำหรับท่อ EMT (แคล้มโอเมก้า) ตามมาตรฐานการติดตั้งท่อของ วสท. พศ. 2556 ได้แก่

- ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตต้องมีการจับยึดด้วยประกับโลหะหรือประกับสำหรับแขวนท่อทุกๆไม่เกิน 1.5 เมตร และไม่เกิน 30 เซนติเมตรจากกล่องต่อสาย
- ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit Bushing ใส่ไว้ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นต้องมีหัวงูเห่า (Service Entrance Fitting) ใส่ไว้
- การงอท่อต้องทำให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและเมื่อรวมมุมงอทั้งหมดแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับแรกในขั้นตอนการเขียนแบบแนวท่อต้องทำการกำหนดรายละเอียดท่อไฟฟ้าเสียก่อน โดยจะต้องตั้งชื่อ Power conduit ชนิดท่อคือ EMT ขนาดของท่อคือ 1/2" หรือ 16 มม. แสดงดังรูปด้านล่าง



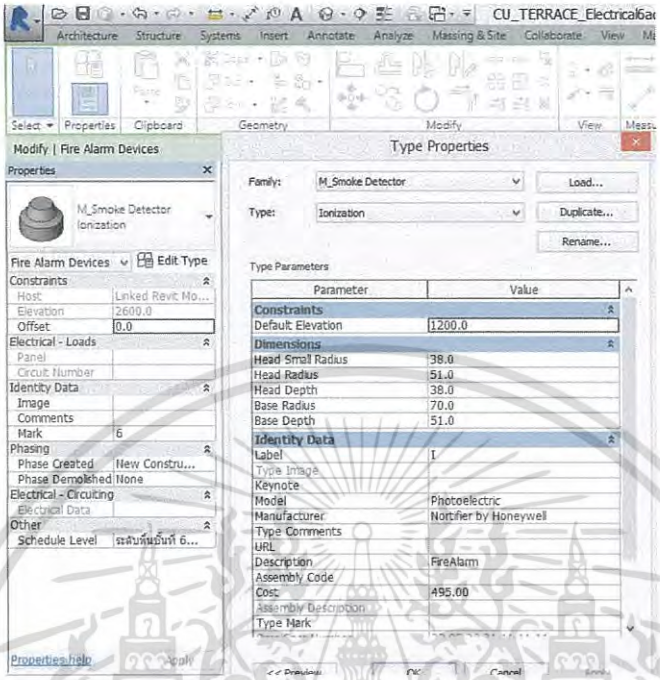
รูปที่ 3.33 ใส่รายละเอียดท่อระบบไฟฟ้ากำลัง

3.5.1.2.3 การสร้างแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ก. การกำหนดคุณสมบัติของชนิดอุปกรณ์ต่างๆ อาทิเช่น

- Combination Rate of Rise and Fixed Temperature Detector เป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ชนิดที่มีตัวตรวจจับอัตราการเพิ่มความร้อนและอุณหภูมิสูงค่าหนึ่ง(Fixed Temperature) อยู่ในตัวเดียวกัน โดย Fixed Temperature ทำงานที่ 60 องศาเซลเซียส และRate of Rise ทำงานที่ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที การติดตั้งให้ติดกับฝ้าเพดาน
- Photo Electric Smoke Detector เป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ที่ตรวจจับควันซึ่งสามารถตรวจจับควันที่มองเห็นและมองไม่เห็น ครอบคลุมพื้นที่ 900 ตารางฟุต การติดตั้งให้ติดตั้งกับฝ้าเพดานดังรูปด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



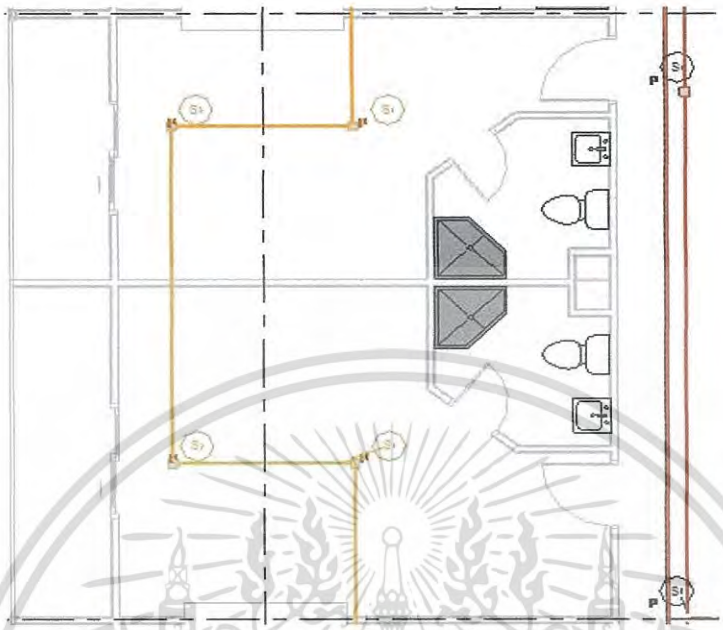
รูปที่ 3.34 การใส่รายละเอียดอุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

- Manual Alarm Station เป็นชนิดให้มือดึง และมีตัวหนังสือบอกวิธีการใช้งานอย่างชัดเจน การติดตั้งให้ติดตั้งฝังอุปกรณ์ในกล่องในผนังสูงจากระดับพื้นสำเร็จ 1.20 เมตร
- Fire Alarm Bell เป็นชนิดที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลล์ ทำงานด้วยโซลีนอยด์เพื่อไปขับ Striker มีขนาด 6 นิ้ว

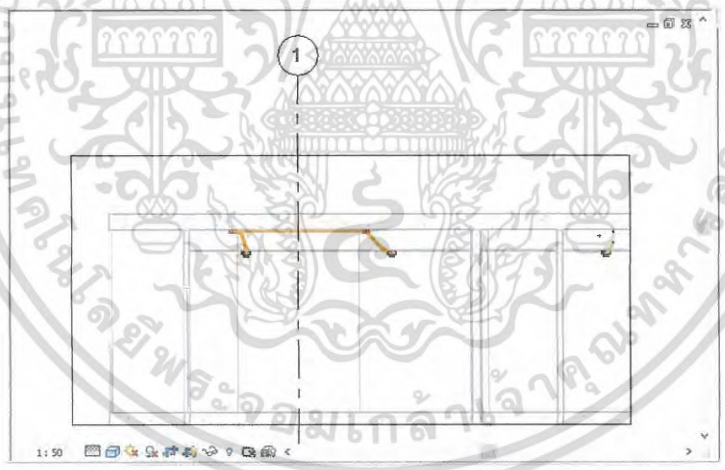
ข. การวางตำแหน่งอุปกรณ์

การวางตำแหน่งอุปกรณ์ต้องวางระยะให้ถูกต้องและเลือกชนิดอุปกรณ์ให้ตรงตามแบบที่กำหนด โดยเลือกตามรายการ Family ที่ได้สร้างไว้แล้ว การวางตำแหน่ง Smoke Detector ต้องทำใน Ceiling Plan จะได้ดังรูปที่ 44 ด้านล่างซึ่งเป็นตัวอย่างการวางตำแหน่งอุปกรณ์และเดินท่อ หากต้องการจะเขียนท่ออ่อนเหล็กต้องทำรูปตัดบริเวณนั้นเพื่อให้สามารถเขียนได้อย่างถูกต้องดังรูปที่ 47 สำหรับบริเวณชั้นที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 แปลนการวางตำแหน่งอุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้



รูปที่ 3.36 รูปตัดการวางตำแหน่งอุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

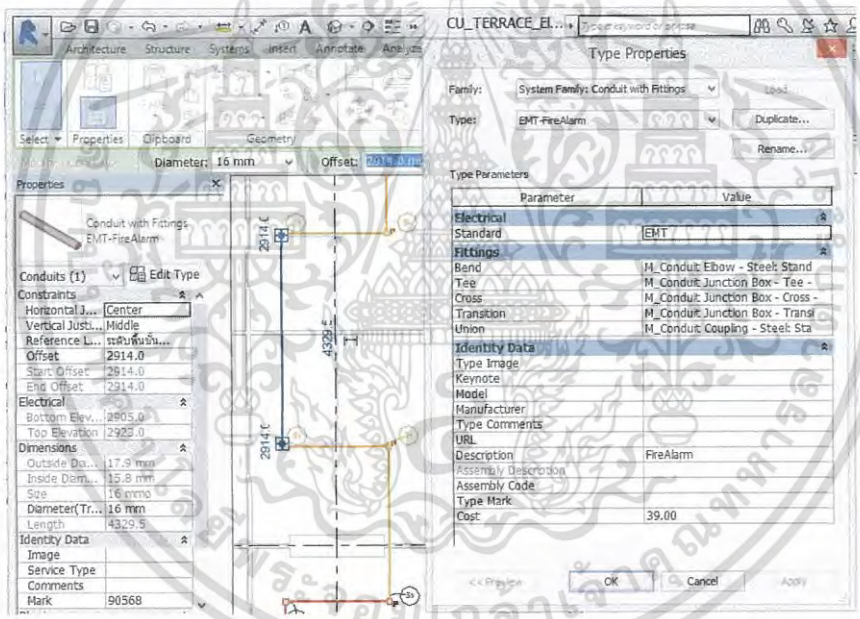
ค. การเขียนแบบแนวท่อไฟฟ้า

การเดินสายวงจรระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะใช้สัญลักษณ์ 2-1.5 Sq.mm. THW IN Ø 1/2" EMT หมายถึง เป็นวงจรเดี่ยวใช้สายชนิด THW ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตรจำนวน 2 เส้นร้อยในท่อชนิดท่อเหล็กบาง (EMT) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2"(16 มิลลิเมตร) การติดตั้งท่อใช้วิธีเดินลอยยึดติดกับท้องพื้นคอนกรีตด้วยแคล้มยึดท่อสองขาสำหรับท่อ EMT (แคล้มโอเมก้า) ตามมาตรฐานการติดตั้งท่อของ วสท. พศ. 2556 ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตต้องมีการจับยึดด้วยประกับโลหะหรือประกับสำหรับแขวนท่อทุกๆไม่เกิน 1.5 เมตร และไม่เกิน 30 เซนติเมตรจากกล่องต่อสาย
- ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit Bushing ใส่ไว้ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นต้องมีหัวงูเห่า (Service Entrance Fitting) ใส่ไว้
- การงอท่อต้องทำให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและเมื่อรวมมุมงอทั้งหมดแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา

ลำดับแรกในขั้นตอนการเขียนแบบแนวท่อต้องทำการกำหนดรายละเอียดท่อไฟฟ้าเสียก่อน โดยจะต้องตั้งชื่อ FA conduit ชนิดท่อคือ EMT ขนาดของท่อคือ 1/2" หรือ 16 มม. แสดงดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.37 ใส่รายละเอียดท่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

3.5.2 วิธีการประมาณราคาระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

3.5.2.1 การถอดปริมาณด้วยโปรแกรม Autodesk Revit

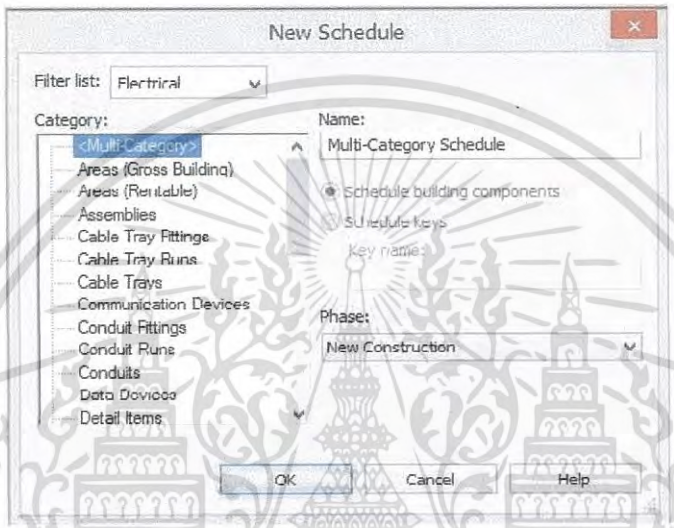
การถอดปริมาณวัตถุต่างๆในโปรแกรม Autodesk Revit จะเรียกว่า การสร้างตารางรายละเอียดของอาคาร การแสดงผลจะถูกควบคุมด้วย Filter โดยแบบที่จะใช้ทำการสร้างตารางรายละเอียดก็จะใช้แบบท่อทุกระบบที่ได้เขียนขึ้นไว้แล้วตั้งแต่ชั้นที่ 5-22 ซึ่งเป็นส่วนอาคารหอพักบุคลากรที่ใช้สำหรับทำการวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.1.1 การถอดปริมาณท่อ

ขั้นตอนการถอดปริมาณท่อ Conduit เพื่อสร้างตารางรายละเอียดท่อไฟฟ้ามีดังนี้

ก. ในส่วน Tool Menu กดเลือก VIEW > New > Schedule/Quantities [17] ดังรูป



รูปที่ 3.38 การสร้างตารางรายละเอียดท่อไฟฟ้า

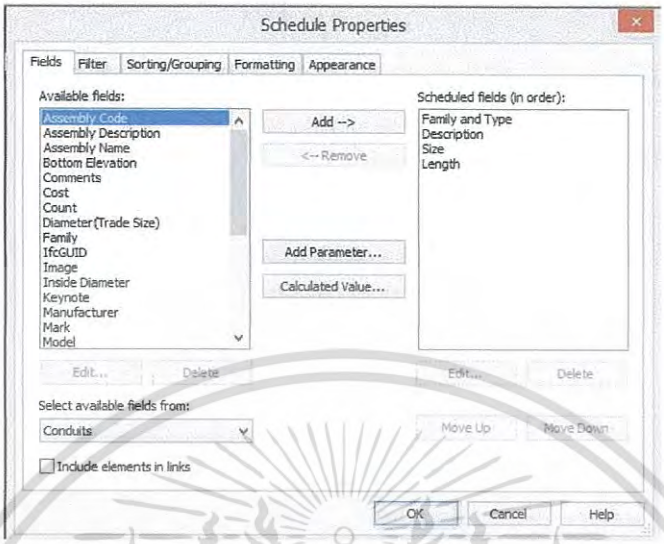
ข. ภายใน New Schedule ไดอะล็อกบ็อกซ์ในส่วนของ Category ให้เลือกที่ Conduit และกดเลือก OK

ค. ภายใน Schedule Properties ไดอะล็อกบ็อกซ์ให้กดเลือกที่ Fields

ง. การเลือกข้อมูล (Fields) ภายในรายการ Available Fields ให้เลือกที่รายการ Family and Type และกดเลือกที่ปุ่ม Add เพื่อให้รายการย้ายมาทางด้านขวามือ ดังรูปที่ 51

จ. ให้ทำการเพิ่ม Description, Size และ Length

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

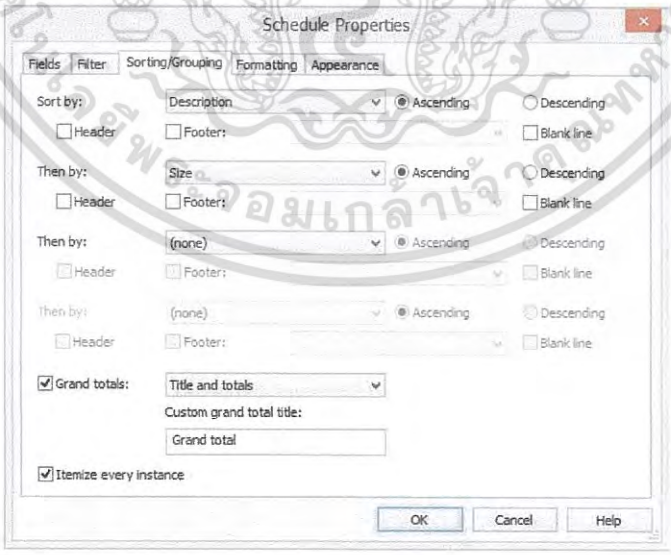


รูปที่ 3.39 การเลือกข้อมูลในการแสดงผล

ฉ. สามารถใช้คำสั่ง Move Up หรือ Move Down เพื่อจัดลำดับข้อมูล (Fields) ใน Schedule Field List

ช. ให้กดเลือกที่แถบ Sorting/Grouping ในส่วนของ Sort by ให้เลือกเป็น Description

ซ. ในส่วนของ Then by ให้เลือกเป็น Size



รูปที่ 3.40 การเลือก Sorting / Grouping

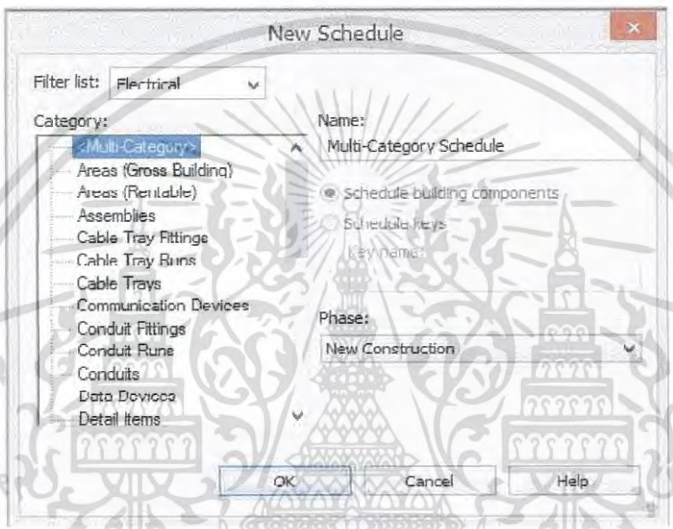
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฌ. ให้กดเลือกที่แถบ Formatting ใน Schedule Properties กดเลือก Size กด OK เพื่อแสดงผลรายละเอียดท่อไฟฟ้าที่เลือกไว้ โดยจะแสดงผลในบทที่ 4

3.5.2.1.2 การถอดปริมาณอุปกรณ์

ขั้นตอนการถอดปริมาณอุปกรณ์เพื่อสร้างตารางรายละเอียดท่อไฟฟ้ามีดังนี้

- ในส่วน Tool Menu กดเลือก VIEW > New > Schedule/Quantities [17] ดังรูป



รูปที่ 3.41 การสร้างตารางรายละเอียดท่อไฟฟ้า

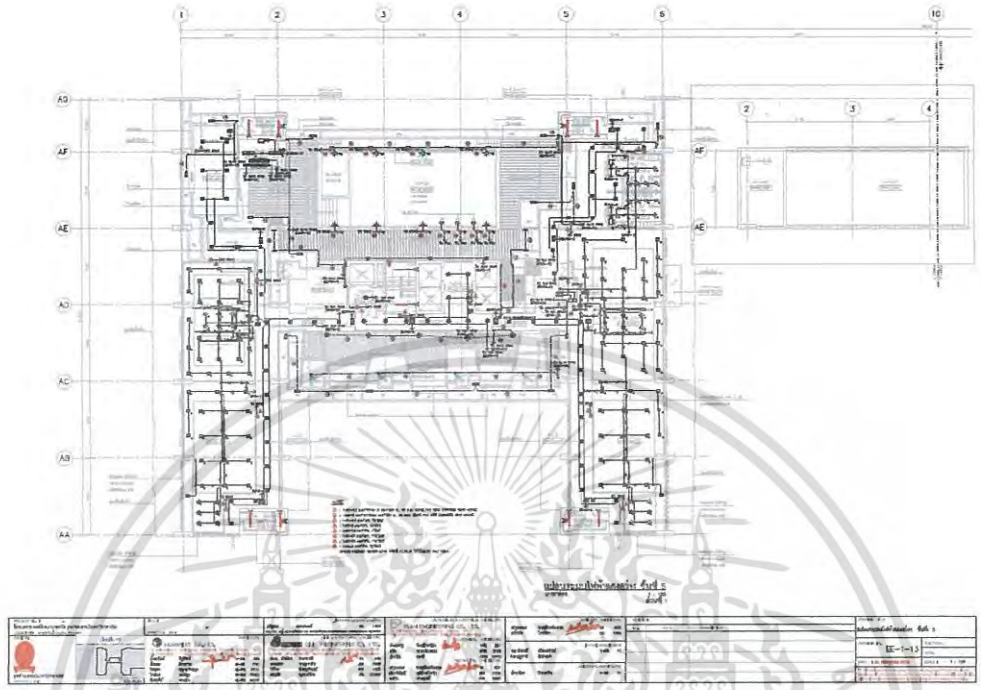
ภายใน New Schedule ไดอะล็อกบ็อกซ์ในส่วนของ Category ให้เลือกที่รายการอุปกรณ์ที่ต้องการได้แก่ electrical outlet, data device, lighting fixture และ fire alarm device แล้วจึงกดเลือก OK

3.5.2.2 การถอดปริมาณโดยใช้คนแบบดั้งเดิม

ก. ขั้นตอนที่ 1 การพิจารณาและตรวจสอบแบบ

ต้องนำแบบที่ได้มาตรวจสอบเบื้องต้นก่อน คือ ได้รับแบบครบหรือไม่ ดูแบบคร่าวๆ ทำความเข้าใจ ดูสัญลักษณ์ประกอบเมื่อทำความเข้าใจก็ส่งข้อมูลให้ Supplier เสนอราคาสิ่งที่สำคัญมากอีกอย่างก็คือ ต้องนำ BOQ ที่ได้รับมาทำความเข้าใจก่อนเพราะ BOQ แต่ละงานรูปแบบไม่เหมือนกันซึ่งจะเป็นแนวทางในการถอดแบบว่า ควรจะรวมหรือแยกในแต่ละส่วนอย่างไร แบบ Design ระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 5 แสดงได้ดังรูปด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.42 แบบ Design ระบบแสงสว่างชั้นที่ 5

ข. ขั้นตอนที่ 2 การนับปริมาณอุปกรณ์และวัดขนาดความยาวของท่อและสาย

เริ่มต้นในการถอดนับอุปกรณ์ วัดขนาดความยาวของอุปกรณ์ในแต่ละชนิด ไว้ในแต่ละแผ่นแล้วเขียนลงไปในแบบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบและแก้ไข อย่าลืม ตรวจสอบ มาตราส่วน (Scale) ทุกครั้งก่อนทำการวัด การนับอุปกรณ์จะแยกแต่ละระบบดังนี้ได้แก่

- การนับปริมาณอุปกรณ์และความยาวท่อระบบแสงสว่าง
- การนับปริมาณอุปกรณ์และความยาวท่อระบบกำลัง
- การนับปริมาณอุปกรณ์และความยาวท่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- การนับปริมาณอุปกรณ์และความยาวท่อระบบคอมพิวเตอร์
- การนับปริมาณอุปกรณ์และความยาวท่อระบบโทรศัพท์
- การนับปริมาณอุปกรณ์และความยาวท่อระบบโทรทัศน์รวม
- การนับปริมาณอุปกรณ์และความยาวท่อระบบโทรทัศน์วงจรปิด

รายละเอียดงานท่อในแต่ละระบบที่ทำการถอดจำนวนสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1.ท่อระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting) และเต้ารับ (Power) ขนาดท่อที่ใช้งานมีขนาด 1/2" (16 มิลลิเมตร) สำหรับท่อที่มีวงจรสายไฟฟ้าขนาด 4 ตารางมิลลิเมตร 1 วงจรและท่อขนาด 3/4 ”(21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิเมตร) ใช้สำหรับท่อที่มีวงจรสายไฟฟ้า 4 ตารางมิลลิเมตร 2 วงจร หรือที่ร้อยสายไฟฟ้า 4 ตารางมิลลิเมตรจำนวน 4 เส้น ก็จะใช้ท่อขนาด 3/4" (21 มิลลิเมตร) เช่นกัน

2. ท่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm) ขนาด 1/2" เป็นท่อสำหรับใช้ร้อยสายไฟวงจร Smoke Detector ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 1 โซน ขึ้นไปจนถึง 5 โซน ส่วนท่อขนาด 3/4" ใช้สำหรับร้อยสายไฟชนิดทนไฟขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตรสำหรับเสียงประกาศแจ้งหนีไฟ (Alarm Bell) 1 วงจรและท่อขนาด 1" ใช้สำหรับร้อยสายสำหรับเสียงประกาศแจ้งหนีไฟ (Alarm Bell) 2 วงจร

3. ท่อระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม (MATV) ใช้ท่อขนาด 1/2" สำหรับร้อยสายชนิด RG6 จ่ายแยกสัญญาณไปเต้ารับ 1 เส้นและ 2 เส้น ท่อขนาด 3/4" ใช้สำหรับร้อยสายชนิด RG11 ซึ่งเป็นสายเมน (Main) สัญญาณโทรทัศน์ จำนวน 1 เส้นและใช้ท่อขนาด 1" ใช้สำหรับร้อยสายชนิด RG11 จำนวน 2 เส้นตามลำดับ

4. ท่อระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์ ใช้ท่อขนาด 1/2" สำหรับร้อยสายชนิด UTP CAT6 จำนวน 1 เส้น ใช้ท่อขนาด 3/4" สำหรับร้อยสาย UTP CAT 6 จำนวน 2,3 เส้นตามลำดับ เมื่อกรอกข้อมูลรายละเอียดท่อระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ค. ขั้นตอนที่ 3 การลงอุปกรณ์ในแบบฟอร์ม (Back up Sheets)

เป็นการรวบรวมอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ การรวบรวมนั้นควรมีแบบฟอร์มในการรวมรวมเพื่อให้ง่ายต่อการรวบรวมและป้องการการตกหล่น (Back up Sheet) แบบฟอร์มที่ใช้กรอกจำนวนอุปกรณ์และท่อไฟฟ้าแยกแต่ละระบบและจำแนกเป็นพื้นที่ใช้กรอกดังรูปที่ 55 เมื่อมีตารางการกรอกจำนวนอุปกรณ์แล้วจึงทำการถอดจำนวนอุปกรณ์แยกตามชนิดห้องเป็น 2A, S2, 1A, และ 1BR การลงอุปกรณ์จะทำการแยกแผ่นของแต่ละระบบ จะไม่ลงรวมกันยกเว้นตอนที่จะมารวมทำ BOQ จึงค่อยมากรอกรวมกันในตาราง BOQ อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท เมาเวอร์ไลน์ เอ็ญจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)
MIER LINE ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED

ตารางสำหรับถอดจำนวนอุปกรณ์แยกตามพื้นที่

☐ Design Dwg. No. .....
☐ Shop Dwg. No. .....

System : ☐ EE ☐ SN ☐ AC ☐ .....

บริเวณ,ตึกที่ / ชนิด ขนาด อุปกรณ์	1ชั้น 1A 8 ห้อง	1ชั้น 2A 2 ห้อง	1ชั้น S2 4 ห้อง	1ชั้น 1BR 14 ห้อง	1ชั้น 1BR/1 2 ห้อง	Totel			17ชั้น 1A 136 ห้อง	17ชั้น 2A 34 ห้อง	17ชั้น S2 68 ห้อง	17ชั้น 1BR 238 ห้อง	17ชั้น 1BR/1 34 ห้อง	Totel 510 ห้อง
โคมไฟ L2	8	4	8	14	2	36			136	68	136	238	34	612
โคมไฟ L3	8	4	8	14	2	36			136	68	136	238	34	612
โคมไฟ L4	8	2	8	14	2	34			136	34	136	238	34	578
โคมไฟ L5	40	14	28	56	10	148			680	238	476	952	170	2516
โคมไฟ L6	8	2	4	14	2	30			136	34	68	238	34	510
Switch 1S	56	28	56	112	18	262			952	340	952	1904	306	4454
Switch S2	16	4	-	-	-	20			272	68	-	-	-	340
Plate 1 ช่อง	40	18	52	56	8	174			680	306	884	952	136	2958
Plate 2 ช่อง	24	12	28	56	10	122			408	204	340	952	170	2074
Plate 3 ช่อง	8	-	4	14	2	28			136	-	68	238	34	476
Duplex Receptacle	80	30	56	140	22	328			1360	510	952	2380	374	5576
Telephone Outlet	24	10	28	56	8	126			408	170	476	952	136	2142
Computer Outlet	8	4	12	28	4	56			136	68	204	476	68	952
TV Outlet	16	4	8	14	4	46			272	68	136	238	68	782
Plate For Receptacle	72	24	44	126	18	284			1224	408	748	2142	306	4828
Plate For Receptacle Wp	8	6	12	14	4	44			136	102	204	238	68	748
Heat Detector	16	6	12	28	4	66			272	102	204	476	68	1122
LED Lamp With Plate	8	2	4	14	2	30			136	34	68	238	34	510

รูปที่ 3.43 ตารางสำหรับถอดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

หลังจากได้ดำเนินการสร้างแบบจำลอง 3 มิติอาคารกรณีศึกษา ในส่วนงานสถาปัตยกรรมและงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ตามขั้นตอนในบทที่ 3 เสร็จแล้ว สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงในบทที่ 4 จะนำเสนอรายละเอียดแปลนสถาปัตยกรรมที่สร้างเสร็จแล้วทั้งชั้นสำหรับชั้นที่ 1 ถึง 22, แปลนระบบไฟฟ้าและสื่อสารในส่วนห้องพักแบบต่างๆ แปลนระบบไฟฟ้าและสื่อสารในส่วนกลางซึ่งจะประกอบไปด้วยพื้นที่โถงทางเดิน โถงลิฟท์และห้องไฟฟ้า ตลอดไปถึงภาพรวมทั้งอาคารกรณีศึกษาและมีการเปรียบเทียบข้อมูลการประมาณราคาระหว่างวิธีการใช้โปรแกรมถอดปริมาณและใช้คนถอดปริมาณแบบดั้งเดิมตามรายการอุปกรณ์ที่ศึกษาดังนี้

- ท่อระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- สายระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

4.1 ผลการสร้างแบบจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรม Autodesk revit

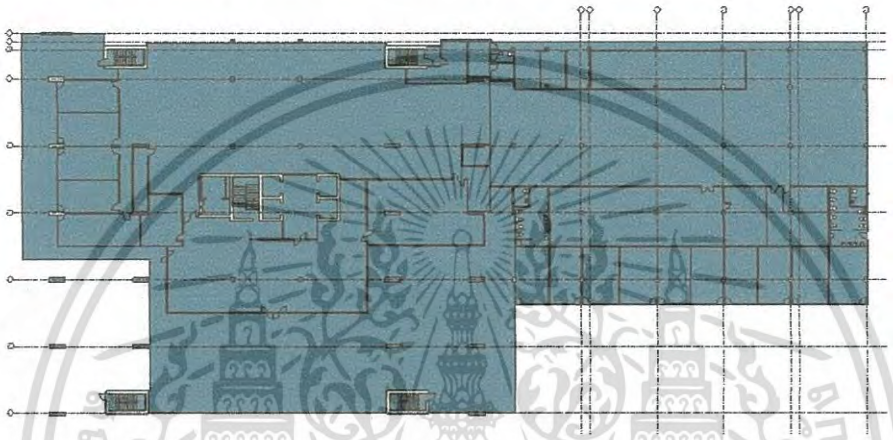
หลังจากได้ดำเนินการสร้างแบบจำลอง 3 มิติในบทที่ 3 หัวข้อ 3.5.1. ตามขั้นตอนต่างๆจนครบทั้งหมดแล้วนั้น ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นแปลนสถาปัตยกรรมชั้นต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

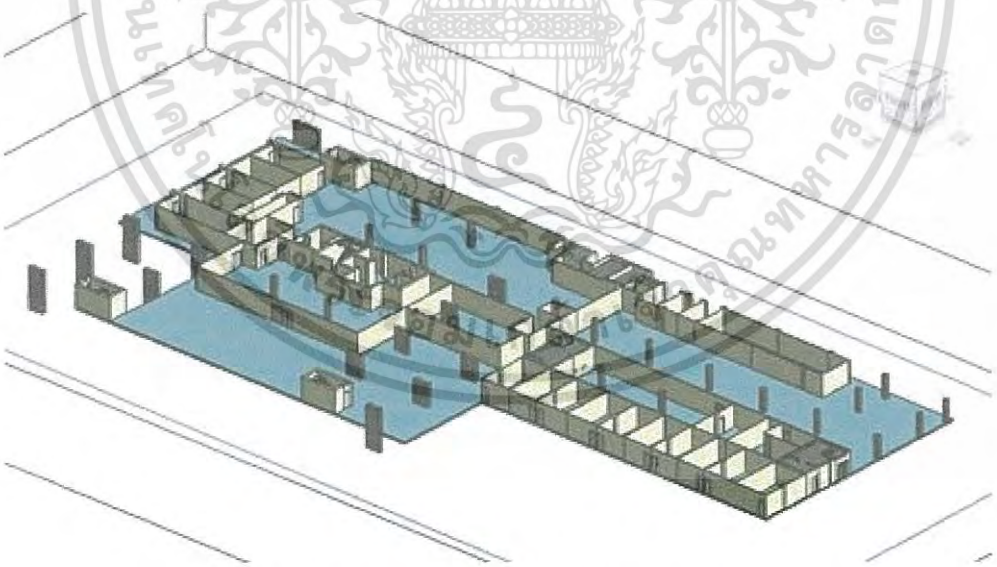
4.1.1 ผลการสร้างแบบสถาปัตยกรรม

4.1.1.1 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 1

จากหัวข้อ 3.5.1.1 ในบทที่ 3 การสร้างแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรม เมื่อนำข้อมูลมาทำการเขียนแบบในแต่ละส่วนได้แก่ พื้น เสา ผนังโครงสร้างจนครบทั้งหมดชั้นที่ 1 บริเวณพื้นที่ โถงทางเข้า โถงลิฟท์ ห้องสำนักงาน ร้านค้า ห้องเครื่องไฟฟ้า ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ห้องน้ำส่วนกลาง จะได้แบบสถาปัตยกรรมชั้นที่ 1 ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว แสดงแบบในมุมมอง 2 และ 3 มิติดังรูปที่ 56 และ 57 ด้านล่าง



รูปที่ 4.1 แปลนโครงสร้างและสถาปัตยกรรมชั้นที่ 1 ในมุมมอง 2 มิติ

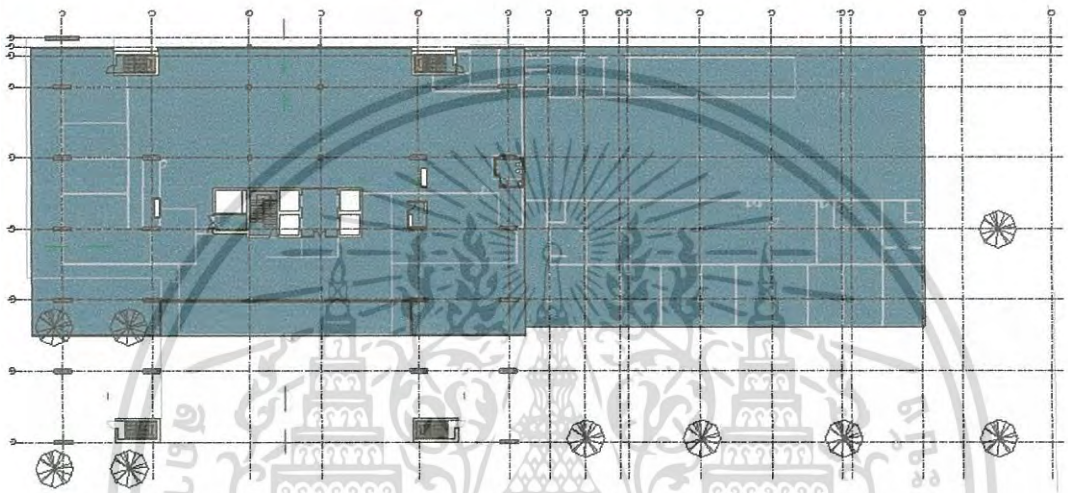


รูปที่ 4.2 แปลนโครงชั้นที่ 1 มุมมอง 3 มิติ

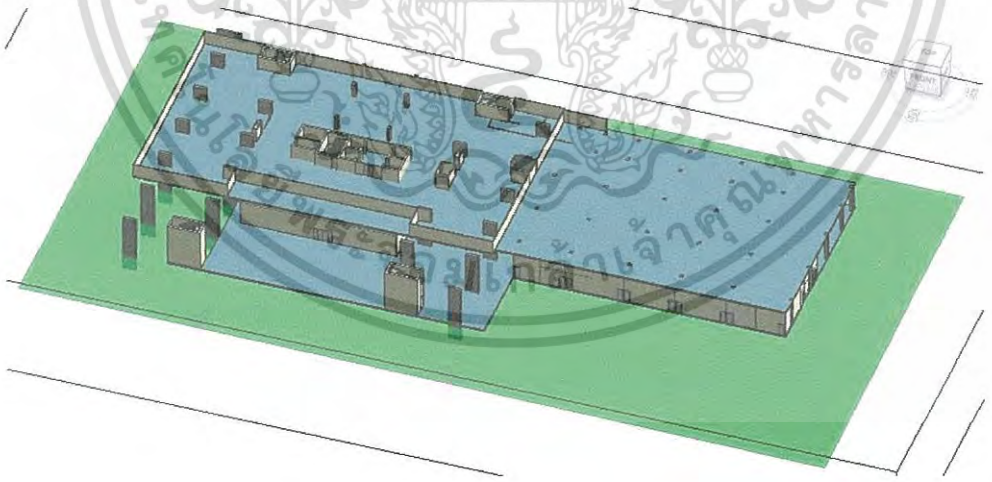
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 2

จากหัวข้อ 3.5.1 การสร้างแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรม เมื่อนำข้อมูลมาทำการเขียนแบบในแต่ละส่วนได้แก่ พื้น เสา ผนังโครงสร้างครบทั้งหมดชั้นที่ 2 บริเวณพื้นที่ โถงลิฟท์ ห้องน้ำส่วนกลาง และที่จอดรถจะได้แบบสถาปัตยกรรมชั้นที่ 2 ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว แสดงแบบในมุมมอง 2 และ 3 มิติดังรูปที่ 58 และ59



รูปที่ 4.3 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 2

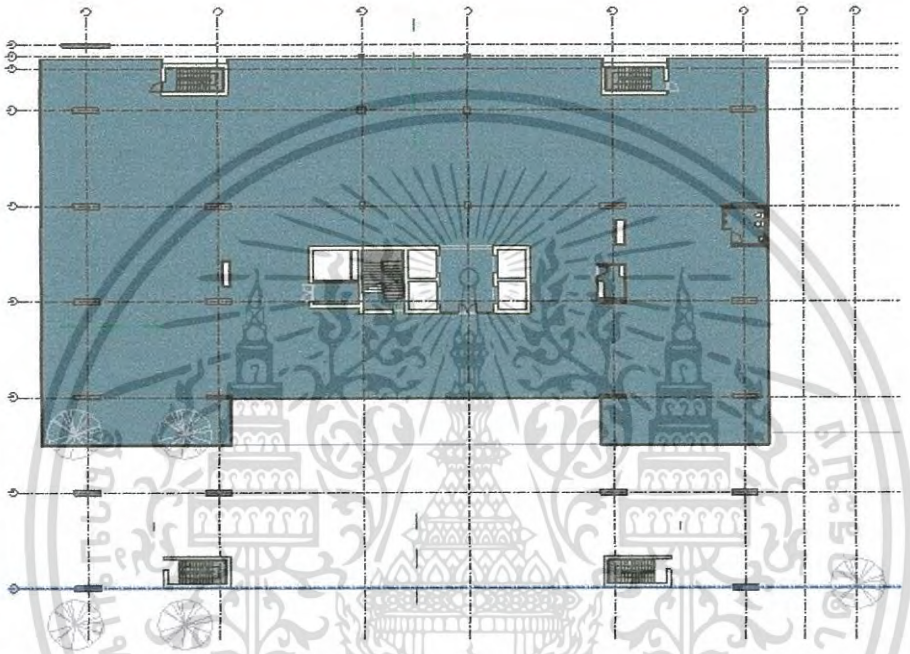


รูปที่ 4.4 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 2 มุมมอง 3 มิติ

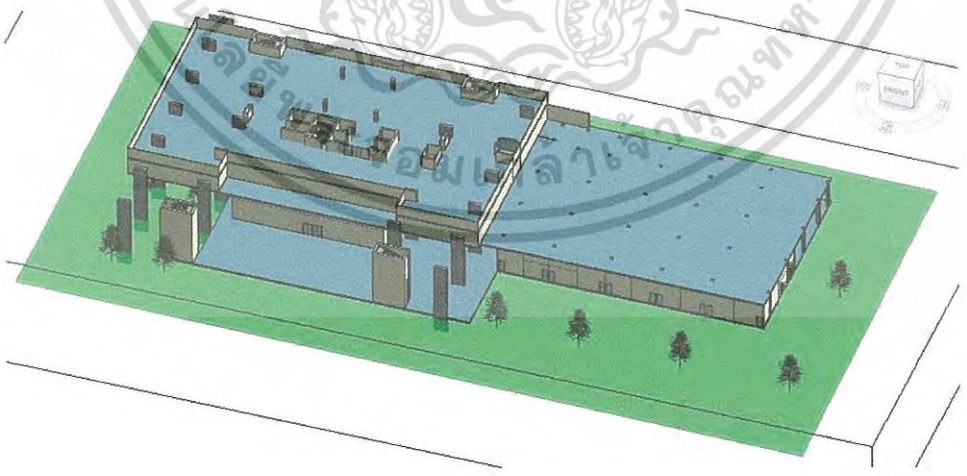
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 3

จากหัวข้อ 3.5.1 การสร้างแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมลักษณะจะใกล้เคียงกับในชั้นที่ 2 เมื่อนำข้อมูลมาทำการเขียนแบบในแต่ละส่วนได้แก่ พื้น เสา ผนังโครงสร้างครบทั้งหมดชั้นที่ 3 บริเวณพื้นที่ โถงลิฟท์ ห้องน้ำส่วนกลาง และที่จอดรถจะได้แบบสถาปัตยกรรมชั้นที่ 3 ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว แสดงแบบดังรูปที่ 60 และ 61



รูปที่ 4.5 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 3

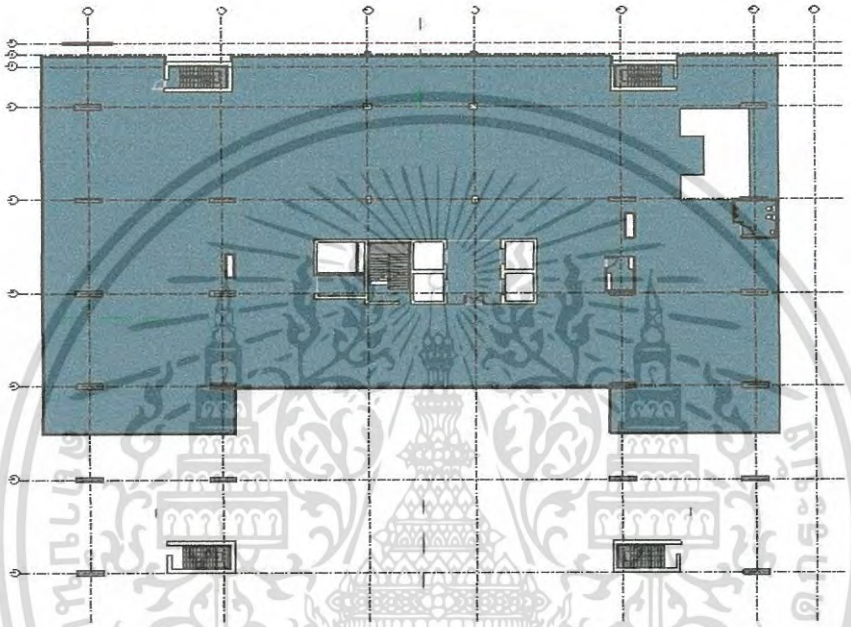


รูปที่ 4.6 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 3 มุมมอง 3 มิติ

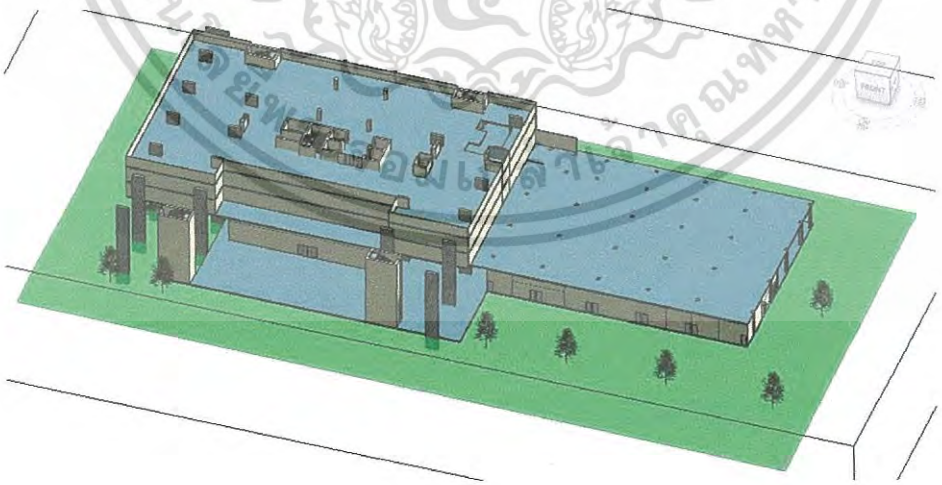
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 4

จากหัวข้อ 3.5.1 การสร้างแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมลักษณะจะใกล้เคียงกับในชั้นที่ 2 และ 3 เมื่อนำข้อมูลมาทำการเขียนแบบในแต่ละส่วนได้แก่ พื้น เสา ผนังโครงสร้างครบทั้งหมดชั้นที่ 4 บริเวณพื้นที่ โถงลิฟท์ ห้องน้ำส่วนกลาง และที่จอดรถจะได้แบบสถาปัตยกรรมชั้นที่ 4 ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว แสดงแบบดังรูปที่ 62 และ 63



รูปที่ 4.7 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 4

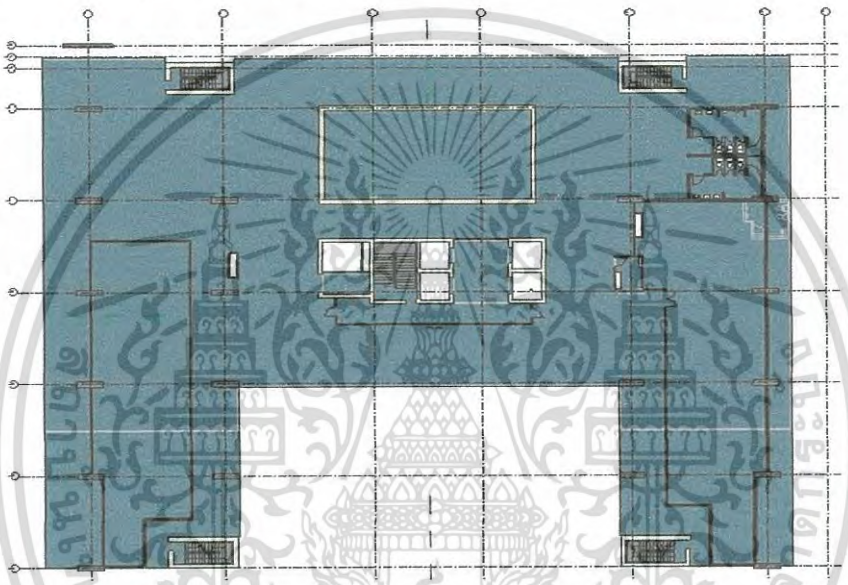


รูปที่ 4.8 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 4 มุมมอง 3 มิติ

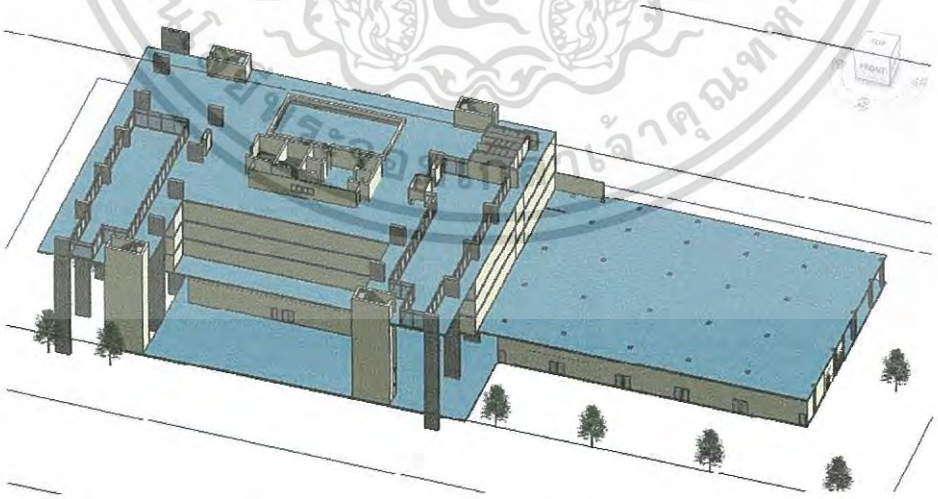
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.5 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 5

จากหัวข้อ 3.5.1 การสร้างแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมลักษณะจะแตกต่างไปจากชั้นที่ 2, 3 และ 4 เพราะมีรายละเอียดที่พิเศษไปคือมีบริเวณที่เป็น สระว่ายน้ำ โดยพื้นจะต้องเขียนแบบให้มีลักษณะเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมที่มีระดับพื้นต่ำกว่าระดับพื้นสำเร็จชั้นที่ 5 และเมื่อนำข้อมูลมาทำการเขียนแบบในแต่ละส่วนได้แก่ พื้น เสา ผนังโครงสร้างครบทั้งหมดชั้นที่ 5 บริเวณพื้นที่ โถงลิฟท์ ห้องน้ำส่วนกลาง สระว่ายน้ำ ห้องอเนกประสงค์ ห้องออกกำลังกายและที่จอดรถ จะได้แบบสถาปัตยกรรมชั้นที่ 5 ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว แสดงแบบดังรูปที่ 64 และ 65



รูปที่ 4.9 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 5

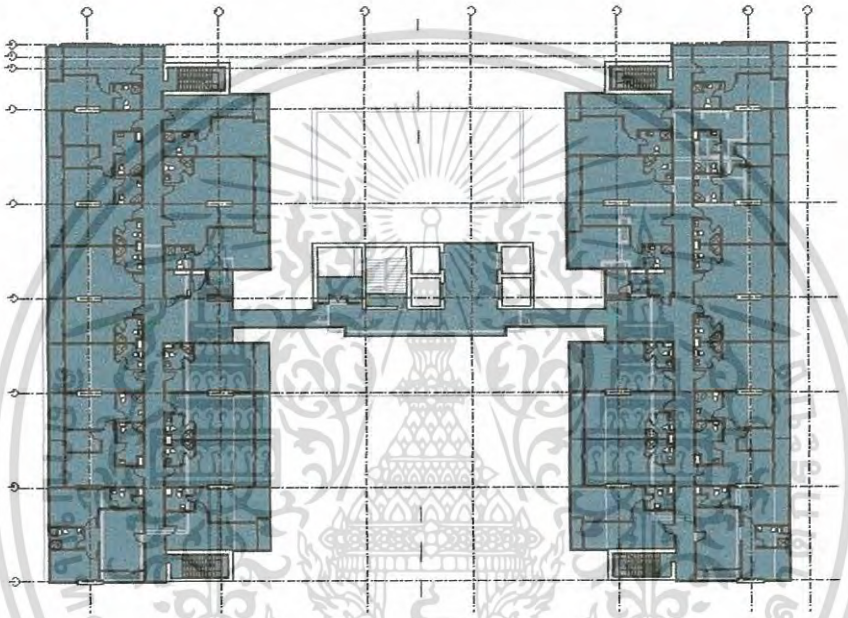


รูปที่ 4.10 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 5 มุมมอง 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

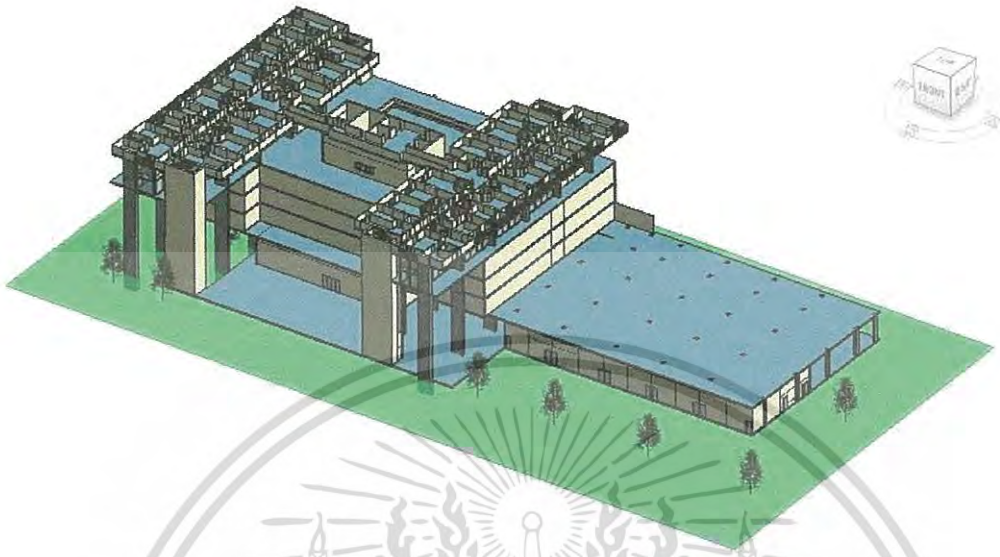
4.1.1.6 ผลการสร้างแบบชั้นที่ 6-22

ในขั้นตอนการเขียนแบบจะทำการเขียนแบบทีละผนัง ระยะจะต้องถูกต้องทั้ง 2 แนวแกน x และ y ต่อเนื่องไปจนครบทุกห้องและทุกพื้นที่ที่แสดงตามแปลนในชั้นที่ 6 เมื่อเขียนแปลนแนวผนังเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมาใส่ฝ้าเพดาน ประตู หน้าต่าง สุขภัณฑ์ต่างๆทั้งหมดให้ครบ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 66 และ 67



รูปที่ 4.11 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 6-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แปลนสถาปัตยกรรมชั้นที่ 6-22 มุมมอง 3 มิติ

หลังจากได้ทำการเขียนแบบในชั้นที่ 6 เสร็จแล้วก็ต้องทำการคัดลอกวัตถุทั้งหมดที่เขียนแบบชั้นที่ 6 ไปยังชั้นที่ 7-22 ซึ่งโปรแกรมจะใช้เวลามากพอสมควรดังแสดงตามรูปด้านล่าง

เมื่อคัดลอกเสร็จแล้วต้องไปตรวจสอบดูรายละเอียดของแบบทีละชั้น เพราะหากมีบางส่วนที่วัตถุซ้อนทับกันโปรแกรมจะลบวัตถุออกเฉพาะชิ้นนั้นโดยอัตโนมัติ และแบบอาคารเมื่อทำการเขียนแบบเสร็จทั้งหมดตั้งแต่ชั้นที่ 1 ไปจนถึงดาดฟ้า แสดงเป็นรูปแบบ 3 มิติได้ดังรูปที่ 68, 69 และ 70

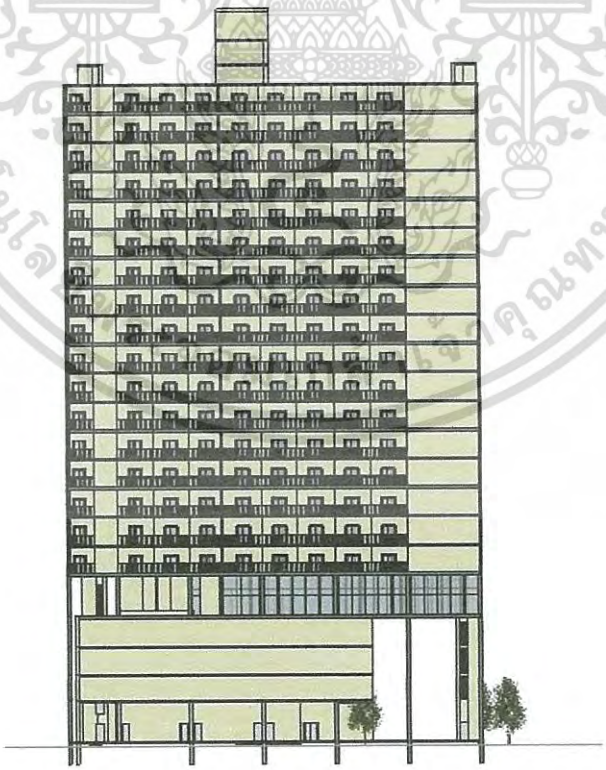
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 แบบ 3 มิติอาคาร กรณีศึกษาชั้น 1 - ดาดฟ้า

ลักษณะแบบโครงการกรณีศึกษาชั้นที่ 1 – ดาดฟ้า ในมุมมอง 3 มิติจะเห็นรายละเอียดโครงการโดยชัดเจน ทั้งส่วนที่เป็นผนังโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กบริเวณบันไดหนีไฟและลิฟท์โดยสาร ซึ่งจะมีลักษณะต่อเนื่องเป็นแนวดิ่งขึ้นไปตั้งแต่ชั้นที่ 1 – ดาดฟ้า บริเวณผนังด้านนอกมีทั้งก่ออิฐฉาบปูนและกระจกกรอบเป็นอลูมิเนียมในชั้นที่ 5 เมื่อถัดไปในชั้นที่ 6 – 22 จะเห็นลักษณะผนังตรงระเบียงจะเป็นรั้วราวเหล็ก มีประตูกระจกกั้นห้องกับระเบียง โดยในมุมมอง 3 มิติ สามารถหมุนเพื่อดูมุมมองโดยรอบแบบอาคารได้ทุกมุม ทำให้เพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบอาคารที่ดียิ่งขึ้น และยังสามารถดูมุมมองในรูปด้านได้ดังรูปที่ 64 และ 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 แบบรูปด้านหน้าอาคาร กรณีศึกษา



รูปที่ 4.15 แบบรูปด้านข้างอาคาร กรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

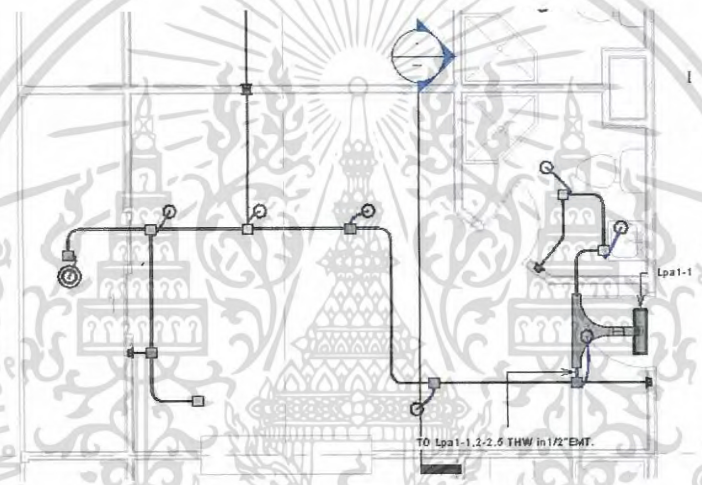
4.1.2 ผลการสร้างแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

4.1.2.1 ผลการสร้างแบบระบบแสงสว่าง

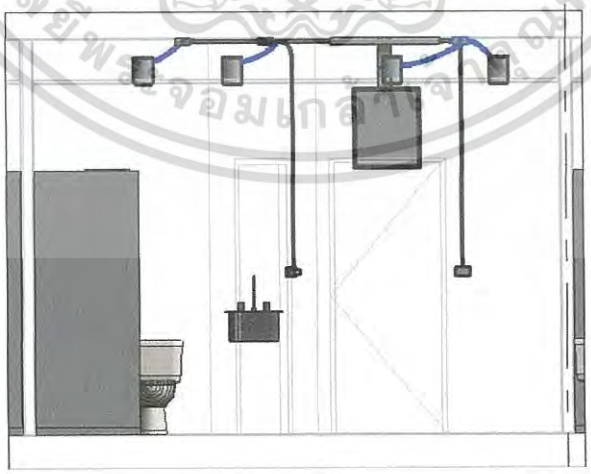
การเขียนแนวท่อระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องเริ่มต้นจากเขียนแนวท่อเดินจากตู้โหลดย่อยภายในห้องพัก ไปยังตำแหน่งสวิตช์และโคมไฟต่างๆให้ครบทุกวงจร โดยการเขียนจะเขียนแนวแปลนก่อนแล้วจะต้องทำการตัด Section บริเวณสวิตช์และโคมไฟ เพื่อเขียนท่อแนวดิ่งลงตำแหน่งอุปกรณ์อีกครั้ง

ก. แบบระบบแสงสว่างห้องพัก 1BR

ดังตัวอย่างการเขียนแบบห้องพักชนิด 1BR แสดงดังรูปที่ 71 และ 72 ข้างล่างตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4.16 แบบเดินท่อระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องพัก TYPE 1BR



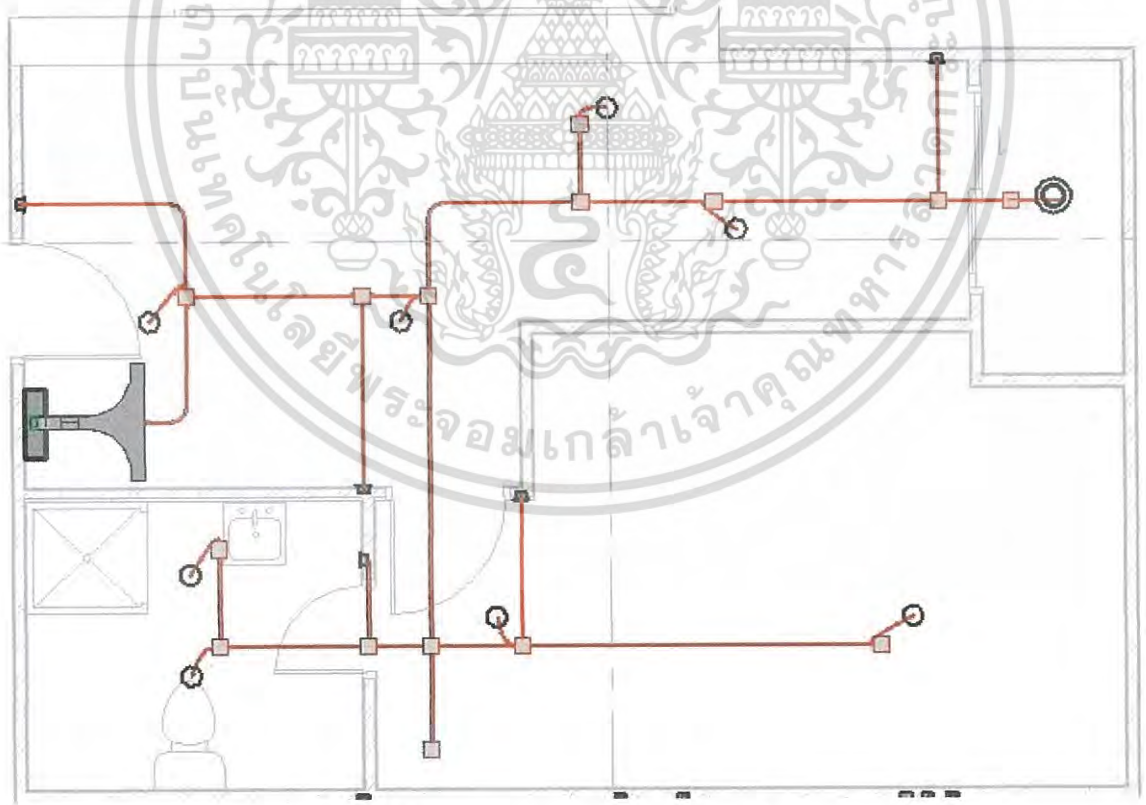
รูปที่ 4.17 รูปตัด Section แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องพัก TYPE 1BR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพิจารณาแบบแสงสว่างห้องพักชนิด 1BR พบว่าตำแหน่งตู้โหลดความสูงจะอยู่ตำแหน่งใต้ฝ้า ส่วนระยะจะอยู่เหนือประตูทางเข้า แล้ววิธีการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโหลดโคมไฟต่างๆจะใช้รางเดินสายไฟฟ้า เดินขึ้นจากด้านบนตู้โหลดเพื่อไปต่อกับแนวท่อไฟของวงจรย่อยแสงสว่างและเต้ารับซึ่งมีจำนวนท่อหลายเส้น ดังนั้นการใช้รางเดินสายก็เป็นวิธีที่เหมาะสมและใช้กันโดยทั่วไป การเดินท่อไฟไปจ่ายตำแหน่งสวิตซ์และโคมไฟฟ้าจะต้องทำการติดตั้ง Junction box จุดประสงค์เพื่อใช้สำหรับต่อสายร้อยลงโคมไฟและสวิตซ์นั่นเอง สังเกตความสูงสวิตซ์จะกำหนดที่ 1.20 เมตรจะเป็นระยะที่ใช้งานได้สะดวกโดยการเขียนแบบจะต้องเขียนให้สวิตซ์ฝังเข้าไปในผนังในส่วนของกล่องเหล็กและส่วนของท่อที่ร้อยสายลงมาที่สวิตซ์ก็ต้องเขียนให้ฝังอยู่ในผนังเช่นกัน

เมื่อเขียนแบบตำแหน่งอุปกรณ์และท่อระบบแสงสว่างในแบบชนิด 1BR จบแล้วจึงไปเขียนแบบในห้องพักแบบอื่นๆได้แก่ 1A , S2 และ 2A ต่อไปโดยแบบแต่ละชนิดอาจจะมีหลายห้องด้วยกัน แต่โดยภาพรวมแล้ว Concept การเขียนแบบจะเหมือนกันคือวงจรแสงสว่างจะรับโหลดจากตู้โหลดบริเวณภายในห้องจึงเดินกระจายจ่ายโหลดไปยังตำแหน่งโคมไฟโดยควบคุมผ่านสวิตซ์แต่ละจุด ดังแสดงในแบบแต่ละห้องพักด้านล่างดังนี้

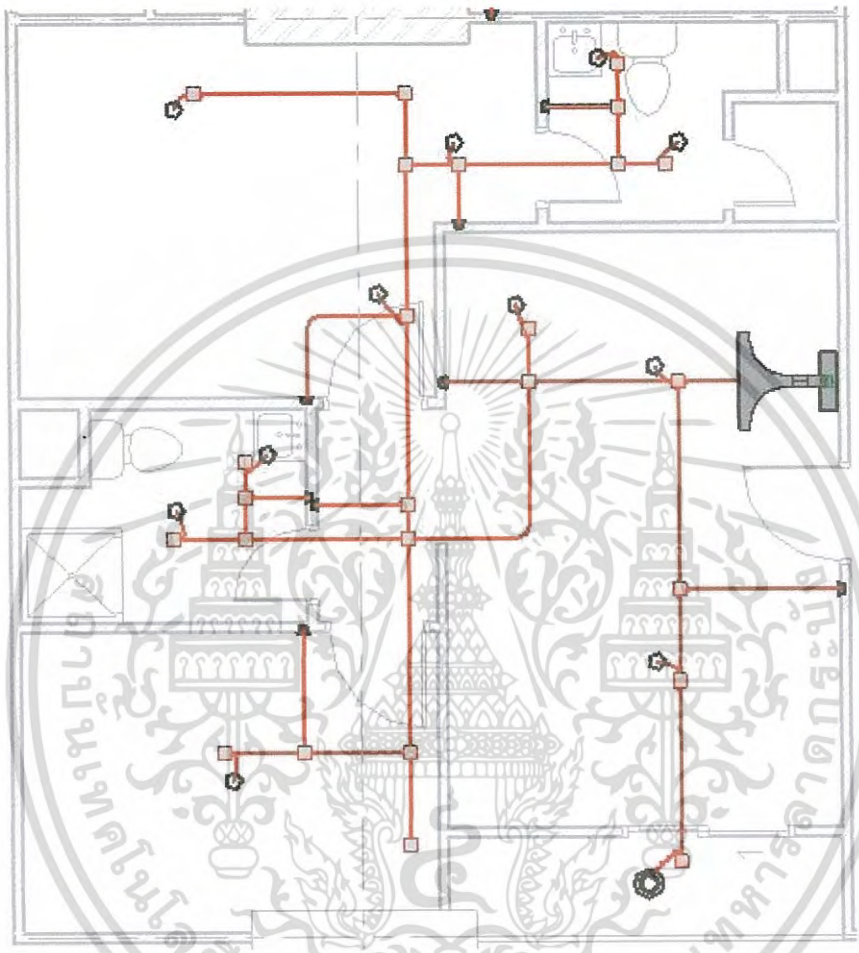
ข. แบบระบบแสงสว่างห้องพัก 1A



รูปที่ 4.18 แบบแสงสว่างห้องพักชนิด 1A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

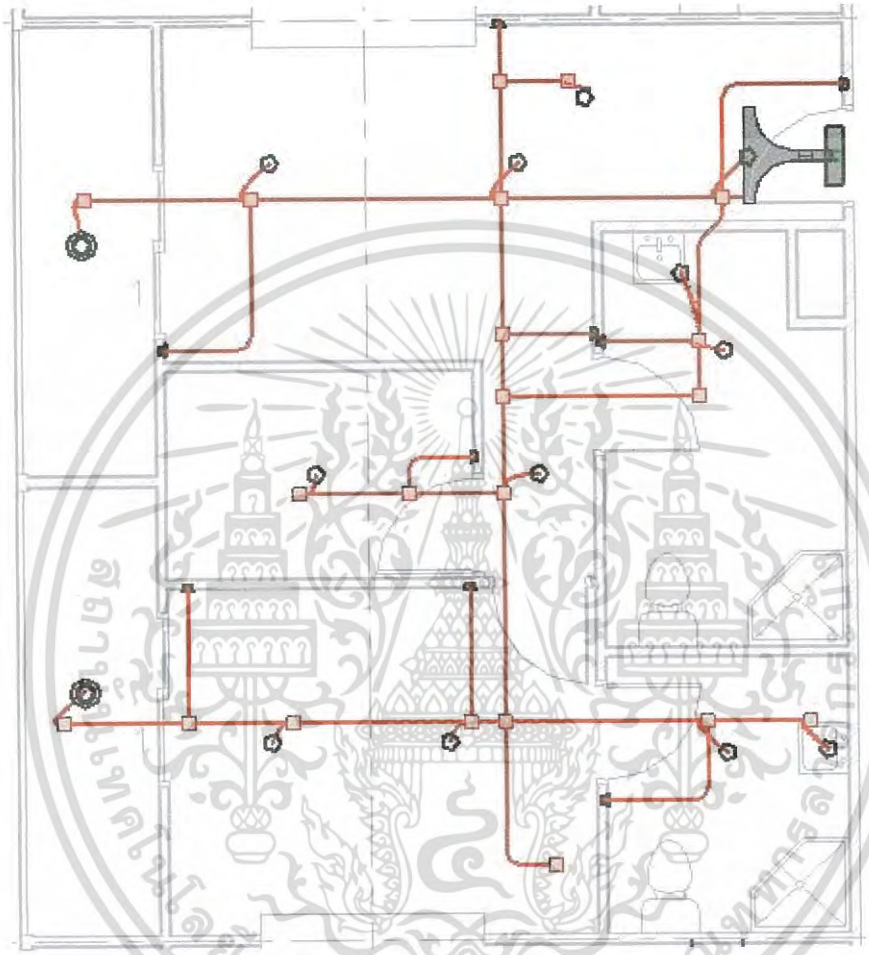
ค. แบบระบบแสงสว่างห้องพัก 2A



รูปที่ 4.19 แบบแสงสว่างห้องพักชนิด 2A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

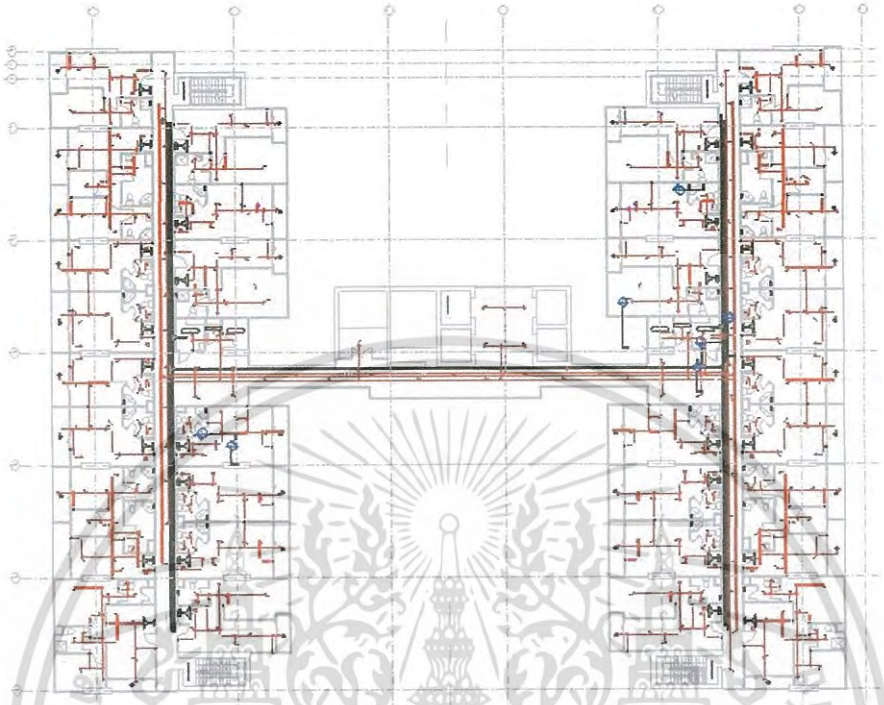
ง. แบบระบบแสงสว่างห้องพัก S2



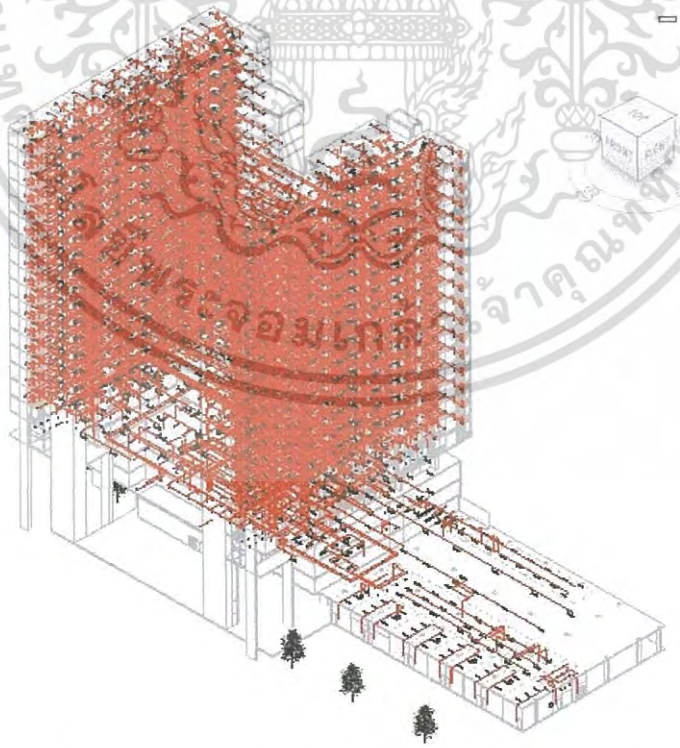
รูปที่ 4.20 แบบแสงสว่างห้องพักชนิด S2

หลังจากได้เขียนแบบแสงสว่างบริเวณภายในห้องพักครบทุกห้องแล้ว ถัดมาต้องเขียนแบบแสงสว่างบริเวณโถงทางเดินทั้งหมดโดยวงจรแสงสว่างแบ่งเป็น 2 วงจรโดยวิธีการติดตั้งแยกท่อไฟระหว่างวงจรแสงสว่างปกติ (Normal, N) และแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency, E) ซึ่งแนวท่อจะรับโหลดจากตู้โหลดภายในห้องไฟฟ้าประจำชั้น เมื่อเขียนแบบแสงสว่างภายในห้องพักและทางเดินเสร็จทั้งหมดบริเวณชั้นที่ 6 แล้ว ชั้นที่ 7-22 จะมีรายละเอียดเหมือนกับชั้นที่ 6 ทุกประการโดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 76 และ 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 6 – 22



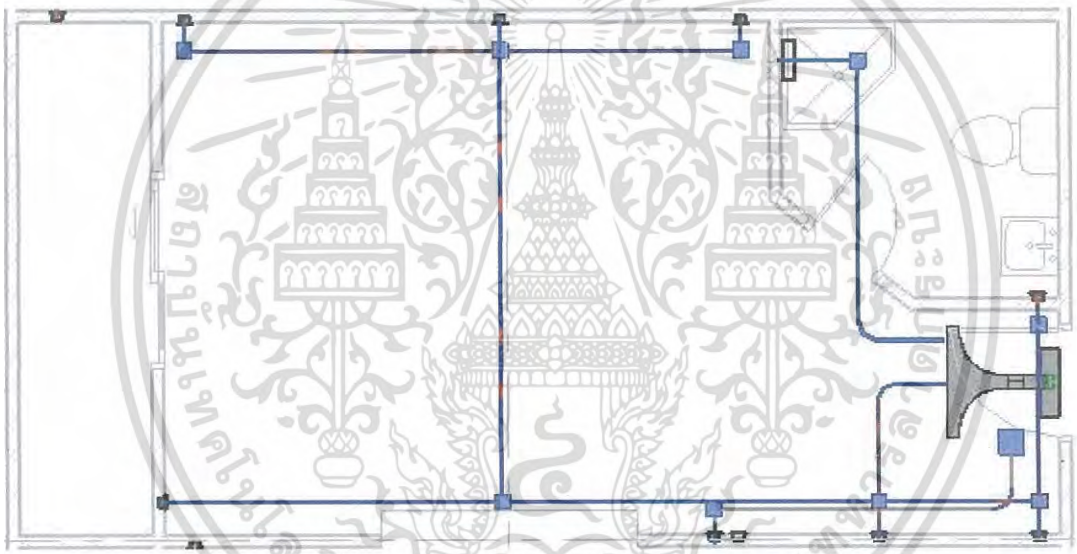
รูปที่ 4.22 แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 1-22 มุมมอง 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ผลการสร้างแบบระบบเต้ารับ Power, Computer,Telephone และ MATV

การวางตำแหน่งเต้ารับต้องวางระยะและระดับความสูงให้ถูกต้อง ระยะมาตรฐานคือ 20 เซ็นติเมตร ระดับมาตรฐานสูง 30 เซ็นติเมตรและเลือกชนิดเต้ารับให้ตรงตามแบบที่กำหนด โดยเลือกเต้ารับตามรายการ Family ที่ได้สร้างไว้แล้ว หลังจากได้จัดวางตำแหน่งเต้ารับครบทุกจุดแล้ว ต่อไปก็จะเป็นการเขียนแบบแนวท่อไฟฟ้าสำหรับร้อยสายไฟฟ้าเพื่อไปจ่ายโหลดให้กับเต้ารับไฟฟ้าในวงจรตามแบบ จะเห็นได้ว่าวงจรย่อยสำหรับเต้ารับห้องรับแขก ห้องนอน ห้องน้ำ จะเป็นวงจรที่ 6 ส่วนเต้ารับสำหรับเตาไฟฟ้าจะเป็นวงจรที่ 9 เต้ารับสำหรับเครื่องดูดควันเป็นวงจรที่ 6 เต้ารับสำหรับเครื่องซักผ้าเป็นวงจรที่ 10 ตามลำดับดังรูปที่ 78

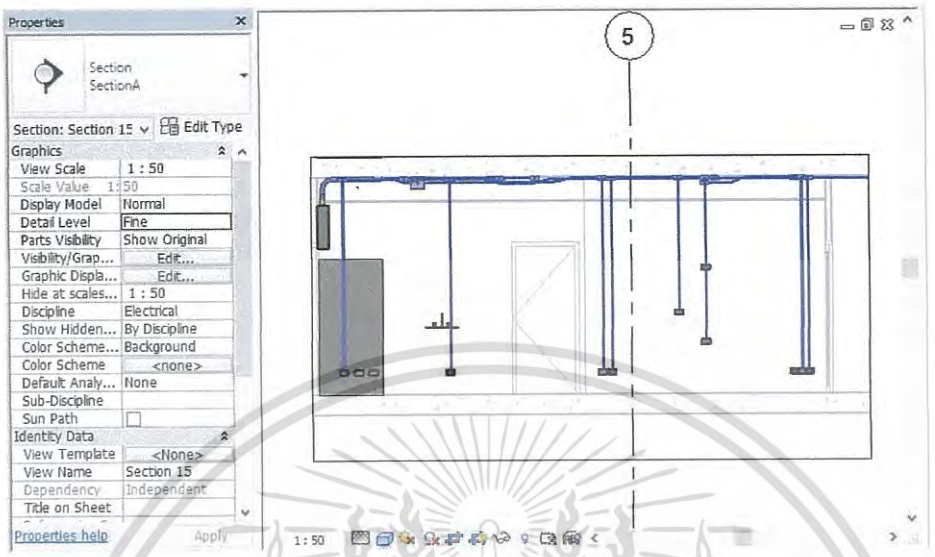
ก. แบบเต้ารับ Power, Computer,Telephone และ MATV ห้องชนิด 1BR



รูปที่ 4.23 การวางตำแหน่งและเขียนแบบท่อไฟระบบเต้ารับ

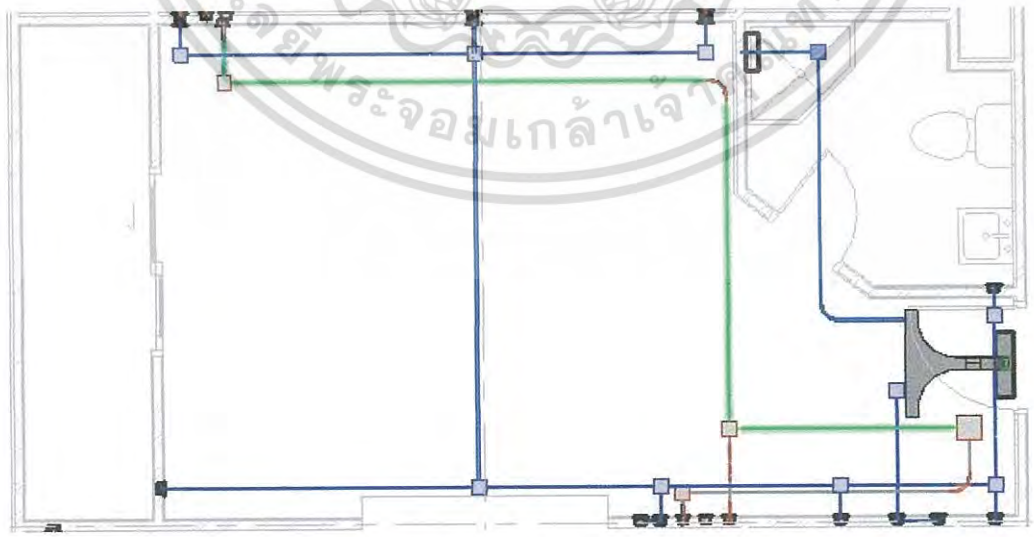
ลำดับถัดมาจึงทำการตัด Section เพื่อไปเขียนแบบแนวท่อในระดับความสูงจากพื้นสำเร็จอีกครั้ง เพื่อต่อท่อจาก Junction box ด้านบนฝ้าเพดานเพื่อเดินลงไปตำแหน่งเต้ารับทุกจุด ซึ่งลักษณะการเดินท่อจะเดินฝังในผนังก่อทั้งหมดดังรูปที่ 79 ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 การเขียนระดับความสูงตำแหน่งเต้ารับไฟฟ้าในห้องพัก

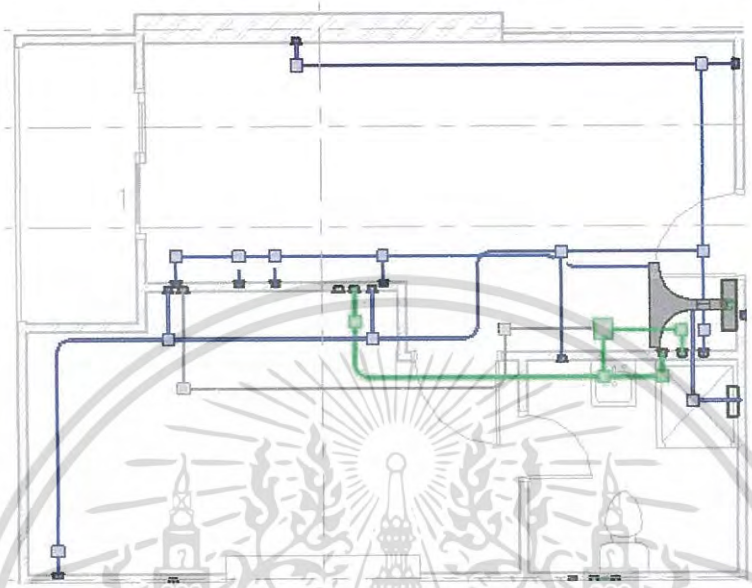
ส่วนการเขียนแบบแนวท่อระบบเต้ารับคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์และโทรทัศน์ ก็จะใช้ขั้นตอนเดียวกับระบบเต้ารับกำลัง(Power) แต่ลักษณะการเดินท่อต้นทางแตกต่างกันในระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ เนื่องจากตู้กระจายสัญญาน (Hub switch) จะอยู่บริเวณห้องไฟฟ้าประจำชั้นและจะกระจายเดินสายไปยังจุดเต้ารับคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์ต่างๆ ด้วยสายชนิด UTP CAT 6 ร้อยผ่านรางร้อยสายไฟฟ้า (WIREWAY) บริเวณทางเดินจึงต่อท่อแยกออกมาเข้าห้องพักแต่ละห้อง โดยจะแสดงได้ดังรูปด้านล่าง



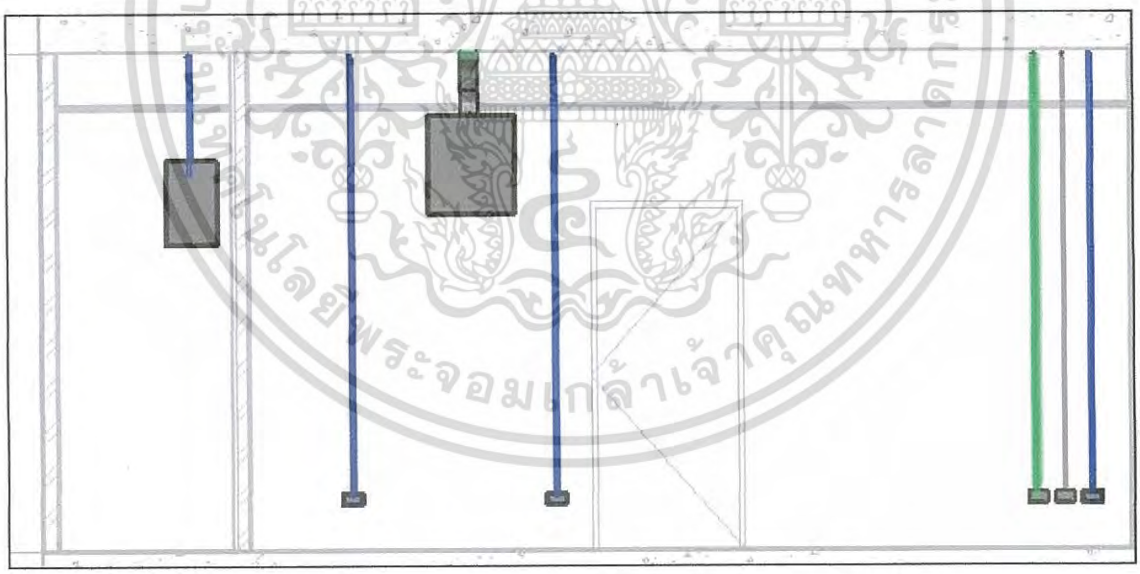
รูปที่ 4.25 แปลนระบบไฟฟ้าเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV ห้องพัก TYPE 1BR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. แบบเต้ารับ Power, Computer,Telephone และ MATV ห้องชนิด 1A



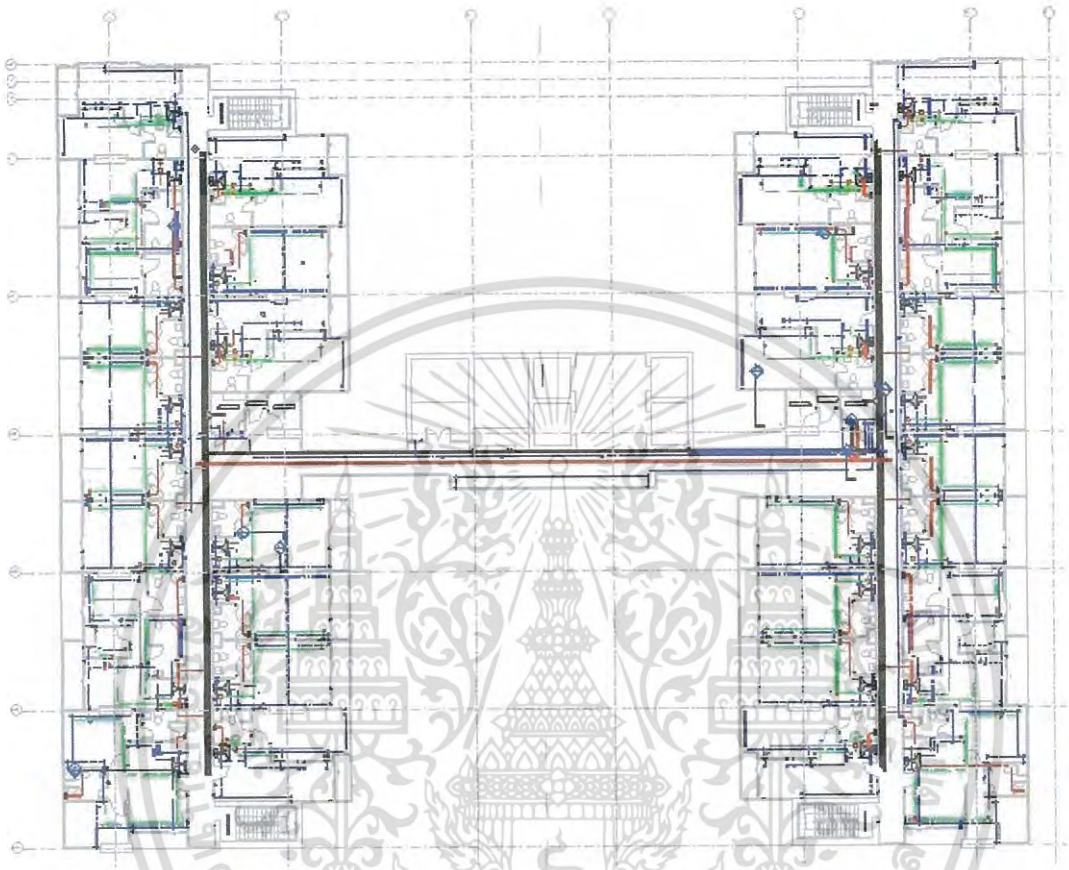
รูปที่ 4.26 แบบเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV ห้องพักชนิด 1A



รูปที่ 4.27 แบบเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV เมื่อตัด Section

หลังจากได้ทำการเขียนแบบระบบเต้ารับกำลังและสื่อสารครบภายในห้องพักทุกชนิดทุกห้องแล้ว ถัดมาจะต้องเขียนแบบเต้ารับกำลังบริเวณโถงทางเดินด้วยแต่จะไม่มีเต้ารับระบบอื่นๆที่เหลือ การสร้างแบบเต้ารับบริเวณทางเดินจะรับการกระจายโหลดมาจากตู้โหลดบริเวณห้องไฟฟ้าประจำชั้น ซึ่งโหลดจะเป็นชนิดวงจรไฟฟ้าปกติ (Normal, N) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 83 ด้านล่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 แบบเต้ารับ Power, Computer, Telephone และ MATV ชั้นที่ 6-22

4.1.2.3 ผลการสร้างแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

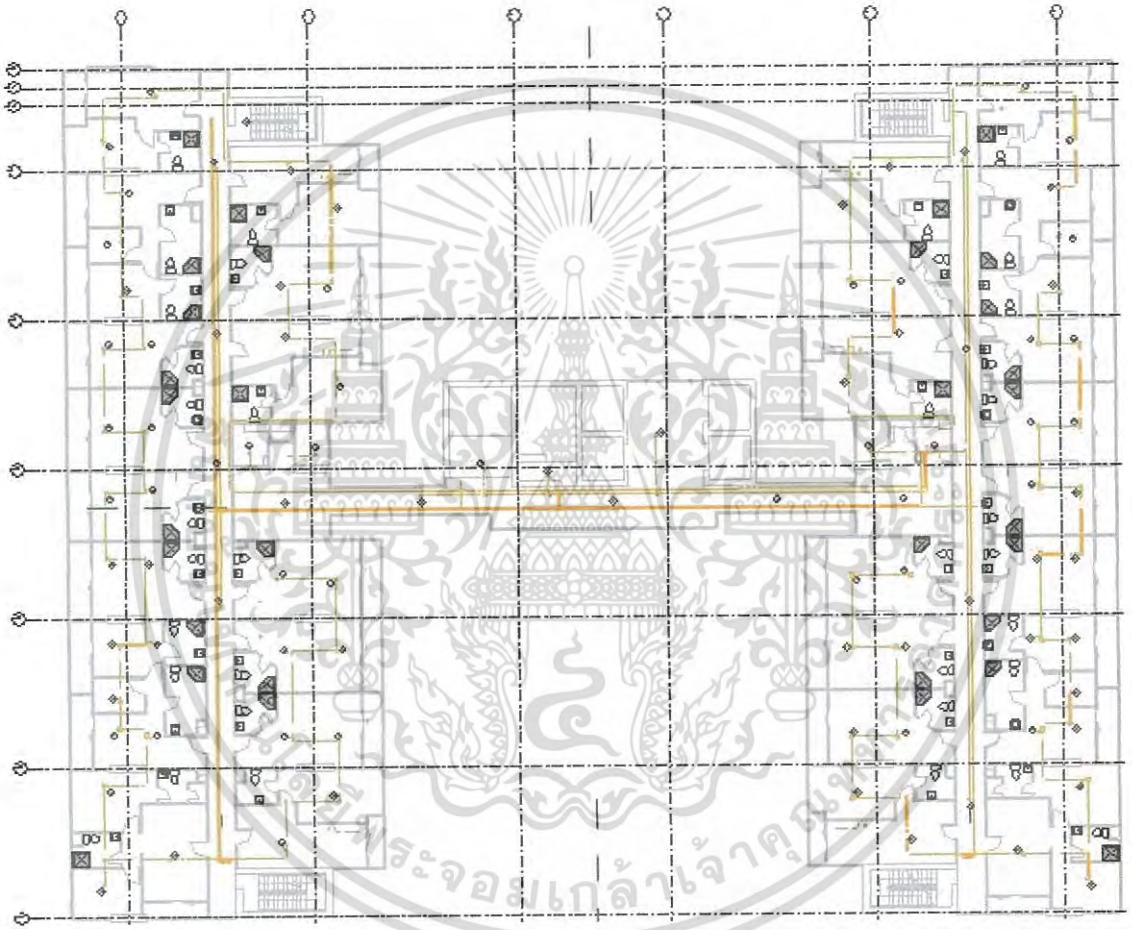
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ หมายถึง ระบบที่สามารถตรวจจับการเกิดเหตุเพลิงไหม้และแจ้งผลให้ผู้อยู่ในอาคารทราบโดยอัตโนมัติ ระบบที่ดีจะต้องตรวจจับและแจ้งเหตุได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและมีความเชื่อถือได้สูง เพื่อให้ผู้อยู่ภายในอาคารสถานที่มีโอกาสดับไฟในระยะลุกไหม้เริ่มต้นได้มากขึ้น และมีโอกาสที่จะอพยพหลบหนีไฟออกจากอาคารสถานที่ไปยังที่ปลอดภัยได้มากที่สุด ซึ่งจะเป็นผลให้ลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินได้มาก

การติดตั้งท่อร้อยสายระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นระบบ Class A หมายถึงร้อยสาย THW ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 2 เส้นร้อยในท่อขนาด 16 มิลลิเมตร แบ่งเป็นโซนบริเวณห้องพักหมายเลข 1-15 โซนบริเวณทางเดินและโซนบริเวณห้องพักหมายเลข 16-30 อีก 1 โซน โดยตู้ส่วนกลางจะอยู่

ภายในห้องไฟฟ้าประจำชั้น เป็นตู้ชนิด Multiplex หมายถึง ตู้ที่ต้องใช้อุปกรณ์โมดูลในการต่อโซนกับอุปกรณ์ตรวจจับและโซนอุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือน โซนอุปกรณ์ตรวจจับได้แก่ Smoke detector, Heat

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

detector, Manual station with key switch ส่วนอุปกรณ์สำหรับแจ้งเตือนภัยได้แก่ Bell, Strobe light และ Speaker อีกทั้งยังสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ระบบอื่นๆได้ด้วย เช่น ไปควบคุมลิฟท์ ควบคุมระบบพัดลมอัดอากาศ ควบคุมระบบปรับอากาศและควบคุมระบบควบคุมการเข้า-ออกประตู เป็นต้น เมื่อทำการเขียนแบบระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เสร็จทุกโซนแล้วจะแสดงได้ดังรูปที่ ด้านล่างดังนี้



รูปที่ 4.29 แบบระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ชั้นที่ 6-22

4.1.2.4 ผลการสร้างแบบระบบไฟฟ้าทุกระบบ

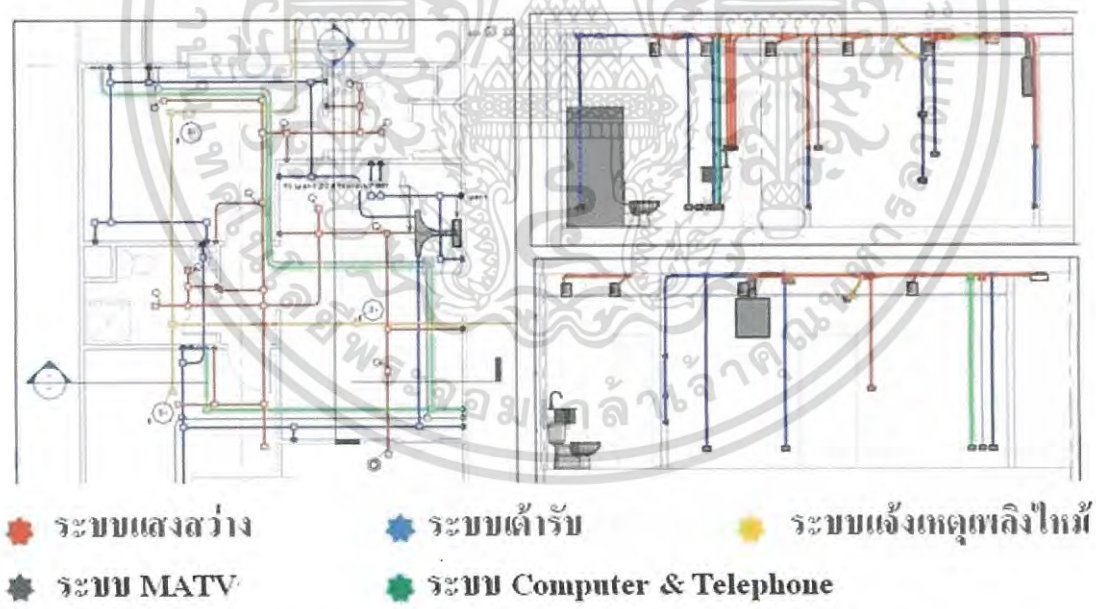
การจะร้อยสายในระบบไฟฟ้าได้มีมาตรฐานกำหนดให้จะต้องประกอบติดตั้งงานท่อไฟและรางเดินสายให้เสร็จเสียก่อน จึงทำการร้อยสายได้ จุดประสงค์เพื่อให้สามารถดึงสายกลับและแก้ไขได้ในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งท่อระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 6-22 จะแบ่งรูปแบบการติดตั้งเป็น 2 ส่วนหากมองในด้านวงจร คือ 1. ระบบที่วงจรย่อยแยกแต่ละห้องพักได้แก่ ระบบแสงสว่าง เต้ารับ โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์รวม 2. ระบบที่วงจรย่อยเดินผ่านพื้นที่หลายห้อง ได้แก่ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เมื่อเขียนแบบภายในห้องพักเสร็จหมดทุกห้องแล้ว จะต้องทำการเขียนแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสารบริเวณทางเดินต่อเนื่องไปจนจบที่ห้องไฟฟ้าและสื่อสารประจำชั้น วิธีติดตั้งท่อไฟฟ้าเหมือนที่ผ่านมาเมื่อเขียนในแปลนแล้วจึงไปตัด SECTION เพื่อเขียนท่อแนวดิ่งต่อไป แต่การเขียนแบบรางร้อยสายไฟฟ้า (WIREWAY)จะแตกต่างกันตรงที่ ต้องติดตั้งด้วยการวางบน SUPPORT แขวนห้อยต่ำจากท้องพื้นคอนกรีตระดับติดตั้งสูงจากพื้นสำเร็จเท่ากับ 2.80 เมตรจนถึงตำแหน่งใต้ท้องรางร้อยสาย (WIREWAY)

ก. ผลการสร้างแบบทุกระบบห้องพักแบบ 2A

เมื่อเขียนแบบวางตำแหน่งอุปกรณ์และเขียนท่อในแนวระดับและแนวดิ่งเสร็จทั้งหมดแล้ว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 85 ซึ่งเป็นแบบไฟฟ้าในห้องพักแบบชนิด 2A โดยใช้โคดสีสำหรับแยกระบบต่างๆ ให้เห็นได้ชัดเจน จะพบว่าภายในพื้นที่เดียวกันมีท่อหลายระบบเดินซ้อนทับกันอยู่ ถ้าหากเขียนแบบแนวท่อเกิดการซ้อนทับกันในระดับความสูงเดียวกัน โปรแกรมจะแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบโดยอัตโนมัติทำให้ ต้องทำการแก้ไขวิธีการเดินท่อ โดยการเขียนแบบดัดโค้งท่อเป็นลักษณะหลังเต่าเพื่อหลบท่ออื่นที่เดินอยู่บริเวณนั้น



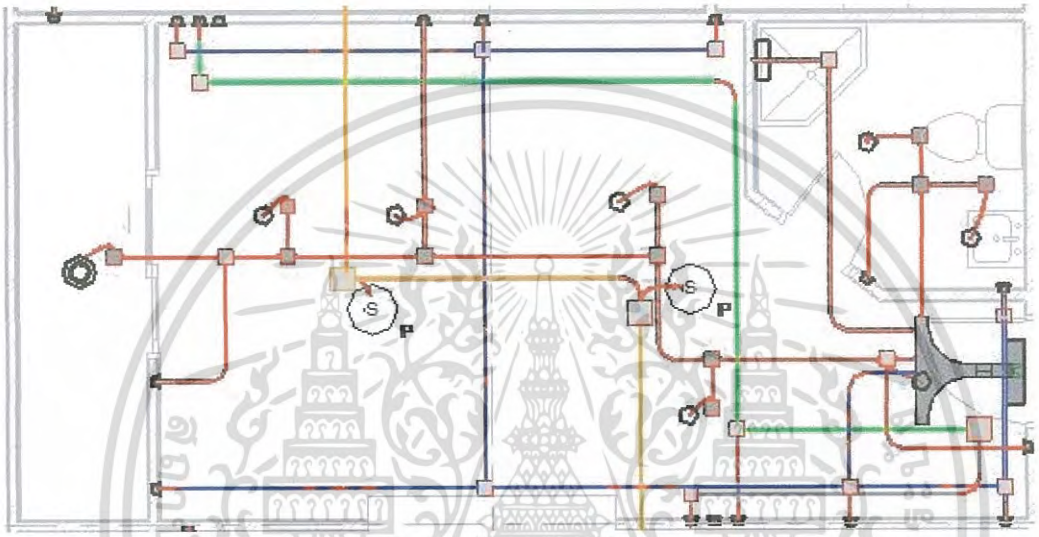
รูปที่ 4.30 แบบเดินท่อไฟฟ้าในห้องพักแบบ 2A ทุกระบบ ชั้นที่ 6-22

การเขียนแบบท่อไฟฟ้าทุกระบบเข้าไปในแบบแปลนเดียวกัน คือวิธีการที่ถูกต้องที่สุดเพราะตรงกับการติดตั้งจริงที่หน้างานมากที่สุด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการจะเขียนแบบทุกระบบเข้าไปในแปลนเดียวกันจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้การดูแบบทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากมีจำนวนเส้นมากจนเกินไปดังนั้นในการนำไปใช้งานจริงจึงควรแสดงท่อแค่ไม่กี่ระบบหรือระบบเดียวเลยเพื่อให้ดูแบบง่ายขึ้น

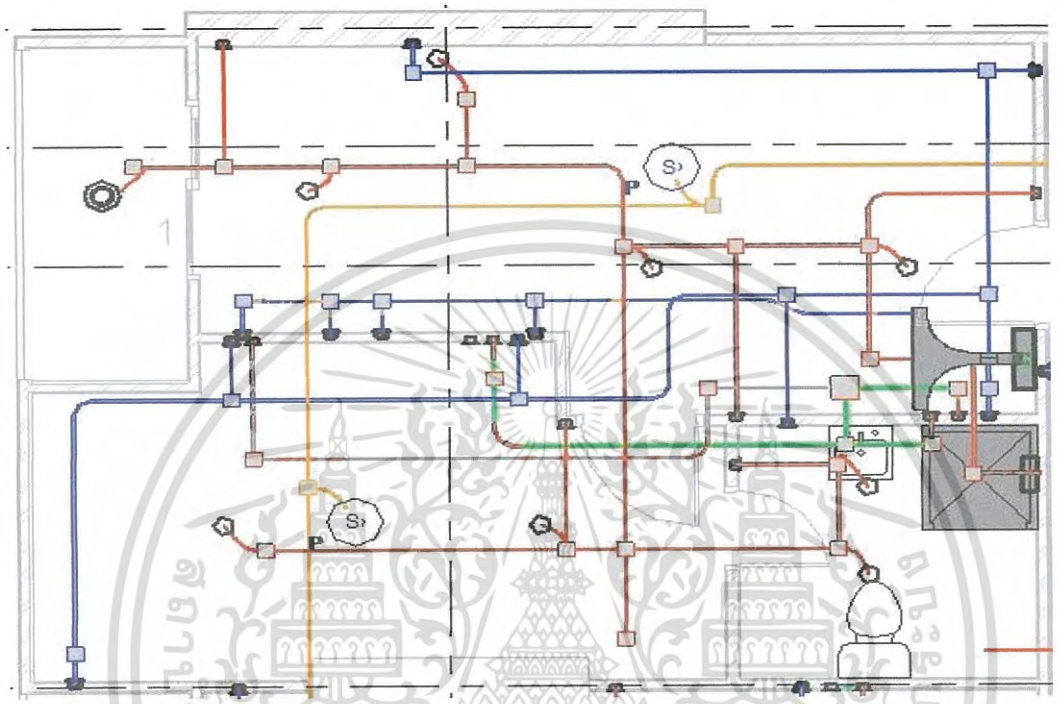
ข. ผลการสร้างแบบทุกระบบห้องพักแบบ 1BR



รูปที่ 4.31 แบบเดินท่อไฟฟ้าในห้องพักแบบ 1BR ทุกระบบ ชั้นที่ 6-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

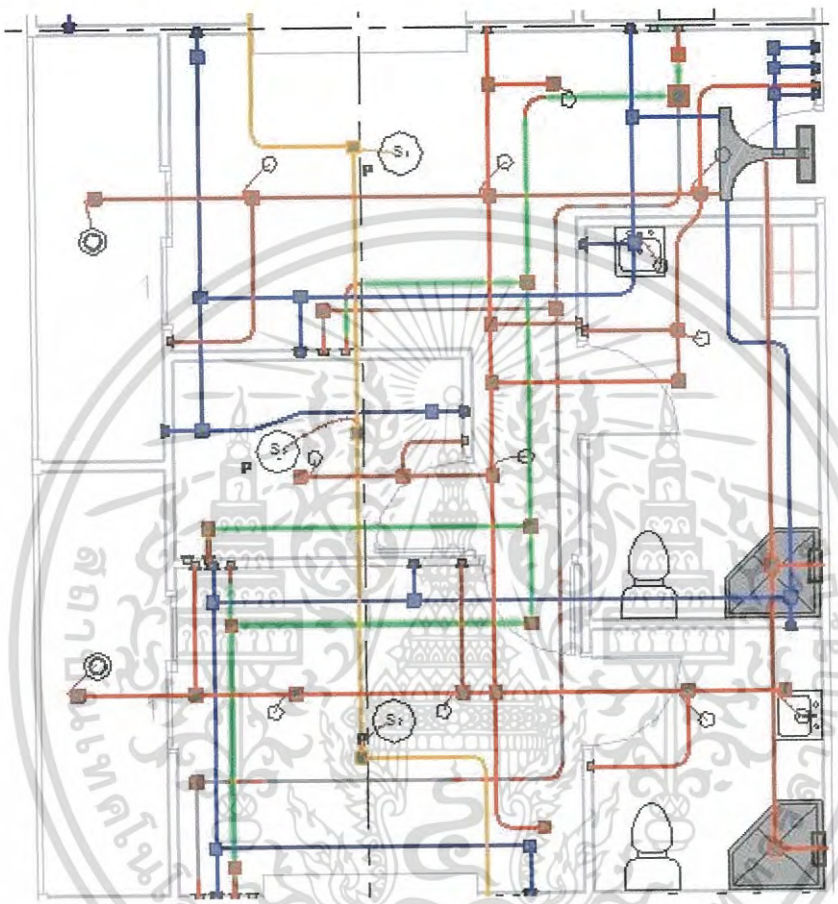
ค. ผลการสร้างแบบทุกระบบห้องพักแบบ 1A



รูปที่ 4.32 แบบเดินท่อไฟฟ้าในห้องพักแบบ 1A ทุกระบบ ชั้นที่ 6-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

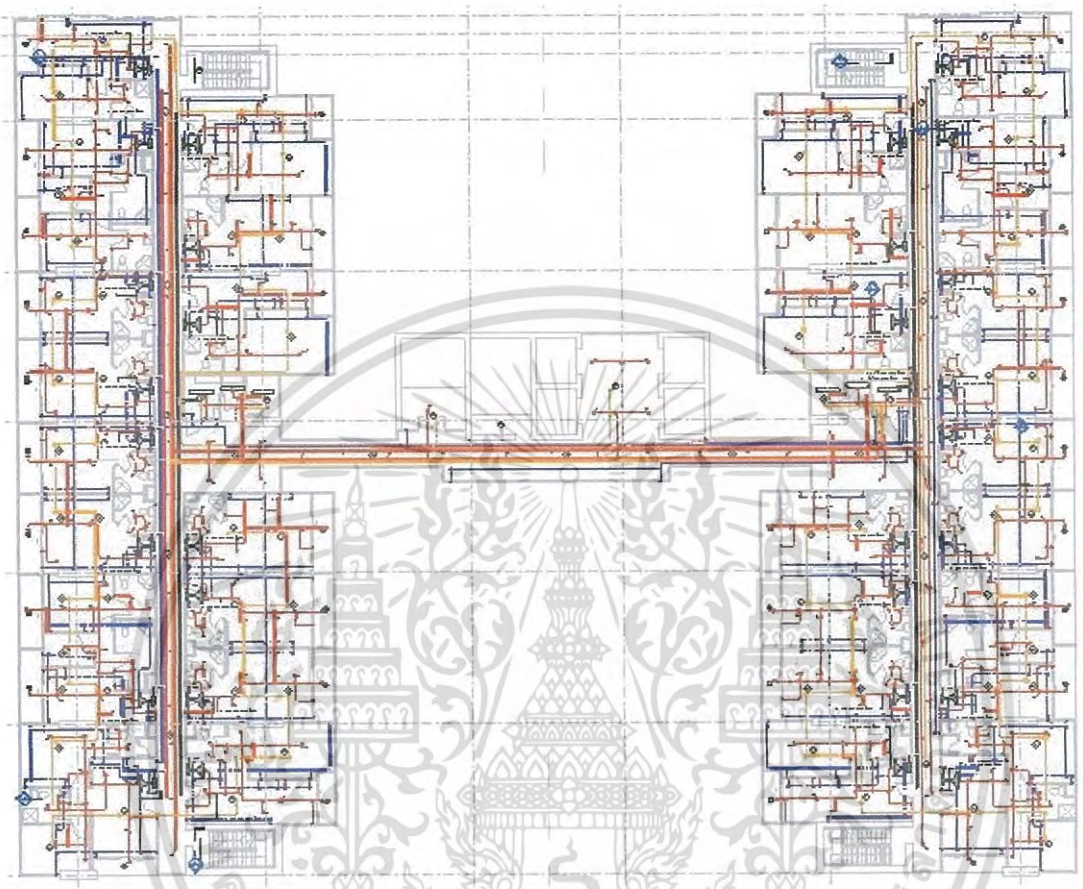
ง. ผลการสร้างแบบทุกระบบห้องพักแบบ S2



รูปที่ 4.33 แบบเดินท่อไฟฟ้าในห้องพักแบบ S2 ทุกระบบ ชั้นที่ 6-22

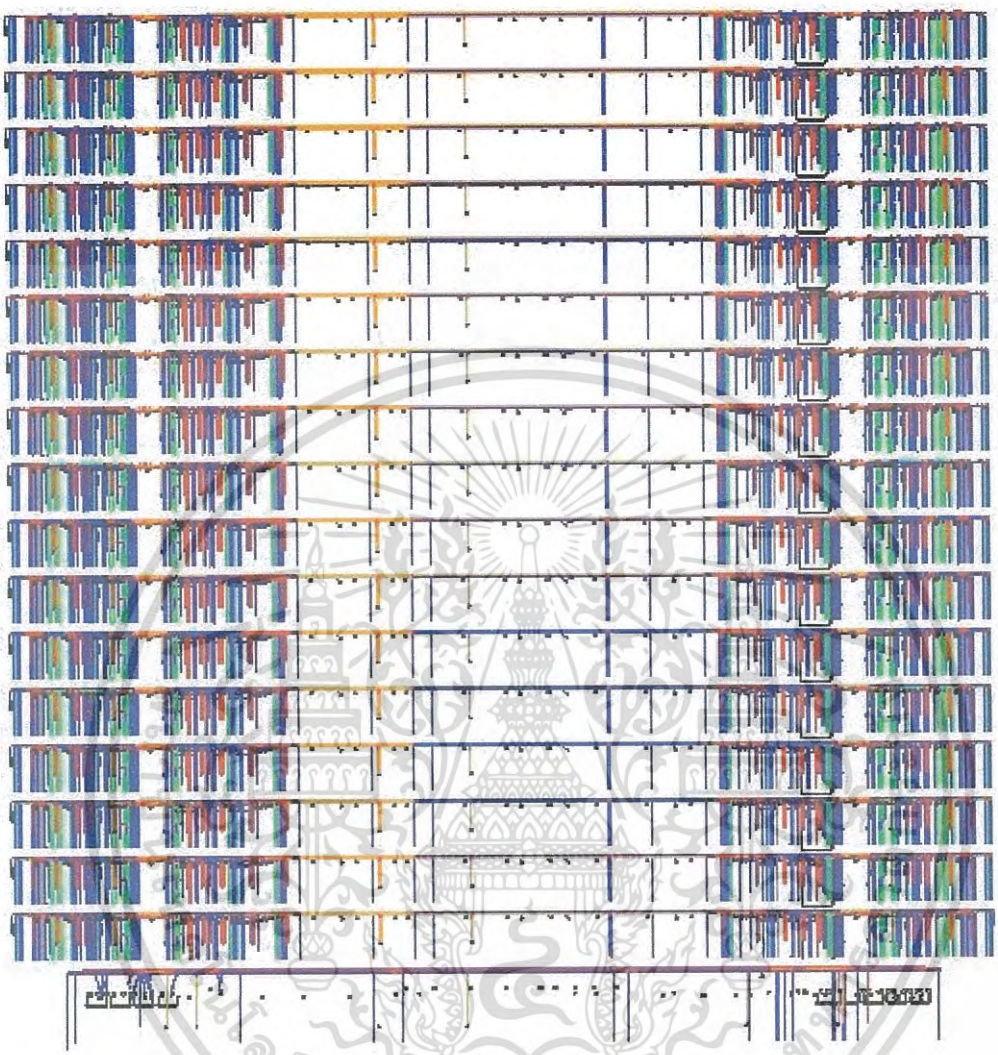
เมื่อทำการเขียนแบบครบทุกระบบแล้วสำหรับชั้นที่ 6-22 แสดงได้ดังรูปที่ 89 ส่วนรูปที่ 90 จะแสดงในส่วนแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสารชั้นที่ 5-22 ในมุมมอง 3 มิติดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



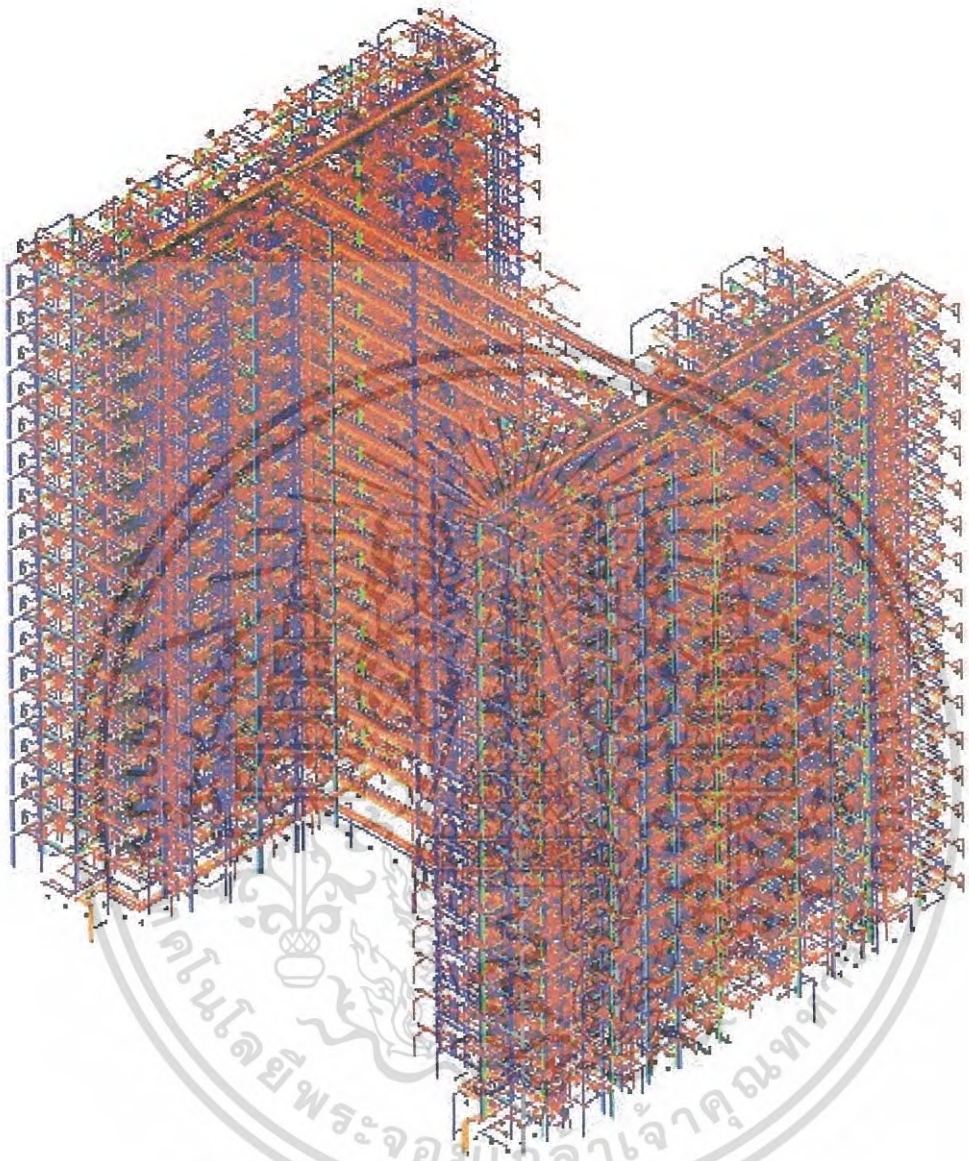
รูปที่ 4.34 แปลนระบบไฟฟ้าและสื่อสารชั้นที่ 6-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 รูปด้านหน้าระบบไฟฟ้าและสื่อสารชั้นที่ 5-22 มุมมอง 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 แปลนระบบไฟฟ้าและสื่อสารชั้นที่ 5-22 มุมมอง 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการประมาณราคาระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

4.2.1 ผลการถอดปริมาณด้วยโปรแกรม Autodesk Revit

การถอดปริมาณด้วยโปรแกรมเป็นการนับจำนวนวัตถุในแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาโดยอัตโนมัติและสามารถคัดกรองรายการวัตถุที่เลือกในการนับปริมาณได้แยกเป็นหมวดหมู่ ตามชนิดของ Family วัตถุแต่ละประเภท สามารถนับจำนวนอุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้าได้ดังนี้

4.2.1.1 ผลการถอดปริมาณท่อ

เมื่อได้ดำเนินการสร้างตารางรายละเอียดท่อไฟฟ้าโดยแบ่งเป็นระบบต่างๆแล้วดังหัวข้อที่ 3.5.3.1.1 การถอดปริมาณท่อ ในบทที่ 3 แล้วจะได้ข้อมูลปริมาณท่อระบบไฟฟ้าและสื่อสารดังนี้

<Conduit Schedule>

A	B	C
Description	Size	Length(m)
CCTV	16 mmø	717.73
Computer&Tele	16 mmø	5269.12
Computer&Tele	21 mmø	2761.78
FireAlarm	16 mmø	7334.99
FireAlarm	21 mmø	358.22
FireAlarm	27 mmø	2060.59
Lighting	16 mmø	18189.34
MATV	16 mmø	6075.62
MATV	21 mmø	255.00
MATV	27 mmø	30.94
Power	16 mmø	22268.61
Power	21 mmø	1769.66

รูปที่ 4.37 ถอดปริมาณท่อไฟฟ้า

จากรูปที่ 92 ปริมาณที่โปรแกรมถอดจำนวนออกมาแสดงแยกระบบไฟฟ้าตามที่ต้องการ และแต่ละระบบจะแยกข้อมูลตามขนาดท่อรวมเป็นความยาวหน่วยเป็น เมตร ออกมา หากต้องการให้การแสดงผลเปลี่ยนไปตามที่ต้องการต้องไปกำหนดค่าที่ Schedule Properties [18]

4.2.1.2 ผลการถอดปริมาณสาย

การถอดปริมาณสายได้อย่างถูกต้อง สิ่งสำคัญคือจะต้องทราบวิธีในการติดตั้งสายไฟฟ้า และแนวในการเดินสายไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่ในกรณีศึกษานี้ สายไฟจะติดตั้งด้วยวิธีร้อยท่อโลหะชนิดบาง (EMT) ติดตั้งซ่อนบนฝ้าเพดาน ส่วนชนิดและรายละเอียดสายจะเป็นไปตามแบบในแต่ละระบบ การถอดปริมาณสายโดยวิธีใช้โปรแกรมส่วนที่ได้ข้อมูลจากแบบโดยอัตโนมัติคือจำนวนท่อ ส่วนปริมาณสายไฟจะต้องมาทำการคำนวณรายละเอียดตามแบบแต่ละระบบเองทั้งหมด ซึ่งข้อมูลปริมาณสาย แบ่งแยกชนิด ขนาดและระบบดังแสดงได้ตามตารางที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานสายไฟฟ้าด้วยโปรแกรม

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
1	ไฟฟ้ากำลัง						
	สาย THW 2.5 ตร.มม.	เมตร	58,709	10	5	15	880,635
	สาย THW 4 ตร.มม.	เมตร	47,270	15	7	22	1,039,940
2	สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้						
	สาย THW 1.5 ตร.มม.	เมตร	14,240	7	4	11	156,640
	สาย FRC 2.5 ตร.มม.	เมตร	4,538	207	7	214	971,132
3	สัญญาณโทรทัศน์รวม						
	สาย RG 6	เมตร	6,076	39	10	58	352,408
	สาย RG 11	เมตร	286	46	12	58	16,588
4	กล้องวงจรปิด						
	สาย UTP CAT 6	เมตร	718	28	6	34	24,412
5	คอมพิวเตอร์และโทรศัพท์						
	สาย UTP CAT 6	เมตร	25,405	28	6	34	863,770
	สาย 4C TIEV 0.65 ตร.มม.	เมตร	23,635	12	5	17	401,795
	รวมทั้งหมด		162,625				4,652,602

4.2.1.3 ผลการถอดปริมาณอุปกรณ์

ข้อมูลการถอดปริมาณด้วยโปรแกรมเมื่อไปเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ต้องการรายละเอียดใน New Schedule แสดงดังตารางการถอดปริมาณด้านล่างดังรูปที่ 93, 94, 95 และ 96 ตามลำดับทุกระบบ

<Electrical Outlet Schedule>

A	B	C	D
Type	Family	Description	Count
Duplex Receptacle	M_Duplex Rece	Power	6494
Standard	M_Heater	Power	579

รูปที่ 4.38 ถอดปริมาณเต้ารับไฟฟ้า ระบบไฟฟ้ากำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<Data Device Schedule>			
A	B	C	D
Type	Family	Description	Count
Computer Outlet	M_Data Outlet	Computer	935
MATV_Outlet	M_Data Outlet	MATV	799
Telephone Outlet	M_Data Outlet	Telephone	1292

รูปที่ 4.39 ถอดปริมาณเต้ารับโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์และโทรทัศน์รวม

<Lighting Fixture Schedule>			
A	B	C	D
Type	Description	Family	Count
A1 CFL PLC 1x18w 2700K- 220V		M_Downlight - Recessed Can	6
A2 TC-D Lamp with Glass Cover1x9w 2700K	Lighting	M_Downlight - Recessed Can	8
G1 1x28 W. Fluorescent TL5		M_Pendant Light - Linear - 2 Lamp	121
J1 1x28 w.Fluorescent Lamp T5		M_Downlight - Strip	72
L1 EN BOX-2 2x12 W. TWW PMPHI		M_Downlight - Recessed Can	60
L2 CFL E27 1x12w 2700K- 220V 2		M_Downlight - Recessed Can	614
L3 WALL MOUNTED LUMINAIRE MODEL WSJ		M_Downlight - Recessed Can	606
L4 CFL 1x15w	Lighting	M_Ceiling Light - Flat Round	561
L5 CFL PLC 1x26w 2700K- 220V		M_Downlight - Recessed Can	3214
L6 DOT 183 1x20w 2700K- 220V 2	Lighting	M_Downlight - Recessed Can	1034
L8 SD BOX-MW/G 2x13 W.PL	Lighting	M_Downlight - Recessed Can	84

รูปที่ 4.40 ถอดปริมาณโคมไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง

<Fire Alarm Device Schedule>			
A	B	C	D
Type	Family	Description	Count
Combination Rate of Rise	M_Heat Detector	FireAlarm	19
Photoelectric	M_Smoke Detector	FireAlarm	1541
Smoke Detector Ionizatio	M_Smoke Detector	FireAlarm	17
Standard	M_Fire Alarm Horn Stro	FireAlarm	128
Standard	M_Manual Pull Station	FireAlarm	89

รูปที่ 4.41 อุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

4.2.2 ผลการถอดปริมาณ ท่อ, สายและอุปกรณ์ด้วยคนแบบดั้งเดิม

ขั้นตอนการประมาณราคาด้วยคนนั้นจะต้องมีข้อมูลครบถ้วน 3 ประการคือ 1.) Design drawing 2.) ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ และ 3.) TOR. จึงจะสามารถทำการประมาณราคาโครงการได้ ส่วนขั้นตอนในการประมาณราคาสามารถแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพิจารณาและตรวจสอบแบบ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุอุปกรณ์

ขั้นตอนที่ 3 การนับปริมาณอุปกรณ์ และวัดขนาดความยาวท่อและสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 การขอราคาวัสดุอุปกรณ์จากร้านค้า

ขั้นตอนที่ 5 การกรอกปริมาณและราคาลงในตารางบัญชีวัสดุและค่าแรง (BOQ)

จำนวนรายการอุปกรณ์ที่ได้จากหัวข้อที่แล้วจะต้องนำมากรอกลงในตารางแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง โดยแบ่งตามระบบในแต่ละระบบจะแบ่งย่อยตามขนาดท่อต่างๆอีก ในตารางบัญชีรายการวัสดุและค่าแรงจะแบ่งช่องราคาเป็น ราคาวัสดุและราคาค่าแรงติดตั้งวัสดุนั้นๆ โดยรายการวัสดุท่อไฟฟ้าที่แสดงใน BOQ จะแสดงในหน่วย นิ้ว แต่ในโปรแกรมที่เขียนแบบจะใช้หน่วยเป็น มิลลิเมตร เราจะต้องเลือกขนาดท่อให้ถูกต้องในการกรอกตัวเลขด้วย โดยบัญชีแสดงรายการวัสดุและค่าแรงงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารอาคารหอพักบุคลากรมีดังนี้

ตารางที่ 4.2 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานท่อแสงสว่างและเต้ารับ

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
1	ท่อ EMT 16 ตร.มม.	เมตร	40,458	39	19	58	2,346,564
2	ท่อ EMT 21 ตร.มม.	เมตร	1,770	56	24	80	141,600
	รวมราคา						2,488,164

ตารางที่ 4.3 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานระบบโทรทัศน์รวม

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
1	TV outlet	ชุด	799	190	100	290	231,710
2	ท่อ EMT 16 ตร.มม.	เมตร	6,076	39	19	58	352,408
3	ท่อ EMT 21 ตร.มม.	เมตร	255	56	24	80	20,400
4	ท่อ EMT 27 ตร.มม.	เมตร	31	56	24	80	2,480
	รวมราคา						606,998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานโคมไฟและเต้ารับ

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
1	โคมไฟชนิด A1	ชุด	6	481	100	581	3,486
2	โคมไฟชนิด A2	ชุด	8	457	100	557	4,456
3	โคมไฟชนิด J1	ชุด	72	481	100	581	41,832
4	โคมไฟชนิด G1	ชุด	121	332	100	432	52,272
5	โคมไฟชนิด L1	ชุด	60	1,619	150	1,769	106,140
6	โคมไฟชนิด L2	ชุด	614	1,038	100	1,138	698,732
7	โคมไฟชนิด L3	ชุด	606	1,370	100	1,470	890,820
8	โคมไฟชนิด L4	ชุด	561	1,942	100	2,042	1,145,562
9	โคมไฟชนิด L5	ชุด	3,214	789	120	909	2,921,526
10	โคมไฟชนิด L6	ชุด	1,034	581	100	681	704,154
11	โคมไฟชนิด L8	ชุด	84	781	100	881	74,004
12	เต้ารับคู่ (Duplex)	ชุด	6,494	150	90	240	1,558,560
	รวมราคา						8,201,544

ตารางที่ 4.5 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
1	Telephone outlet	ชุด	1,292	150	100	250	323,000
2	Computer outlet	ชุด	935	350	100	450	420,750
3	ท่อ EMT 16 ตร.มม.	เมตร	5,269	39	19	58	305,602
4	ท่อ EMT 21 ตร.มม.	เมตร	2,762	56	24	80	220,960
	รวมราคา						1,270,312

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานสายไฟฟ้า

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
1	ไฟฟ้ากำลัง						
	สาย THW 2.5 ตร.มม.	เมตร	105,978	10	5	15	1,589,670
	สาย THW 4 ตร.มม.	เมตร	22,440	15	7	22	493,680
2	สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้						
	สาย THW 1.5 ตร.มม.	เมตร	43,996	7	4	11	483,956
	สาย FRC 2.5 ตร.มม.	เมตร	4,538	207	7	214	971,132
3	สัญญาณโทรทัศน์รวม						
	สาย RG 6	เมตร	6,076	39	10	58	297,724
	สาย RG 11	เมตร	286	46	12	58	16,588
4	กล้องวงจรปิด						
	สาย UTP CAT 6	เมตร	3,162	28	6	34	107,508
5	คอมพิวเตอร์และโทรศัพท์						
	สาย UTP CAT 6	เมตร	13,138	28	6	34	446,692
	สาย 4C TIEV 0.65 ตร.มม.	เมตร	23,419	12	5	17	398,123
	รวมทั้งหมด						4,805,073

ตารางที่ 4.7 บัญชีรายการวัสดุและค่าแรงงานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
1	Smoke detector	ชุด	1,577	330	100	430	935,180
2	Manual ststion	ชุด	89	880	100	980	87,220
3	Strobe light	ชุด	128	2,090	150	2,240	286,720
4	ท่อ EMT 16 ตร.มม.	เมตร	7,335	39	19	58	425,430
5	ท่อ EMT 21 ตร.มม.	เมตร	358	56	24	80	28,640
6	ท่อ EMT 27 ตร.มม.	เมตร	2,061	56	24	80	164,880
	รวมราคา						1,928,070

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการเปรียบเทียบการประมาณราคาด้วยวิธีใช้โปรแกรมและวิธีใช้คนแบบดั้งเดิม

หลังจากได้ข้อมูลการถอดปริมาณท่อระบบไฟฟ้าและสื่อสารจากการใช้คนถอดแบบดั้งเดิมและจากการใช้โปรแกรมช่วยถอดปริมาณออกมาแล้วนั้น จัดทำข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณ, ราคาและระยะเวลา แบ่งแยกทุกรายการทุกระบบ ได้แก่ ระบบแสงสว่าง, ระบบเต้ารับ, ระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม, ระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์และโทรศัทพ์และระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ดังตารางที่ 28, 29 และ 30

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบการประมาณราคางานท่อระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ถอดปริมาณ		Diff. (A-B)	ราคาต่อหน่วย	ราคาแบบดั้งเดิม	ราคาโปรแกรม	ราคา Diff. (บาท)
			แบบดั้งเดิม (A)	โปรแกรม (B)					
1	Lighting & Power								
1.1	EMT dia. 16 mm.	m.	37,876	40,458	-2,582	58	2,196,808	2,346,564	-149,756
1.2	EMT dia. 21 mm.	m.	4,148	1,770	2,378	80	331,840	141,600	190,240
2	Fire alarm								
2.1	EMT dia. 16 mm.	m.	8,338	7,335	1,003	58	483,604	425,430	58,174
2.2	EMT dia. 21 mm.	m.	366	359	7	80	29,280	28,720	560
2.3	EMT dia. 27 mm.	m.	179	2,061	-1,882	107	19,153	220,527	-201,374
3	MATV								
3.1	EMT dia. 16 mm.	m.	5,525	6,076	-551	58	320,450	352,408	-31,958
3.2	EMT dia. 21 mm.	m.	3,315	255	3,060	80	265,200	20,400	244,800
3.3	EMT dia. 27 mm.	m.	0	31	-31	107	0	3,317	-3.317
4	CCTV								
4.1	EMT dia. 16 mm.	m.	3,825	718	3,107	58	221,850	41,644	180,206
5	Computer & Tel.								
5.1	EMT dia. 16 mm.	m.	6,222	5,270	952	58	360,876	305,660	55,216
5.2	EMT dia. 21 mm.	m.	5,644	2,762	2,882	80	451,520	220,960	230,560
6	Grand total						4,680,581	4,107,230	573,351
7	% Error								+12%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบการประมาณราคางานสายระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ถอดปริมาณ		Diff. (A-B)	ราคาต่อหน่วย	ราคาแบบดั้งเดิม	ราคาโปรแกรม	ราคา Diff. (บาท)
			แบบดั้งเดิม (A)	โปรแกรม (B)					
1	Lighting & Power								
1.1	THW 2.5 Sq.mm.	m.	105,978	58,709	47,269	15	1,589,670	880,635	709,035
1.2	THW 4 Sq.mm.	m.	22,440	47,270	-24,830	22	493,680	1,039,940	-546,260
2	Fire alarm								
2.1	THW 1.5 Sq.mm.	m.	7,850	14,240	-6,390	11	86,350	156,640	-70,290
2.2	FRC 2.5 Sq.mm.	m.	4,462	4,538	-76	214	954,868	971,132	-16,264
3	MATV								
3.1	RG 6	m.	4,590	6,076	-1,486	49	224,910	297,724	-72,814
3.2	RG 11	m.	2,856	2,812	44	58	165,648	163,096	2,552
4	CCTV								
4.1	RG 6	m.	3,162	1,315	1,847	34	107,508	44,710	62,798
5	Computer & Tel.								
5.1	UTP CAT 6	m.	6,120	8,032	-1,912	34	208,080	273,088	-65,008
5.2	4C TIEV 0.65 Sq.mm.	m.	10,540	16,064	-5,524	17	179,180	273,088	-93,908
6	Grand total						4,009,894	4,100,053	-90,159
7	% Error								-2%

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบระยะเวลาระหว่างใช้โปรแกรมและคนทำงานแบบดั้งเดิม (หน่วย คน.ชั่วโมง)

ลำดับ	รายการ	แบบดั้งเดิม (A)	ใช้โปรแกรม (B)	ผลต่างเวลา (A-B)
1	เขียนแบบสถาปัตยกรรม	96	120	-24
2	เขียนแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	144	216	-72
3	ถอดปริมาณวัสดุอุปกรณ์	116	8	108
4	จัดทำบัญชีวัสดุอุปกรณ์	10	10	0
	รวม			12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแบบ

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบในการก่อสร้าง จะด้วยสาเหตุใดจะมีผลต่อกระบวนการประมาณราคาวัสดุและค่าแรงทั้งสิ้น จะมีมูลค่าเพิ่มหรือลดขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงแบบซึ่งกระบวนการที่มีความสำคัญมากคือการถอดปริมาณตามแบบใหม่ ดั้งนั้นผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการแก้ไขแบบที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Autodesk revit และการแก้ไขแบบด้วยคนแบบดั้งเดิมจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น มีการแก้ไขแบบห้องพักแบบ 1BR ระบบแสงสว่างเป็นงานเพิ่มโคมไฟฟ้า ชนิด L5 จำนวน 1 ดวง และโคมไฟ L6 จำนวน 1 ดวงทุกชั้นตั้งแต่ชั้นที่ 6 ถึงชั้นที่ 22 สามารถดูตารางเปรียบเทียบระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของการเปรียบเทียบการประมาณราคาทั้ง 2 วิธีได้ดังนี้

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบระยะเวลาในกรณีแบบมีการเปลี่ยนแปลง (หน่วย คน-ชั่วโมง)

ลำดับ	รายการ	แบบดั้งเดิม (A)	ใช้โปรแกรม (B)	ผลต่างเวลา (A-B)
1	เขียนแบบงานเปลี่ยนแปลงเพิ่มโคมไฟฟ้า	24	8	16
2	ถอดปริมาณงานท่อ, สาย, อุปกรณ์	8	4	4
3	จัดทำเป็น BOQ และราคางานเพิ่ม	8	8	0
	รวม	40	20	20

จากตารางที่ 23 พบว่าในกรณีที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ วิธีการใช้โปรแกรม Autodesk revit ใช้เวลาน้อยกว่าการใช้คนทำแบบดั้งเดิมถึงเท่าตัว สาเหตุเนื่องจากการใช้โปรแกรมจะลดขั้นตอนในการสร้างแบบลงไปในส่วนที่ต้องให้วิศวกรไฟฟ้าทำการร่างแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ฝ่ายเขียนแบบจัดทำแบบสำหรับให้วิศวกรถอดปริมาณเพื่อจัดทำราคางานเปลี่ยนแปลงในภายหลัง สาเหตุอีกประการคือการใช้โปรแกรมช่วยลดระยะเวลาในการถอดอุปกรณ์ลงไปเพราะโปรแกรมสามารถถอดจำนวนโดยอัตโนมัติและใช้เวลาไม่นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัย

5.1 การวิเคราะห์ผลและสรุปผลงานวิจัย กรณีศึกษา อาคารหอพัก 22 ชั้น

5.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างใช้โปรแกรมและใช้คนทำแบบดั้งเดิม

ปริมาณในการใช้งานเดินท่อระบบไฟฟ้าและสื่อสารในระบบต่างๆ มีการใช้งานจำนวนมากจากงานวิจัยจะพิจารณาขนาดท่อใช้งานแบ่งแยกเป็นระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบแสงสว่าง ระบบเต้ารับ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์ ระบบคอมพิวเตอร์และระบบกล้องวงจรปิด โดยวิธีการเปรียบเทียบจำนวนการถอดปริมาณโดยใช้คนแบบดั้งเดิมกับแบบใช้โปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งผลที่ได้พบว่า

5.1.1.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและกำลัง

ท่อขนาด 1/2" (16 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยโปรแกรมมีปริมาณเท่ากับ 40,458 เมตร มากกว่าที่ถอดด้วยคนเท่ากับ 2,582 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 149,756 บาท ซึ่งแตกต่างกัน 6.8% สรุปว่าการถอดปริมาณทั้งสองวิธีมีความใกล้เคียงกันอาจจะเป็นผลจากการนับจำนวนท่อรวมกับการเผื่อจำนวนท่อในวิธีการถอดด้วยคนมีความใกล้เคียงถูกต้อง ส่วนท่อขนาด 3/4" (21 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยโปรแกรมมีปริมาณเท่ากับ 1,770 เมตร น้อยกว่าที่ถอดด้วยคนเท่ากับ 2,378 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 190,240บาท ซึ่งแตกต่างกัน 57.3% สรุปว่าการถอดปริมาณด้วยคนมีข้อผิดพลาดได้จำนวนมากเกินที่ใช้จริงไปมาก อาจจะเป็นความผิดพลาดในการอ่านแบบตอนทำการจับจำนวนท่อ

5.1.1.2 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ท่อขนาด 1/2" (16 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยโปรแกรมมีปริมาณเท่ากับ 7,335 เมตร น้อยกว่าที่ถอดด้วยคนเท่ากับ 1,003 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 58,174 บาท ซึ่งแตกต่างกัน 12% สรุปว่าการถอดจำนวนด้วยคนมีปริมาณมากกว่าพอสมควร ต่อมาท่อขนาด 3/4" (21 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยโปรแกรมมีปริมาณเท่ากับ 359 เมตร น้อยกว่าที่ถอดด้วยคนเท่ากับ 7 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 560 บาท ซึ่งถือว่ามีความใกล้เคียงกันมากอาจจะเป็นผลจากเป็นวงจรสัญญาณแจ้งเตือนไฟไหม้ซึ่งเป็นวงจรที่ดูง่ายในการถอดปริมาณจึงไม่ผิดพลาด สุดท้ายท่อขนาด 1"(27 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยโปรแกรมมีปริมาณเท่ากับ 2,061 เมตร มากกว่าที่ถอดด้วยคนเท่ากับ 1,882 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 201,374 บาท สรุปการถอดด้วยคนได้ถอดจำนวนท่อรายการนี้ตกไปเยอะมาก ถือว่ามีความผิดพลาดมากหรือการคาดคะเนในการถอดแบบไม่ตรงกับแนวคิดรวมยอด (Concept) ในการทำแบบซึ่งขึ้นกับความชำนาญของแต่ละบุคคล

5.1.1.3 ระบบโทรทัศน์รวม

ท่อขนาด 1/2"(16 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยโปรแกรมมีปริมาณเท่ากับ 6,076 เมตร มากกว่าที่ถอดด้วยคนเท่ากับ 551 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 31,958 บาท ซึ่งแตกต่างกัน 9% สรุปว่าการถอดจำนวนด้วยคนมีปริมาณน้อยกว่าที่ใช้จริงพอสมควร ถือเป็นการถอดจำนวนขาดไป ต่อมาท่อขนาด 3/4" (21 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยคนมีปริมาณเท่ากับ 3,315 เมตร มากกว่าที่ถอดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเท่ากับ 3,060 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 244,800 บาท ซึ่งถือว่าคิดเกินมาเยอะมาก อาจจะเป็นผลจากการอ่านแบบผิดหรือเข้าใจผิดแนวคิดรวมยอด (Concept) ระบบการทำงานไม่น่าจะเกิดจากการวัดระยะผิดพลาดเพราะจำนวนแตกต่างกันมากเกินไป

5.1.1.4 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ท่อขนาด 1/2"(16 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยคนมีปริมาณเท่ากับ 3,825 เมตร มากกว่าที่ถอดด้วยคนเท่ากับ 3,107.27 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 180,221.66 บาท ซึ่งแตกต่างกัน 81% สรุปว่าการถอดจำนวนท่อด้วยคนคิดมากกว่าที่ใช้จริงไปมากเนื่องมาจาก แนวทางเดินมีการเปลี่ยนมาใช้รางร้อยสายไฟฟ้า (Wireway) จึงทำให้ท่อมีปริมาณแตกต่างกันมากซึ่งเป็นอีกเหตุผลนึงในกระบวนการประมาณราคาที่ไม่ตรงกับที่ใช้งานจริง

5.1.1.5 ระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์

ท่อขนาด 1/2"(16 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยคนมีปริมาณเท่ากับ 6,222 เมตร มากกว่าที่ถอดด้วยโปรแกรมเท่ากับ 952 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 55,216 บาท ซึ่งแตกต่างกัน 15% สรุปว่าการถอดจำนวนท่อด้วยคนคิดมากกว่าที่ใช้จริงไปเนื่องมาจากความผิดพลาดในการวัดระยะความยาวท่อ ต่อมาท่อขนาด 3/4" (21 มิลลิเมตร) ปริมาณที่ถอดโดยคนมีปริมาณเท่ากับ 5,644 เมตร มากกว่าที่ถอดด้วยโปรแกรมเท่ากับ 2,882 เมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 230,560 บาท ซึ่งมีความผิดพลาดในการวัดความยาวมากพอสมควร

สรุปผลการเปรียบเทียบจำนวนท่อที่ถอดปริมาณโดยการใช้ทั้งสองวิธีพบว่า ท่อขนาด 1/2" (16 มิลลิเมตร) และ 3/4" (21 มิลลิเมตร) วิธีใช้คนถอดได้ปริมาณที่มากกว่า มีผลให้มูลค่างานท่อดังกล่าวสูงเกินกว่าที่ใช้จริง ส่วนท่อขนาด 1" (27 มิลลิเมตร) วิธีใช้คนถอดน้อยกว่าที่ใช้จริงมาก เป็นผลให้มีต้นทุนไม่พอในการซื้อท่อขนาดนี้มาใช้งานจริง ซึ่งเมื่อมองภาพรวมแล้วการใช้คนถอดปริมาณ ท่อจะทำให้มีมูลค่าสูงเกินกว่าที่ใช้งานจริง (4,674,201 บาท) ซึ่งหากนำโปรแกรมเข้ามาแทนในการถอดปริมาณจะทำให้สามารถประหยัดต้นทุนในงานระบบท่อไฟฟ้าได้เท่ากับ 573,351 บาท หรือประมาณ 12% เลยทีเดียว

5.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณสายระบบไฟฟ้า

5.1.2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและกำลัง

ระบบแสงสว่างเป็นระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย ประกอบด้วยสายเส้นไฟและสายศูนย์ ใช้สายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตรจำนวน 2 เส้น ส่วนระบบกำลังจะใช้สายเส้นไฟและสายศูนย์ขนาด 4 ตารางมิลลิเมตรอีกทั้งจะมีสายดินขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตรเพิ่มเข้ามาด้วย จากตารางที่ 29 หัวข้อลำดับที่ 1 พบว่าปริมาณสายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร การถอดปริมาณด้วยวิธีแบบดั้งเดิมมีมากกว่าใช้โปรแกรมเท่ากับ 47,269 เมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่แตกต่างกันมาก ถัดมาเมื่อพิจารณาปริมาณสายขนาด 4 ตารางมิลลิเมตรพบว่า การถอดปริมาณด้วยวิธีแบบดั้งเดิมน้อยกว่าการใช้โปรกรมเท่ากับ 24,830 เมตร เมื่อคิดมูลค่ารวมสายทั้งสองขนาดแล้วพบว่า การถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมมีมูลค่ามากกว่าวิธีใช้โปรแกรมเท่ากับ 162,775 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้วงจรสายแบ่งเป็นสายชนิด THW กับ FRC พบว่าสายชนิด THW ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร การถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมมีน้อยกว่าใช้โปรแกรมเท่ากับ 6,390 เมตร ส่วนสายชนิด FRC ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร การถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมมีน้อยกว่าใช้โปรแกรมเท่ากับ 76 เมตร ถือว่าเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก เมื่อรวมมูลค่างานงานทั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้แล้วพบว่าการถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมมีน้อยกว่าวิธีใช้โปรแกรมเท่ากับ 86,554 บาท

5.1.2.3 ระบบโทรทัศน์รวม

ระบบโทรทัศน์รวมมีสาย 2 ชนิดคือ RG 6 และ RG 11 เมื่อพิจารณาตารางที่ 29 พบว่าวิธีการถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมสาย RG 6 และ RG 11 มีปริมาณน้อยกว่าวิธีการใช้โปรแกรมเท่ากับ 1,486 และ 44 เมตรตามลำดับหรือคิดเป็นมูลค่ารวมเท่ากับ 70,262 บาท

5.1.2.4 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดใช้สายชนิด RG 6 เป็นสายสัญญาณ เมื่อพิจารณาตารางที่ 29 พบว่าวิธีการถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมสาย RG 6 มีปริมาณมากกว่าวิธีการใช้โปรแกรมเท่ากับ 1,847 เมตร หรือคิดเป็นมูลค่ารวมเท่ากับ 62,798 บาท

5.1.2.5 ระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์

ระบบโทรศัพท์ใช้สายชนิด TIEV 4C 0.65 ตารางมิลลิเมตรและคอมพิวเตอร์ใช้สายชนิด UTP CAT 6 เป็นสายสัญญาณ เมื่อพิจารณาตารางที่ 29 พบว่าวิธีการถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมสาย TIEV 4C 0.65 ตารางมิลลิเมตร มีปริมาณน้อยกว่าวิธีการใช้โปรแกรมเท่ากับ 5,524 เมตร ส่วนสาย UTP CAT 6 มีปริมาณน้อยกว่าวิธีการใช้โปรแกรมเท่ากับ 1,912 เมตร หรือคิดเป็นมูลค่ารวมเท่ากับ 158,916 บาท

สรุปในส่วนการเปรียบเทียบปริมาณสายที่ถอดปริมาณแบ่งแยกแต่ละระบบพบว่าเมื่อคิดมูลค่ารวมแล้ว วิธีการถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมมีมูลค่าน้อยกว่าวิธีการใช้โปรแกรม Autodesk revit เท่ากับ 90,159 บาทหรือคิดเป็น 2 %

5.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

5.1.3.1. ระบบแสงสว่าง

โคมไฟแต่ละแบบ (Type) จำนวนที่ถอดโดยคนและถอดโดยโปรแกรมมีความใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นรายการโคมไฟแบบ L5 ที่ถอดด้วยโปรแกรมมากกว่าที่คนถอดอยู่ 1,048 โคมเป็นเงินเท่ากับ 952,632 เท่ากับว่าคนถอดจำนวนขาดไปมากทำให้บริษัทรับเหมางานจะต้องขาดทุนส่วนนี้ไปด้วย

5.1.3.2. ระบบไฟฟ้ากำลัง

เต้ารับไฟฟ้า จำนวนที่ถอดโดยคนมากกว่าที่ถอดโดยโปรแกรมเท่ากับ 3,683 อันคิดเป็นเงินเท่ากับ 883,920 บาท ซึ่งเป็นเงินส่วนที่ถอดจำนวนเกินมาเป็นผลให้ราคาสูงเกินกว่าความเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.3. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

อุปกรณ์ Detector ที่ถอดด้วยคนมีจำนวนน้อยกว่าโปรแกรมเท่ากับ 336 อันคิดเป็นเงิน 199,920 บาท แต่จำนวน Horn with Strobe คนถอดจำนวนมากกว่าโปรแกรม 47 อันคิดเป็นเงินเท่ากับ 105,280 บาท เมื่อดูภาพรวมแล้วราคาอุปกรณ์ระบบนี้คนถอดราคาขาดไป

5.1.3.4. ระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์

อุปกรณ์เต้ารับโทรศัพท์คนถอดมากกว่าโปรแกรม 204 อันคิดเป็นเงิน 51,000 บาท ส่วนเต้ารับคอมพิวเตอร์คนถอดน้อยกว่าโปรแกรม 187 อันคิดเป็นเงิน 84,150 บาท โดยภาพรวมคนถอดจำนวนขาดไป

5.1.3.5. ระบบโทรทัศน์รวม

อุปกรณ์เต้ารับโทรทัศน์คนถอดปริมาณกับโปรแกรมถอดปริมาณมีความใกล้เคียงกันมากแตกต่างกัน 1.60 %

โดยภาพรวมส่วนจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบต่างๆพบว่าจำนวนอุปกรณ์ที่ได้จากการใช้คนถอดแบบดั้งเดิมมีมูลค่ามากกว่าวิธีใช้โปรแกรมถอดปริมาณเท่ากับ 102,569 บาทหรือคิดเป็น 1 % ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกัน อนึ่งในการนับจำนวนเกินมาและนับจำนวนขาดไป ซึ่งความผิดพลาดในกรณีนี้จะเกิดขึ้นได้เสมอหากใช้คนในการถอดปริมาณเพราะปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพตัวบุคคลและความถูกต้องในการนับจำนวนมีหลายสาเหตุด้วยกัน

5.1.4 สรุปผลการวิจัย

โดยสรุปการถอดปริมาณเป็นส่วนสำคัญพื้นฐานในการประมาณราคาให้ได้ผลลัพธ์มีมูลค่าที่ถูกต้องตรงกับต้นทุนที่จะใช้สำหรับงานก่อสร้างจริง ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการวิจัยแล้วพบว่าการถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมจะได้จำนวนวัสดุเมื่อนำมาประมาณราคาแล้วจะได้มูลค่ามากกว่าการถอดปริมาณโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit หรืออีกนัยหนึ่งคือ การถอดปริมาณยังมากเกินความเป็นจริงอยู่เหตุผลส่วนหนึ่งเกิดจากการเผื่อปริมาณในการถอดจำนวนที่มากเกินไป หรือการอ่านแบบที่ผิดพลาดทำให้ได้จำนวนที่ผิดไปจากที่ใช้งานจริง ซึ่งเรื่องนี้ก็มีผลขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ที่ทำการถอดแบบประมาณราคา โดยแตกต่างกับการใช้โปรแกรม Autodesk Revit มาช่วยสร้างแบบจำลอง 3 มิติเพื่อถอดปริมาณและทำการประมาณราคามูลค่างานท่อและอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร อาจใช้ระยะเวลาพอสมควรในการกำหนดรายละเอียดวัตถุต่างๆที่จะใช้เขียนแบบให้เสร็จเสียก่อนจึงทำการเขียนแบบได้ ถัดมาเมื่อได้ทำการเขียนแบบแล้วต้องเขียนแบบให้มีข้อผิดพลาดน้อยที่สุดหรือไม่ผิดพลาดเลยในตอนแรก หลังจากนั้นจะทำการถอดจำนวนอีกกี่ครั้งก็ตามจำนวนที่ได้จะมีความถูกต้องแม่นยำเสมอซึ่งต่างจากการใช้คนถอดในแต่ละครั้งอาจได้ผลลัพธ์จำนวนไม่เท่ากัน (Human Error) ข้อดีอีกประมาณของการใช้โปรแกรม Autodesk Revit ในการเขียนแบบคือ ในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแบบในภายหลังการใช้โปรแกรมจะช่วยลดระยะเวลาในขั้นตอนการประมาณราคางานเปลี่ยนแปลงลงได้มาก และข้อดีสุดท้ายคือช่วยตรวจสอบแนวท่อที่เขียนแต่ละเส้นที่เกิดการชนกันหรือซ้อนทับกันบางส่วน โดยจะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาทันทีเมื่อมีแนวท่อที่เพิ่งเขียนเกิดการซ้อนทับกับแนวท่อเดิม และผู้ใช้โปรแกรมสามารถกดเลือกแสดงตำแหน่งที่ท่อชนกันเพื่อตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการแก้ไขได้ ซึ่งเป็นผลดีมากในการใช้สำหรับประสานแบบ (Combine routing shop drawing) แต่ละระบบก่อนจะนำไปให้ช่างทำการติดตั้งจริง ในส่วนนี้ยังรวมถึงการประสานแบบกับระบบเครื่องกลอื่นๆเช่น สุขาภิบาล ปรับอากาศ ดับเพลิง เป็นต้น ดังนั้นการใช้โปรแกรม Autodesk Revit มาใช้เขียนแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสารจึงเหมาะสมกับอาคารก่อสร้างทุกขนาด เพราะให้ประโยชน์ทำให้รู้ต้นทุนการก่อสร้างได้และยังสามารถตรวจสอบการชนกันของท่อตลอดจนดูภาพรวมระบบไฟฟ้าและสื่อสารในมุมมอง 3 มิติได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการประมาณราคาด้วยคนแบบดั้งเดิมนั้น มีข้อจำกัดอยู่ที่บุคคลที่จะใช้งานต้องมีความชำนาญและประสบการณ์ดีมากเพื่อลดข้อผิดพลาดของราคามูลค่างานระบบไฟฟ้าที่ได้จากการถอดปริมาณจากแบบมา และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบต้องทำการวัดปริมาณใหม่เพื่อคิดราคาอีกครั้ง และการวัดปริมาณก็ทำได้เพียงวัดระยะโดยสังเขปและเผื่อความยาวไปในแต่ละจุดที่วัด โดยระยะที่เผื่อนั้นควรมีการกำหนดตัวเลขตายตัวเลยว่าท่อระบบไฟฟ้าแสงสว่างควรจะเผื่อจากตู้โหลดไปถึงตำแหน่งอุปกรณ์ อาจเป็นสวิตช์หรือโคมไฟจำนวนกี่เมตรต่อ 1 วงจรและต้องเผื่อความผิดพลาด (Error) อีกกี่เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็นระบบให้ชัดเจน ซึ่งส่วนนี้จะยังไม่มีกำหนดให้ชัดเจนในงานประมาณราคา ซึ่งในปัจจุบันจะขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล ส่วนการเขียนแบบโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit นั้นการทำให้แบบที่เขียนขึ้นมีความถูกต้องเชื่อถือได้ควรใช้แบบการก่อสร้างจริง (Asbuilt drawing) ที่ได้รับการอนุมัติเรียบร้อยแล้วและในขั้นตอนการกำหนดรายละเอียดวัตถุต้องกำหนดให้ถูกต้องตามข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะวัตถุนั้นๆ ส่วนข้อเสียของการใช้โปรแกรมคือการเขียนแบบในแนวดิ่งต้องทำรูปตัด (Section) ถึงจะสามารถเขียนแบบในแนวดิ่งได้ โปรแกรมจะไม่เขียนแบบแนวดิ่งให้โดยอัตโนมัติ ถึงจะสามารถเขียนแบบแนวนอนและแนวดิ่งพร้อมกันในมุมมอง 3 มิติแต่เป็นเรื่องยากมากในการเขียนให้ถูกต้องเข้ากับแบบสถาปัตยกรรม อีกส่วนหนึ่งคือช่วงท่อแนวโค้งและแนวหักงอเป็นมุมต่างๆ โปรแกรมจะทำการตัดส่วนนั้นเป็นวัตถุอีกชิ้นคือนับเป็น Elbow ไม่นับเป็นท่อ (Conduit) ปกติ ซึ่งในการทำงานจริงแนวท่อหักงอเป็นมุมต่างๆก็ใช้ท่อ (Conduit) โดยปกตินั่นเอง และอีกอย่างโปรแกรมรุ่นนี้ยังไม่สามารถเขียนแบบสายไฟร้อยไปในท่อ (Conduit) ได้ ทำให้ไม่สามารถถอดปริมาณความยาวสายไฟที่ใช้ร้อยท่อนั้นๆได้เลยในทันที ต้องคิดความยาวสายแยกต่างหากอีกรอบโดยใช้จำนวนความยาวท่อมาคำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Haiyan Xie, James Michael Tramel, Wei Shi. "Building Information Modeling and simulation for the mechanical, electrical, and plumbing systems." **IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering,** Shanghai, China, pp 77 – 80, 2011.

[2] Lino Maia, Pedro Mêda, João G. Freitas, "BIM methodology, a new approach – case study of structural elements creation." **1st International Conference on Structural Integrity Procedia Engineering volume 114,** Madeira, Portugal, pp 816-823, 2015.

[3] Jun Wang, Xiangyu Wang, Jun Guo, Heap-Yin Chong. "Building information modeling-based integration of MEP layout designs and constructability." **Automation in Construction journal volume 61**, pp 134 – 146, 2016.

[4] Ghang Lee, Jonghoon"Walter"Kim. "Parallel vs. Sequential Cascading MEP Coordination Strategies: A Pharmaceutical Building Case Study." **International journal of Automation in Construction volume** 43, pp 170 – 179, 2014.

[5] Jungsik Choi, Hansaem Kim, Inhan Kim. "Open BIM-based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage." **Journal of Computational Design and Engineering volume 2**, pp 16 –25, 2015.

[6] Seul-Ki Lee, Ka-Ram Kim, Jung-Ho Yu. "BIM and ontology-based approach for building cost estimation." **International journal of Automation in Construction volume 41**, pp 96 – 105, 2014.

[7] Eastman C.E. **"BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owner Manager.Designers.Engineers and Constractors."** New Jersey, USA, John Wiley and Sons, 2008,

[8] Autodesk Inc. "Building Information Modeling", **Autodesk building industry solution**, USA, 2002.

[9] Mendati, P. "BIM extension into later strages of project life cycle." Ph.D. Thesis. Southem State University, Georgia, 2008.

[10] Nederveen, V. S., Beheshti, R. and Gielingh, W. "Modelling Concepts for BIM." **Handbook of Research on Building Information Modelong and Construction Informatics : concept and Technologies.** IGI Global, 2010.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[11] American Institute of Architects (AIA). "Laiserin's explanation of why 'BIM' should be an industry standard-term. Accessed March 30. Available from http://www. Laiserin.com/features/issue 15/feature 01.php, 2012.

[12] ทรงพล ยมนาค. "Building Information Modeling สำหรับงานออกแบบก่อสร้าง", **บทความวิชาการในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์** , หน้า 14-26, 2553.

[13] ปัญญาพล จันทร์ดอน. "**การนำระบบ BIM ในการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ส่วนงานระบบอาคาร (M&E AS BUILT DRAWINGS) กรณีศึกษาโครงการโรงแรม เวฟพัทยา.**" วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2557.

[14] ธณัชชา สุขขี. "**การศึกษาการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย**", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปกร, 2554.

[15] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. **การออกแบบระบบไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชติอนันต์ ครีเอชั่น, 2558.

[16] คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โกลบอล กราฟฟิค, 2557.

[17] วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์. **Autodesk Revit.** สมุทรปราการ : เอนจิเนียร์ แอนด์ อคิเตค พลัส, 2548.

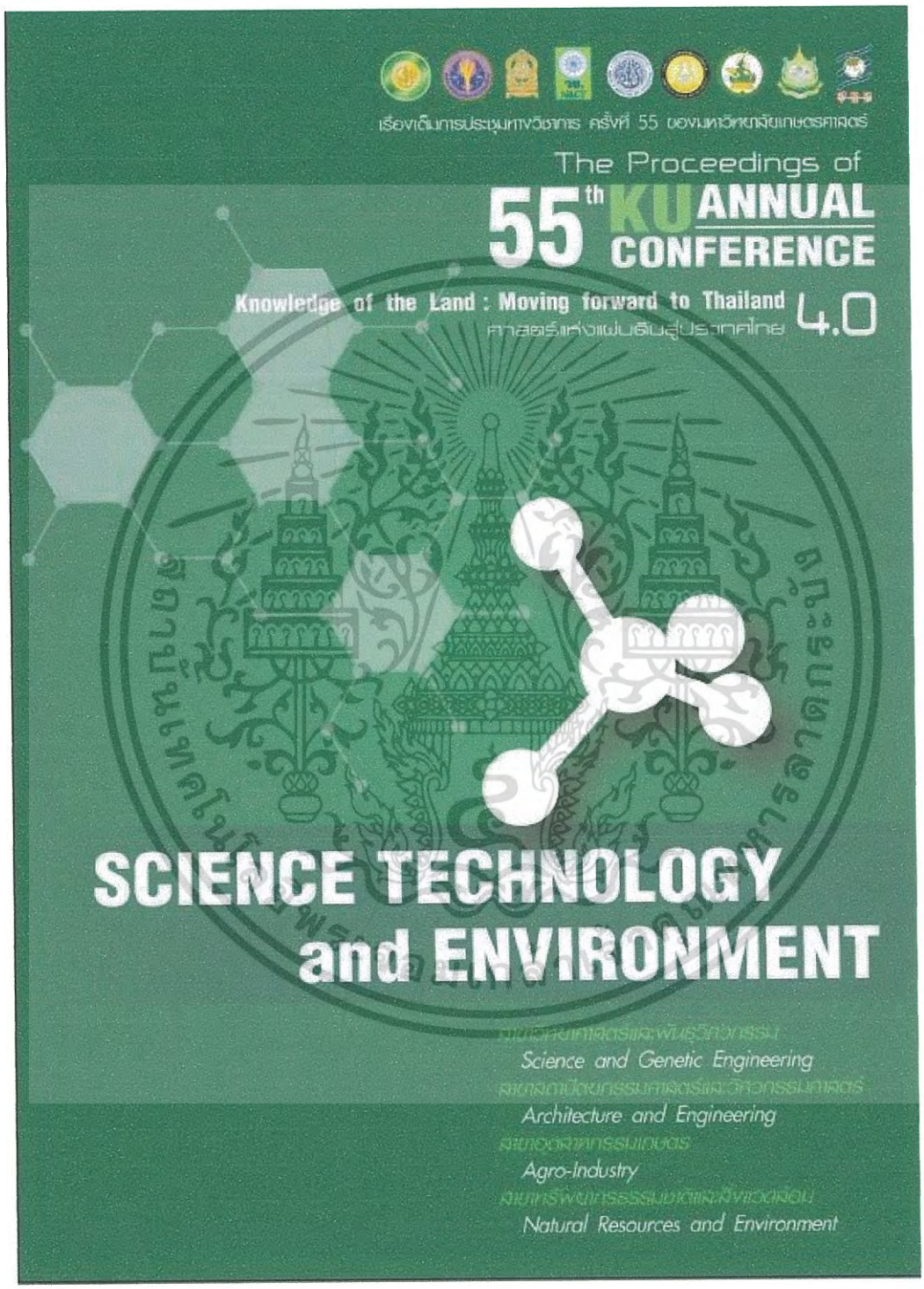
[18] เสรี สิริสายัณห์. **โปรแกรมออกแบบอาคาร 3 มิติสำหรับสถาปนิก Autodesk Architecture Desktop & Autodesk Revit.** กรุงเทพฯ : เอส.พี.ซี.บุ๊คส์, 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (APPENDIX)

ภาคผนวก ก บทความวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีศึกษาในการนำโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศทางอาคารมาใช้ในการประมาณราคาส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

A Case Study of the Building Information Modeling Application (BIM) in Electrical System Estimation

เกียรติศักดิ์ ทองอ่อน[1*] และ เชาว์ ชมภูอินไหว[1]

Kiattisak Tongon[1*] and Chow Chompoo-inwai[1]

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศทางอาคาร (BIM) มาใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าประกอบอาคารกรณีศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณราคางานระบบไฟฟ้าและสื่อสารและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบแบบโดยใช้แบบจำลอง 3 มิติเป็นตัวช่วย ซึ่งพบว่าปริมาณท่อ Electrical Metallic tubing (EMT) ขนาด 16 มม.และ 21 มม. ของระบบไฟฟ้าและสื่อสาร มีปริมาณน้อยกว่าการใช้คำสั่งคนถอดปริมาณแบบดั้งเดิมเป็นผลให้ราคางานท่อลดลงเป็นเงิน 662,854.46 บาทหรือ 14% โดยสรุปการนำ BIM มาใช้เหมาะสมในการประยุกต์ใช้สำหรับแบบ Design drawing ระบบไฟฟ้าและสื่อสารโดยจะช่วยให้ลดปัญหาที่เกิดจากการถอดปริมาณด้วยคนได้แก่ การเผื่อปริมาณที่มากเกินไปในการถอดความยาวท่อ และตำแหน่งอุปกรณ์ที่ใช้ถอดปริมาณเป็นตำแหน่งโดยสังเขปยังไม่ใช่ตำแหน่งติดตั้งจริง ดังนั้น BIM จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประมาณราคาให้ถูกต้องและแม่นยำขึ้นด้วย

ABSTRACT

This article describes a concept of Building Information Modeling (BIM) as a tool supporting information for electrical estimating to increase efficiency in cost estimation and reading construction drawing. The results showed that the number of conduits size 16 mm. and 21 mm. in taking off quantity by BIM method less than taking off quantity by traditional method. Therefore, this study aims to expand the concept of BIM used in design drawing to reduce error of human in estimating the electrical cost and gaining the correctness and accuracy in electrical system estimation.

Key Words : Construction, BIM, Electrical engineering, Estimation

*Corresponding author; e-mail address: plc_102256@hotmail.com

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology LadKrabang, Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น ทั้งในแง่เทคโนโลยี ขั้นตอนการออกแบบก่อสร้างและกระบวนการทางธุรกิจอันได้แก่ Building Information Modeling (BIM) แปลเป็นไทยว่า แบบจำลองสารสนเทศทางอาคาร สามารถใส่รายละเอียดในวัตถุที่กำลังเขียนแบบขึ้นได้หลายอย่างและยังสามารถสร้างวัตถุขึ้นมาใหม่พร้อมเก็บไว้ใช้ครั้งต่อไปได้อีกด้วย (ทรงพล ยมนาค, 2553) BIM เป็นเครื่องมือบริหารจัดการสถานที่ตลอดวัฏจักรชีวิตอาคารตั้งแต่ระยะก่อนการก่อสร้าง กำลังก่อสร้างและหลังก่อสร้างเสร็จ (Haiyan Xie *et al*, 2011) การนำ BIM มาช่วยในการออกแบบฐานรากและโครงสร้างอาคารซักริด ของโรงพยาบาลหลักชื่อ Funchal ประเทศโปรตุเกสมีข้อดีหลายข้ออาทิเช่น สามารถใส่รายละเอียดในวัตถุที่กำลังเขียนแบบขึ้นได้หลายอย่างและยังสามารถสร้างวัตถุขึ้นมาใหม่พร้อมเก็บไว้ใช้ครั้งต่อไปได้อีกด้วย ในขั้นตอนการออกแบบเรายังนำ BIM มาช่วยลดปัญหาการชนกันของท่องานระบบ MEP ทั้งในส่วนระยะติดตั้งและระดับติดตั้ง ซึ่งข้อดีที่ได้จากการผลานแบบแนวท่อ จะได้พื้นที่ใช้งานด้านล่างท่อถึงพื้นสำเร็จเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงานหากท่อเกิดชนกันในขณะกำลังก่อสร้างด้วย (Jun Wang *et al*, 2016) อีกกรณีการใช้ BIM แก้ปัญหาการชนกันของแนวท่อ MEP เป็นโครงการก่อสร้างบริษัทผลิตยาในประเทศอเมริกา ใช้การประสานงาน 2 รูปแบบคือ 1.แบบทีละขั้นตอนแก้ปัญหาแบบทีละขั้นและ 2.แบบซ้อนทับแนวท่องานระบบ MEP ไปทุกระบบในคราวเดียวกันซึ่งพบว่าแบบที่2จะช่วยแก้ปัญหาการชนกันได้เร็วกว่าแบบที่1ถึง 3.6 เท่า (Ghang Lee and Jonghoon"Walter"Kim, 2014) ประโยชน์ของ BIM หากมุ่งเข้าไปในด้านการประมาณราคาจะมีหลายงานวิจัยที่ได้ศึกษาการใช้ BIM มาประมาณราคาในงานก่อสร้างส่วนขั้นตอนการออกแบบอาคาร การใช้ฐานข้อมูลของ BIM มาใช้ในกระบวนการถอดปริมาณเพื่อจัดทำเป็น Bill Of Quantity (BOQ) สำหรับงานโครงสร้างเพื่อช่วยให้ความถูกต้องของข้อมูลและวิธีการคำนวณราคาดีเพิ่มมากขึ้นโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit สร้างโมเดลและ InsightBIM-QTO ใช้ประมาณราคา Jungsik Choi *et al*, 2015) หรือการใช้หลัก ontology มาใช้ในการประมาณราคาสำหรับงานปูกระเบื้องทำให้ได้ราคาที่ถูกต้องและลดความผิดพลาดต่างๆที่เกิดจากมนุษย์เป็นคนประมาณราคา (Seul-Ki Lee *et al*, 2014) การใช้ BIM มาช่วยงานด้านประมาณราคางานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมมีงานวิจัยที่ศึกษาบ้างแล้วแต่สำหรับการประมาณราคางานระบบ MEP ยังมีการศึกษาไม่มากนัก งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการนำ BIM มาเป็นเครื่องมือช่วยประมาณราคางานระบบไฟฟ้าและสื่อสารแล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการประมาณราคาโดยใช้คนทำแบบดั้งเดิม การใช้ฐานข้อมูลของ BIM มาใช้ในกระบวนการถอดปริมาณเพื่อจัดทำเป็น BOQ สำหรับงานโครงสร้างเพื่อช่วยให้ข้อมูลและวิธีการคำนวณราคา มีความถูกต้องแม่นยำเพิ่มมากขึ้นโดยผู้ศึกษาได้เลือกโปรแกรม Autodesk Revit version 2015 เป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างแบบจำลองเพื่อประมาณราคางานระบบไฟฟ้าของโครงการ กรณีศึกษา

หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

2.1. Building Information Modeling (BIM)

BIM คือการสร้างแบบจำลองอิเล็กทรอนิกส์เพื่อบริหารจัดการสารสนเทศอาคารซึ่งมีจุดประสงค์ช่วยให้มองเห็นภาพ การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม การสร้างฐานข้อมูลและอื่นๆ แบ่งขอบเขตของ บิม(BIM) เป็น 3 ประเภทคือ

1.BIM เป็นผลผลิตที่ทันสมัย ซึ่งบรรจุไปด้วยข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.BIM เป็นกระบวนการทำงานร่วมกัน (Collaborative Process) ครอบคลุมกระบวนการทางธุรกิจการก่อสร้าง วิศวกรรม เทคโนโลยีทางสถาปัตยกรรมและการบริหารดังแสดงตามรูปที่ 1

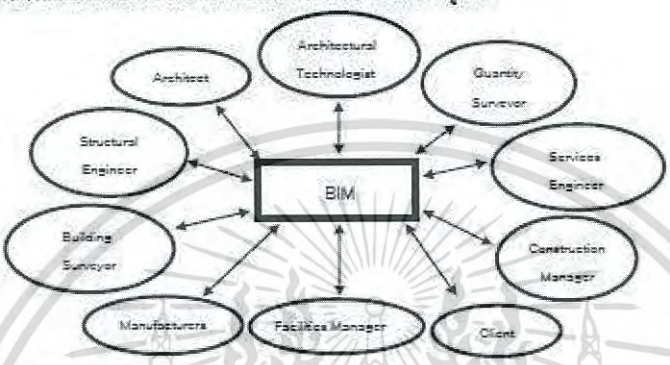


Figure 1 Collaborative Process

3.BIM เป็นเครื่องมือบริหารตลอดวัฏจักรชีวิตอาคาร (Facility Lifecycle Management Tool)

2.1.1 โปรแกรมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ BIM

ArchiCAD ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาบนพื้นฐานของเทคโนโลยี BIM โดยสามารถสร้างอาคาร 3 มิติในหลากหลายรูปแบบได้โดยง่ายและครบถ้วนทุกองค์ประกอบในอาคาร สามารถสร้างแบบให้โดยอัตโนมัติทั้งแปลน รูปด้าน รูปตัดและทุกด้านที่ต้องการ

Autodesk Revit เป็นโปรแกรมออกแบบของ Autodesk ที่เป็นโปรแกรมช่วยออกแบบงานด้านสถาปัตยกรรมและงานระบบประกอบอาคารโดยเฉพาะ สามารถสร้างแบบจำลองอาคารพร้อมกับใส่รายละเอียดวัสดุได้อีกด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกโปรแกรม Autodesk Revit ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร 3 มิติ โดยส่วนติดต่อผู้ใช้งานโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 2

Figure 2 Autodesk Revit MEP 2015

2.2. การติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ระบบไฟฟ้าเป็นระบบสาธารณูปโภคที่มีความสำคัญ โดยส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า ตามประเภทการใช้งาน โดยระบบไฟฟ้าอาจแยกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆคือ

1.ระบบไฟฟ้ากำลัง ได้แก่ ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ระบบไฟฟ้าสื่อสาร ได้แก่ ระบบโทรศัพท์ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ส่วนการติดตั้งตามแบบที่ถูกต้องและครบถ้วนนั้นต้องทำตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, 2558)

วิธีการศึกษา

ในการใช้ BIM สร้างแบบจำลอง3มิติเพื่อประมาณราคาจะแสดงตามแผนผัง (Flow chart) ดังรูปที่ 3

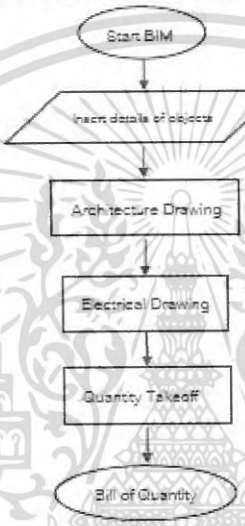


Figure 3 Flow chart of BIM in research

การสร้างแบบจำลองจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1.การสร้างแบบจำลอง 3 มิติส่วนโครงสร้างและสถาปัตยกรรม 2. การสร้างแบบจำลอง 3 มิติส่วนระบบไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนในแต่ละส่วนดังนี้

3.1 การสร้างแบบจำลอง 3 มิติส่วนโครงสร้างและสถาปัตยกรรม

เริ่มต้นจากการศึกษารายละเอียดของแบบก่อสร้างจริง(As-built Drawing) โครงสร้างและสถาปัตยกรรม พบว่าเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กมีจำนวน 22 ชั้นในแต่ละชั้นมีห้องทั้งหมด 30 ห้อง ประกอบด้วยแบบห้อง 5 รูปแบบ หลังจากศึกษาแบบและข้อกำหนดวัสดุต่างๆแล้วจึงเริ่มเขียนกำหนดขอบเขตโครงการด้วยเส้น Gridline และทำการกำหนด Level ให้ครบสิ้นแต่ชั้นที่ 1ถึงชั้นดาดฟ้าดังรูปที่ 4.5. แล้วจึงทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์วัสดุพื้น เสา ผนังก่ออิฐ ผนังคอนกรีต ผนังห้องน้ำ ฝ้าเพดาน

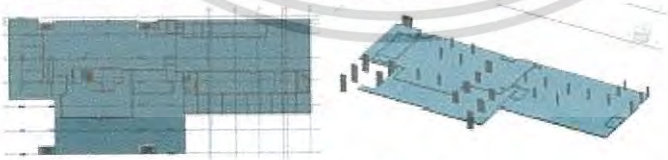


Figure 4.5 Architecture drawing 1st Floor Plan and 3D view

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนแบบควรเขียนในมุมมอง 2 มิติก่อนเหตุเพื่อให้ง่ายในการเขียนแบบแทนที่จะเขียนในมุมมอง 3 มิติ เมื่อเขียนแบบห้องพักชนิด 1A, 2A, 1BR, 1BR/1, S2 ครบทั้งหมดต้องกำหนดระดับความสูงของแต่ละพื้นที่ให้ถูกต้องด้วย หลังจากเขียนแบบเสร็จทุกขั้นตอนจนเสร็จทั้งโครงการแล้วแสดงได้ดังรูปที่ 6

Figure 6 3D view show as 1st floor to roof floor

3.2.การสร้างแบบจำลอง 3 มิติส่วนระบบไฟฟ้า

ขั้นตอนแรกต้องทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของวัตถุทั้งหมดก่อนเมื่อกำหนดค่าเสร็จแล้วก็เริ่มเขียนแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยขั้นตอนแรก ต้องวางตำแหน่งโคมไฟและสวิตช์แต่ละชนิดให้ถูกต้องตามแบบแล้วจึงมาทำการเขียนแบบแนวเดินท่อ หลังจากนั้นจึงเขียนแบบระบบอื่นๆทั้งหมดจนเสร็จทั้งชั้นที่ 6 จนถึงชั้นที่ 22 ดังรูปที่ 7,8,9

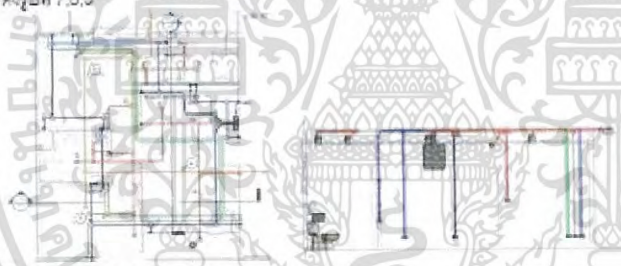
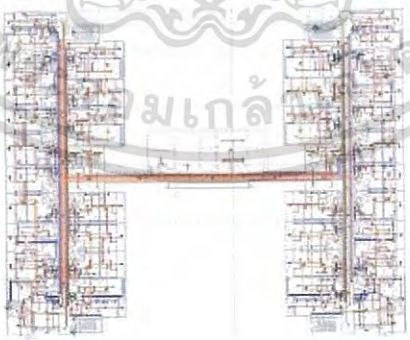
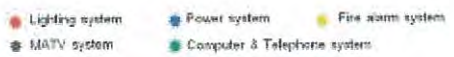


Figure 7 Electrical drawing show as room type 2A

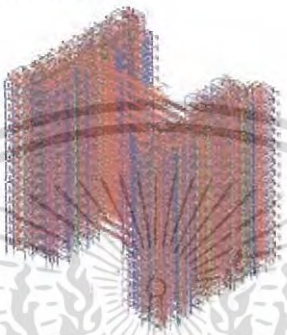
รูปที่ 7 แสดงลักษณะการเขียนแบบระบบไฟฟ้าทุกระบบภายในห้องพักแบบ 2A และทำการเขียนแบบระบบไฟฟ้าเสร็จทั้งชั้นที่ 6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Figue 8 Electrical drawing show as 6th floor plan



Figue 9 3D view show as 6th-22th floor

3.3.การถอดปริมาณท่อเพื่อประมาณราคาด้วยโปรแกรม

สิ่งสำคัญในการประมาณราคางานท่อลายระบบไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องมาจากการถอดปริมาณที่มีความแม่นยำ ดังนั้นการใช้โปรแกรม Autodesk Revit จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้และสามารถแสดงการถอดปริมาณท่อไฟฟ้าตามตารางที่ 1 และสามารถเปรียบเทียบของเวลาที่ใช้ทำงานระหว่างใช้โปรแกรมเปรียบเทียบกับใช้คนถอดแบบเดิมตามตารางที่ 2

TABLE 1,2 Quantity take off conduits by software "Autodesk Revit" and period of process

<Conduit Schedule>

A	B	C
Description	Size	Length
CCTV	16 mm	217.71
Computer&Tele	16 mm	5229.12
Computer&Tele	21 mm	2763.78
FireAlarm	16 mm	7113.93
FireAlarm	21 mm	356.22
FireAlarm	27 mm	4914.29
Lighting	16 mm	17736.67
MATV	16 mm	4076.62
MATV	21 mm	356.06
MATV	27 mm	30.94
Power	16 mm	37085.12
Power	21 mm	3753.55

Unit:MAN-HOUR

Item	Description	Software(Hour)	Human(Hour)	Diff.
1	Quantity Takeoff	130	103	27
2	BOQ	6	16	-10
	Total	136	119	17

ตามตารางที่ 1 พบว่าโปรแกรมสามารถถอดปริมาณท่อแยกตามขนาดและระบบตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถกำหนดให้แสดงความยาวเป็นช่วงๆหรือให้คำนวณความยาวรวมทั้งหมดก็ได้ หลังจากได้ปริมาณท่อแล้วจึงนำข้อมูลมาประมาณราคา การถอดปริมาณท่อจะยึดสัดส่วนชนิดท่อในแบบได้กำหนดไว้ เมื่อได้ปริมาณท่อระบบต่างๆทั้งที่ใช้โปรแกรม Autodesk Revit และใช้กำลังคนถอดแบบดั้งเดิมแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่างในด้านปริมาณและระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 3 Comparison of BOQ between software and human estimating

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Quantity Take off		Different	Name	UNIT	DETAIL
			Human	Autodesk Revit				
			Quantity (H)	Quantity (R)	(H-R)	(H-R)	COST	
1	Lighting & Power System							
1.1	EMT Conduit							
	- Dia 16 mm. (1/2")	m	37,879.00	39,401.79	-1,535.79	-4.05	58.00	-89,456.82
	- Dia 21 mm. (3/4")	m	4,148.00	1,769.66	2,378.34	57.34	80.00	190,267.20
2	Fire alarm system							
2.1	EMT Conduit							
	- Dia 16 mm. (1/2")	m	8,290.00	7,120.00	1,210.00	14.60	58.00	70,180.00
	- Dia 21 mm. (3/4")	m	288.00	288.00	0.00	0.00	80.00	640.00
	- 27 มม./Dia.1")	m	779.00	1,911.29	-1,132.29	-567.60	167.00	-189,324.85
3	MATV system							
3.1	EMT CONDUIT							
	- Dia 16 mm.(1/2")	m	8,525.00	8,576.00	-551.00	-3.37	58.00	-31,958.00
	- Dia 21 mm. (3/4")	m	3,215.00	288.00	3,080.00	92.31	80.00	244,400.00
	- Dia 27 mm. (1")	m	0.00	30.94	-30.94		167.00	-5,166.98
4	CCTV system							
4.1	EMT Conduit							
	- Dia 16 mm.(1/2")	m	3,425.00	717.29	3,707.71	91.24	58.00	190,227.59
5	Computer&Telephone system							
5.1	EMT Conduit							
	- Dia 16 mm. (1/2")	m	8,222.00	8,048.00	174.00	4.82	58.00	10,274.00
	- Dia 21 mm. (3/4")	m	8,432.00	5,192.00	3,240.00	61.84	80.00	259,200.00
6	Stand-by Gen.set and remote							662,854.46

จากตารางที่ 3 จะพบว่ามูลค่างานท่อระบบแสงสว่างเพื่อเปรียบเทียบระบบเดียวที่การถอดปริมาณด้วยคนมีค่าน้อยกว่าการถอดด้วยโปรแกรมลาเหตุเนื่องมาจากคนถอดปริมาณท่อขนาด 27 มม. (1") ไม่ครบซึ่งก็เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้เนื่องจากใช้คนถอด หากมีประสบการณ์น้อยอาจจะผิดพลาดได้ง่าย ส่วนระบบอื่นๆ มูลค่างานท่อไฟฟ้าที่ถอดด้วยซอฟต์แวร์ทั้งหมดมีมูลค่าเท่ากับ 4,017,262.54 บาท จะน้อยกว่าการใช้คนถอดที่มีมูลค่าเท่ากับ 4,680,117.00 บาท เป็นเงิน 662,854.46 บาทหรือลดลง 14%

สรุปผลการศึกษา

การสร้างแบบจำลอง 3 มิติตามเทคโนโลยี BIM โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit MEP เวอร์ชั่นปี 2015 มีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ทำแบบ Design drawing เพื่อใช้สำหรับประมาณราคาในการประมูลงานรับเหมาก่อสร้าง เนื่องจากสามารถใส่รายละเอียด ชนิด ตำแหน่งติดตั้งและราคาของวัตถุเพื่อถอดปริมาณทำ BOQ ได้เลย ส่วนในกรณีศึกษาเป็นการใช้โปรแกรม Autodesk Revit ทำตามแบบก่อสร้างจริงของอาคารกรณีศึกษาซึ่งสร้างเสร็จแล้วและนำมาเปรียบเทียบปริมาณกับข้อมูลการถอดปริมาณเพื่อประมูลราคารับเหมาก่อสร้างซึ่งใช้คนถอดแบบดั้งเดิม ซึ่งได้ผลสรุปการถอดปริมาณท่อไฟฟ้าจากแบบจำลองอาคาร 3 มิติที่สร้างโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit มีปริมาณน้อยกว่าการถอดปริมาณโดยใช้คนแบบดั้งเดิม เป็นผลให้ช่วยประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างด้านงานท่อไฟฟ้าเท่ากับ 662,854.46 บาท หรือเท่ากับ 14% ส่วนระยะเวลาการถอดปริมาณด้วยโปรแกรมจะใช้เวลามากกว่าการถอดปริมาณด้วยคนแบบดั้งเดิมเท่ากับ 17 แรง-ชั่วโมง (MAN-HOUR) ในกรณีใช้คนเพียง 1 คนเท่ากันตามตารางที่ 2 ถึงแม้ว่าจะใช้เวลารวมทั้งหมดในการประมาณราคามากกว่าการใช้คนถอดแบบดั้งเดิมก็ตามแต่คุ้มค่าเมื่อพิจารณาในด้านประโยชน์ที่ได้รับคือ 1.ราคาท่อที่ลดลงเป็นผลให้ต้นทุนในการก่อสร้างลดลง 2.ใส่รายละเอียดให้กับวัตถุทุกชิ้นในแบบได้เลย 3.ตรวจพบบริเวณที่เกิดการซ้อนทับกันของแนวท่อและอุปกรณ์ 4.ได้แบบก่อสร้างจริงที่มีทั้งแปลนพื้นที่ รูปด้านต่างๆและแบบจำลอง 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ทรงพล ยมนาค. 2553, Building Information Modeling สำหรับงานออกแบบ ก่อสร้าง. **บทความวิชาการในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์** , หน้า 14-26.

ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. 2558, **การออกแบบระบบไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด โซลิอนันต์ คริเอชั่น

Ghang Lee, Jonghoon"Walter"Kim, 2014, "Parallel vs. Sequential Cascading MEP Coordination Strategies: A Pharmaceutical Building Case Study," **Automation in Construction** 43 170 – 179.

Haiyan Xie, James Michael Tramel, Wei Shi,2011, Building Information Modeling and simulation for the mechanical, electrical, and plumbing systems, **Computer Science and Automation Engineering (CSAE)**, 77 – 80

Jun Wang, Xiangyu Wang, Jun Guo, Heap-Yih Chong, 2016, "Building information modeling-based integration of MEP layout designs and constructability," **Automation in Construction** 61, 134 – 146.

Jungsik Choi, Hanssem Kim, Inhan Kim, 2015, "Open BIM-based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage," **Computational Design and Engineering** 2, 16 – 25.

Seul-Ki Lee, Ka-Ram Kim, Jung-Ho Yu, 2014, BIM and ontology-based approach for building cost estimation, **Automation in Construction** 41, 96 – 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข AS-BUILT DRAWING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLE บริษัท เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
POWER LINE ENGINEERING CO.,LTD.

หนังสือยินยอมให้เผยแพร่ข้อมูล

ข้าพเจ้า.....นายถนัด ทัศกุลณี..... ตำแหน่ง .....ผู้จัดการโครงการ..... ชื่อสถานประกอบการ...บ.เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน).....สถานที่ตั้งที่อยู่เลขที่.....2..ถนน....สุขุมวิท.....แขวง.....บางจาก.....เขต.....พระโขนง.....จังหวัด.....กรุงเทพมหานคร... โทรศัพท์...02-3320345...

ได้ตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดในวิทยานิพนธ์ เรื่อง..กรณีศึกษาในการนำโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศทางอาคารมาใช้ในการประมาณราคาส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร.. ของ..นายเกียรติศักดิ์ ทองอ่อน นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา .....วิศวกรรมไฟฟ้า.....คณะ.....วิศวกรรมศาสตร์..... มหาวิทยาลัย...สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง...โดยมีความยินดีให้เผยแพร่วิทยานิพนธ์ดังกล่าวต่อสาธารณะเพื่อประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น

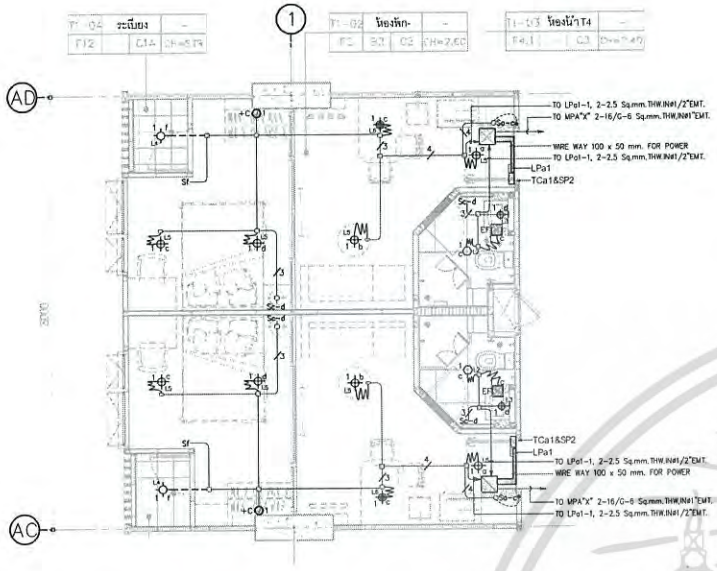
ลงลายมือชื่อ .....

(...นายถนัด ทัศกุลณี....)

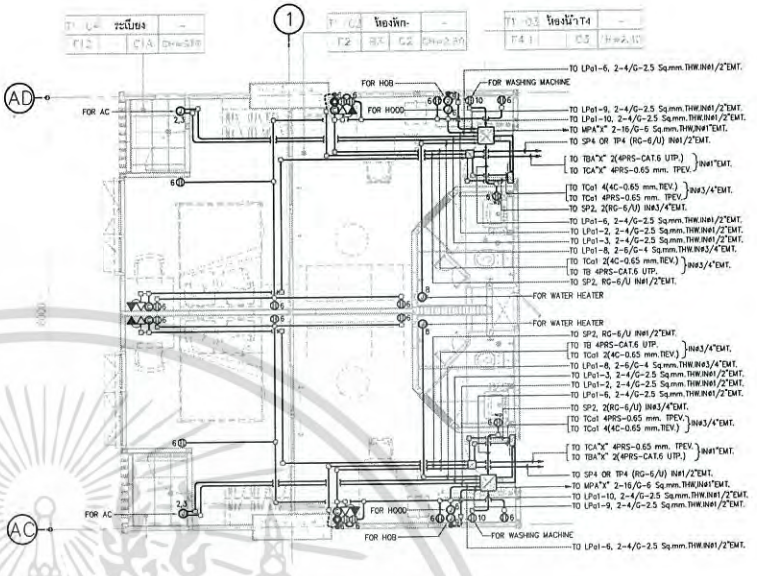
ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการ

วันที่ .....27...../.....7...../.....2560..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



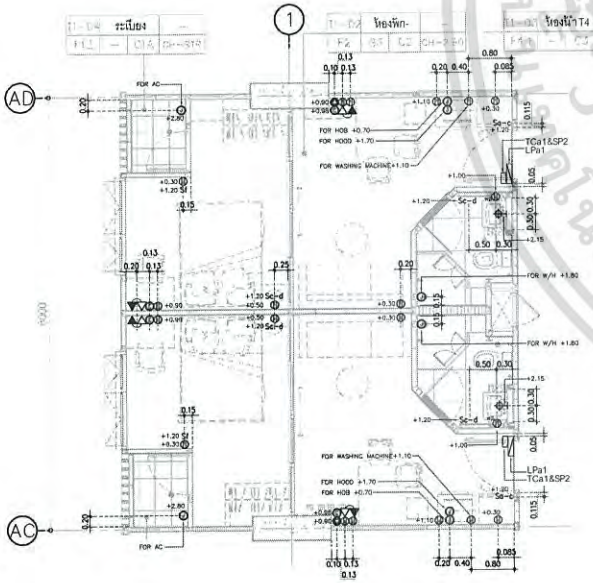
แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ห้องพัก TYPE 1BR ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50



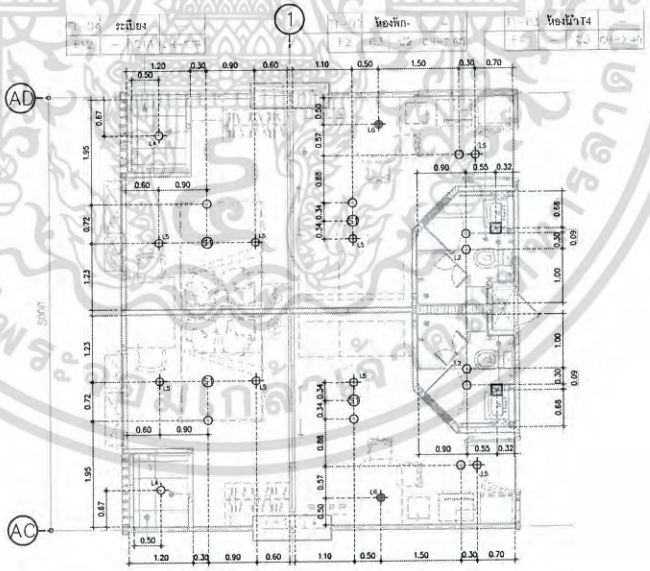
แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง ห้องพัก TYPE 1BR ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50

NOTE

??? THW ???? 2.5 Sq.mm.	
1-4 ???? ????????? ø 1/2"EMT.	
5-8 ???? ????????? ø 3/4"EMT.	
9-13 ???? ????????? ø 1"EMT.	
??? THW ???? 4 Sq.mm.	
1-3 ???? ????????? ø 1/2"EMT.	
4-5 ???? ????????? ø 3/4"EMT.	
6-9 ???? ????????? ø 1"EMT.	

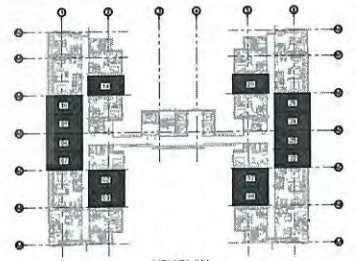


COMBINE WALL ห้องพัก TYPE 1BR ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50



COMBINE FIXTURE ห้องพัก TYPE 1BR ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50

SYMBOLS	TYPE	DESCRIPTION
	L2	CFL E27 1x12W 220V 2700K WARMWHITE.
	L3	WALL MOUNTED LUMINAIRE,MODEL WSJ 150/S-J OPTEX/LAE หรือเทียบเท่า
	L4	CFL E27 1x15W 220V 2700K WARMWHITE.
	L5	CFL PLC 1x26W 220V 2700K WARMWHITE.
	L6	MODEL DOT 183 20W CFL-I SPIRAL T-3
		EXHAUST FAN
		SPRINKER
		PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR WITH AUXILIARY CONTACT
	S	1-WAY SWITCH 15 A.
	S3	3-WAY SWITCH 15 A.
		DUPLEX RECEPTACLE
		JUNCTION BOX
		SQUARE BOX
		HANDY BOX
		TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ11 FOR EXTENSION LINE
		TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ11 FOR DIRECT LINE OR PUBLIC LINE
		TV OUTLET FLUSH MOUNTED AT 0.30 M.ABOVE FINISHED FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
		COMPUTER OUTLET RJ 45 CAT6
		WIRING IN CONDUIT BURIED IN GROUND OR CONCRETE SLAB
		WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING
		WIRING WITH n CONDUCTORS n>3,WIRING WITH NO IDENTIFIED MEANS 2 CONDUCTORS
		WIRING TURN DOWN
		WIRING TURN UP



KEY PLAN

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :
โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
LOCATION : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

ARCHITECT
HUMANIST CO.,LTD.
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญ ลิ้มสถาพร ...)

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS
CIVIL ENGINEERING CO., LTD.

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS
PLAN ENGINEERING CO., LTD.

ELECTRICAL ENGINEERS
MECHANICAL ENGINEERS
SANITARY ENGINEERS
INTERIOR DESIGNER
LANDSCAPE ARCHITECTS

CONSULTANT
MAA CONSULTANTS CO.,LTD.

MAIN CONTRACTOR :

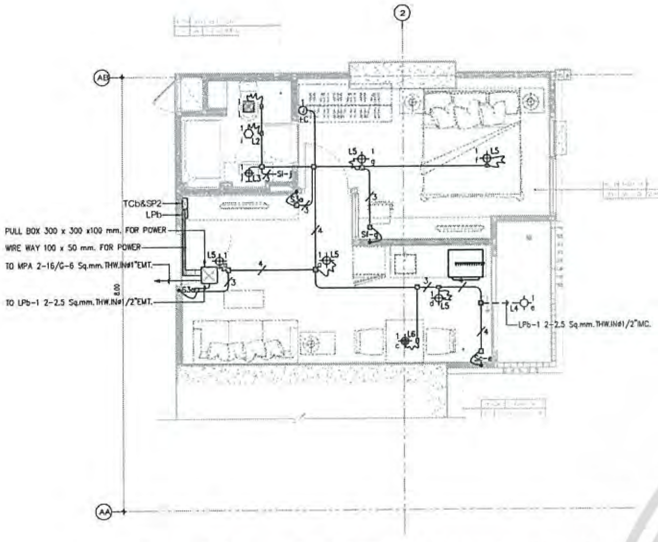
REV No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

GENERAL NOTE :

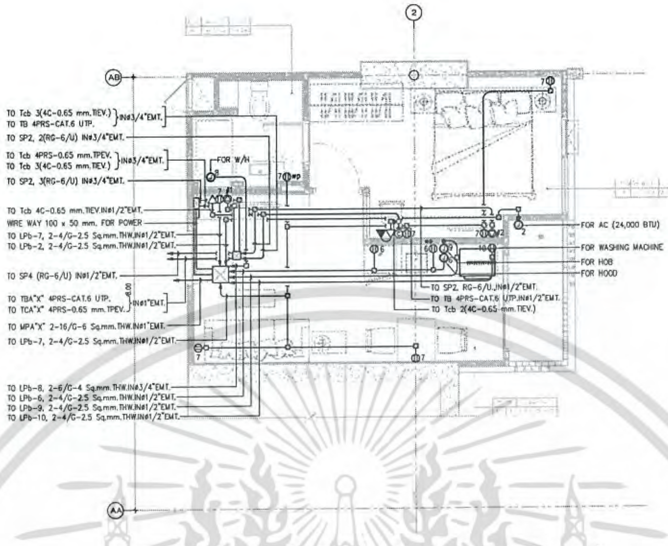
AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

อาคารระเบียงจามจุรี
แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
และระบบไฟฟ้ากำลัง
ห้องพัก TYPE 1BR ชั้นที่ 6-22

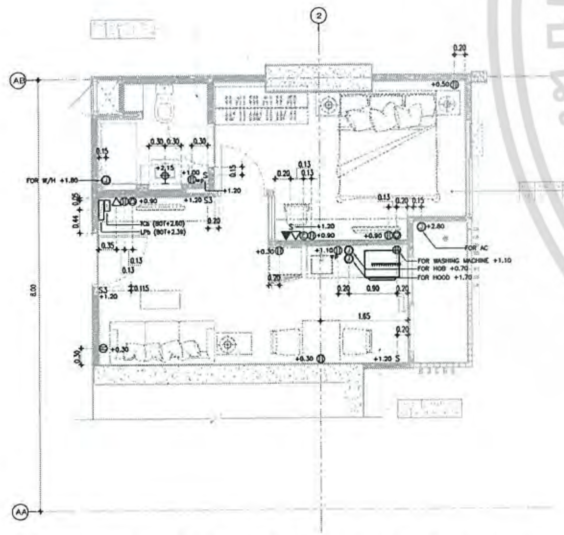
DRAWN BY	Y.WRAT
CHECKED BY	N.SORANON
APPROVED BY	T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	–
DATE	13/10/2013
SCALE	1:50
REV.	–
DWG. NO.	EE-6-03
SHEET No.	–



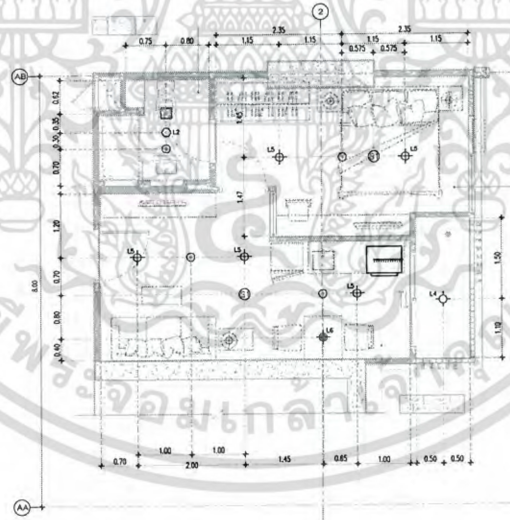
แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องพัก TYPE 1A ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50



แปลนระบบไฟฟ้ากำลังห้องพัก TYPE 1A ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50

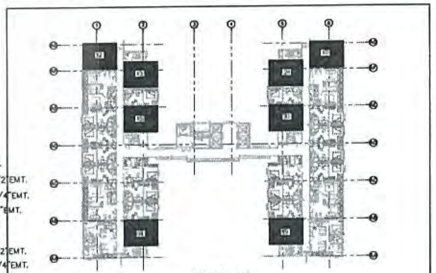


COMBINE WALL ห้องพัก TYPE 1A ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50



COMBINE FIXTURE ห้องพัก TYPE 1A ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50

SYMBOLS	TYPE	DESCRIPTION
○	L2	CFL E27 1x12W 220V 2700K WARMWHITE.
	L3	WALL MOUNTED LUMINAIRE,MODEL WSJ 150/S-J OPTEX/L&E หรือเทียบเท่า
	L4	CFL E27 1x15W 220V 2700K WARMWHITE.
	L5	CFL PLC 1x26W 220V 2700K WARMWHITE.
	L6	MODEL DOT 183 20W CFL-I SPIRAL T-3
		EXHAUST FAN
		SPRINKER
		PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR WITH AUXILIARY CONTACT
S		1-WAY SWITCH 15 A.
S3		3-WAY SWITCH 15 A.
		DUPLEX RECEPTACLE
		JUNCTION BOX
		SQUARE BOX
		HANDY BOX
▽		TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ11 FOR EXTENSION LINE
▼		TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ11 FOR DIRECT LINE OR PUBLIC LINE
		TV OUTLET FLUSH MOUNTED AT 0.30 M.ABOVE FINISHED FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
		COMPUTER OUTLET RJ 45 CAT6
- - - -		WIRING IN CONDUIT BURIED IN GROUND OR CONCRETE SLAB
———		WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING
		WIRING WITH n CONDUCTORS n>3,WIRING WITH NO IDENTIFIED MEANS 2 CONDUCTORS
		WIRING TURN DOWN
		WIRING TURN UP



KEY PLAN

NOTE

??? THW ???? 2.5 Sq.mm.
1-4 ???? ???????? ø 1/2"EMT.
5-8 ???? ???????? ø 3/4"EMT.
9-13 ???? ???????? ø 1"EMT.

??? THW ???? 4 Sq.mm.
1-3 ???? ???????? ø 1/2"EMT.
4-5 ???? ???????? ø 3/4"EMT.
6-9 ???? ???????? ø 1"EMT.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. : โครงการ หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ARCHITECT : HUMANIST CO.,LTD.

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS: METRIX CIVIL ENGINEERING CO., LTD.

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS: PLAN ENGINEERING CO., LTD.

CONSULTANT: MAA CONSULTANTS CO.,LTD.

MAIN CONTRACTOR : PLE

REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

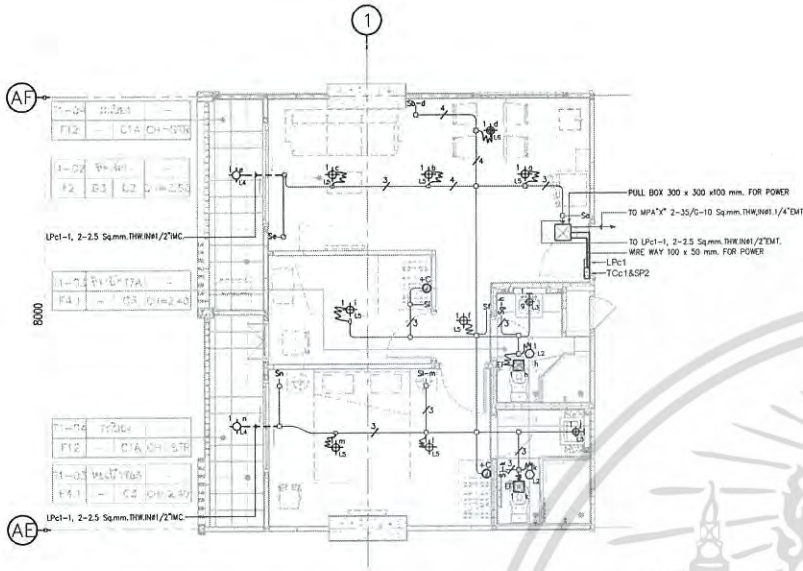
GENERAL NOTE :

AS-BUILT ELECTRICAL SYSTEM

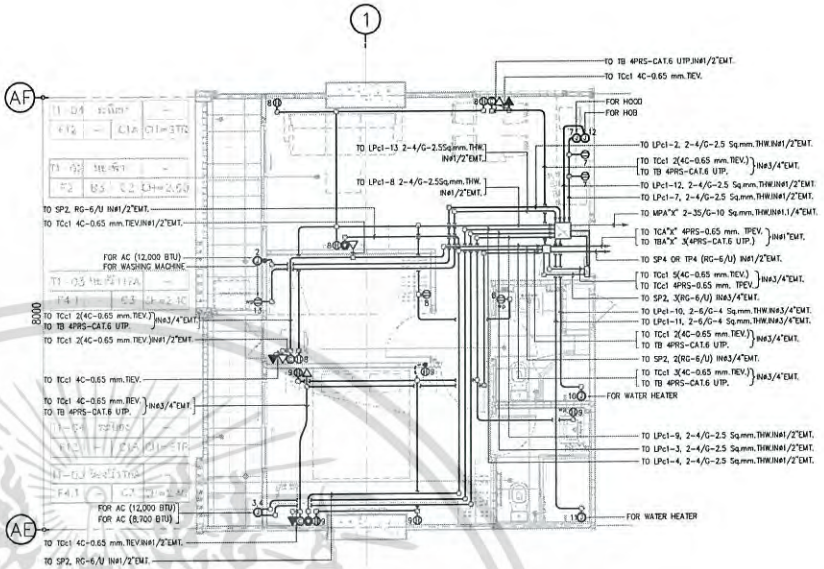
อาคารระเบียงจามจุรี

แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
และระบบไฟฟ้ากำลัง
ห้องพัก TYPE 1A ชั้นที่ 6-22

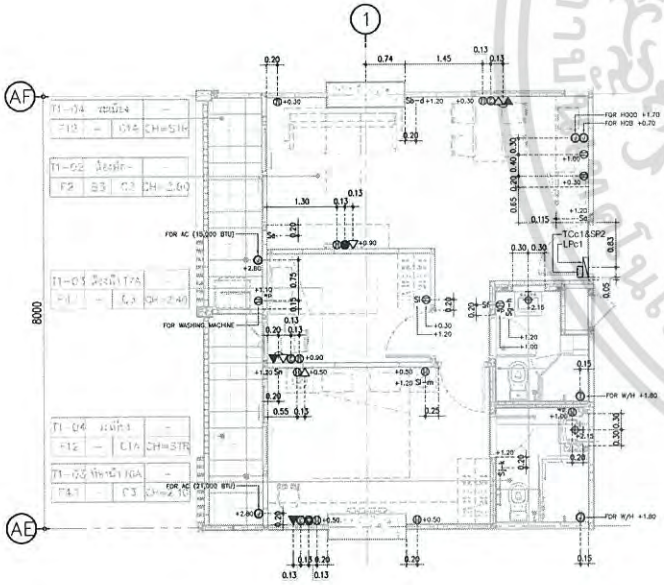
DRAWN BY : Y.WIRAT
CHECKED BY : N.SORANON
APPROVED BY : T.THANAD
REFERENCE DWG.NO. : -
DATE : 13/10/2013 SCALE : 1:50
REV. : -
SHEET No. : -
DWG. No. EE-6-01



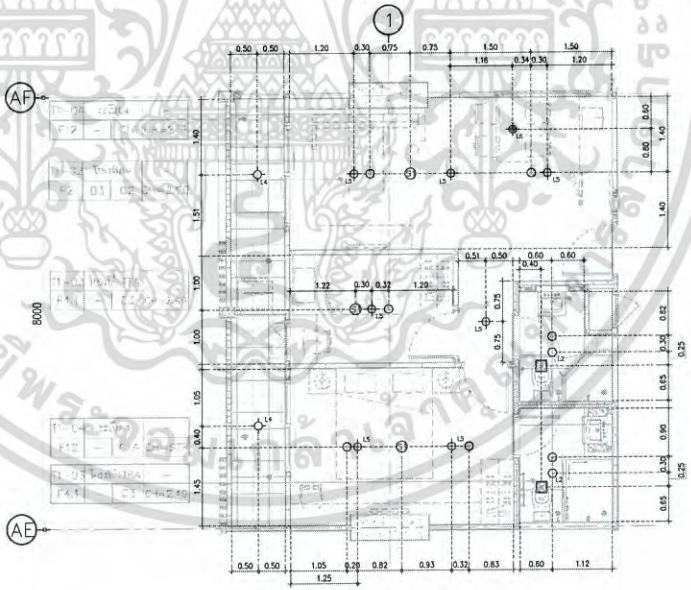
แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ห้องพัก TYPE S2 ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50



แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง ห้องพัก TYPE S2 ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50



COMBINE WALL ห้องพัก TYPE S2 ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50



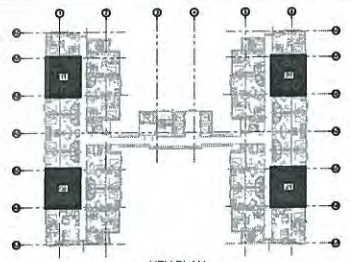
COMBINE FIXTURE ห้องพัก TYPE S2 ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)
SCALE 1 : 50

NOTE

??? THW ???? 2.5 Sq.mm.
1-4 ???? ????????? ø 1"EMT.
5-8 ???? ????????? ø 3/4"EMT.
9-13 ???? ????????? ø "EMT.

??? THW ???? 4 Sq.mm.
1-3 ???? ????????? ø 1/2"EMT.
4-5 ???? ????????? ø 3/4"EMT.
6-9 ???? ????????? ø 1"EMT.

SYMBOLS	TYPE	DESCRIPTION
	L2	CFL E27 1x12W 220V 2700K WARMWHITE.
	L3	WALL MOUNTED LUMINAIRE,MODEL WSJ 150/S-J OPTEX/L&E หรือเทียบเท่า
	L4	CFL E27 1x15W 220V 2700K WARMWHITE.
	L5	CFL PLC 1x26W 220V 2700K WARMWHITE.
	L6	MODEL DOT 183 20W CFL-I SPIRAL T-3
M		EXHAUST FAN
		SPRINKER
S		PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR WITH AUXILIARY CONTACT
S		1-WAY SWITCH 15 A.
S3		3-WAY SWITCH 15 A.
		DUPLEX RECEPTACLE
		JUNCTION BOX
		SQUARE BOX
		HANDY BOX
		TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ11 FOR EXTENSION LINE
		TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ11 FOR DIRECT LINE OR PUBLIC LINE
TV		TV OUTLET FLUSH MOUNTED AT 0.30 M.ABOVE FINISHED FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
		COMPUTER OUTLET RJ 45 CAT6
		WIRING IN CONDUIT BURIED IN GROUND OR CONCRETE SLAB
		WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING
		WIRING WITH n CONDUCTORS n>3,WIRING WITH NO IDENTIFIED MEANS 2 CONDUCTORS
		WIRING TURN DOWN
		WIRING TURN UP



KEY PLAN

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :
โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
LOCATION : ซอยจุฬาลงกรณ์ ๑๙ ถนนพญาไท กรุงเทพฯ

ARCHITECT :
HUMANIST CO.,LTD.
54 Soi Phaholyothin 51, Phaholyothin Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400
Tel. 0 2270 6312 Fax. 0 2270 6314
Email: hm_humanist@yahoo.com

วรพงศ์	วิรุฬห์	ARC	485
วิลาสณ	วิลาสณ	ARC	1751

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS
CIVIL ENGINEERING CO., LTD.
Tel.02-619-0731 Fax.02-619-0734
Email: civilthai@gmail.com

ศ.ดร. จิรัสัตย์	เนตรทัศ	วบ.	549
สุรพงษ์	ตาสุวรินทร	สน.	5989
วิรัตน์	ลิมสุขไพบูลย์	สน.	7441

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS
PLAN ENGINEERING CO., LTD.
54 Soi Sathorn 10, Silom , Bangrak , Bangkok 10500
Tel 02 237 0060 Fax 02 631 0341
Email: pwa@planengineering.com

ELECTRICAL ENGINEERS

ประเทิญ	วิยะเกียรติโรจ	วสท.	447
ชัย	นาคประทาน	สสท.	2108
ปิยะโรจ	สงกัง	สสท.	23130

MECHANICAL ENGINEERS

อัฐพงษ	ตานุวัตรวิทยกุล	วก.	630
ปิยะพันธุ์	รุ่งจิรกรรโกมล	สก.	2004
สหัส	ตาคุตตี	สก.	5220

SANITARY ENGINEERS

อัฐพงษ	ตานุวัตรวิทยกุล	วก.	630
ชัชชัย	โรจน์ยยา	สน.	5194

INTERIOR DESIGNER

[illegible]	[illegible]	ร.ส.ผ.	77
ทักษกรณ์	วิทักษกรณ์		

LANDSCAPE ARCHITECTS

ปัณณ์ณัช	โรจนะวิช	ร.ภ.ท.	07

CONSULTANT
MAA CONSULTANTS CO.,LTD.
23/14 ซ.ประชาร่วมใจ 37 ถนนประชาร่วมใจ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320
Tel. 0-2318-1000,0-2643-4511 Fax. 0-2318-1001
E-mail: maa@maaasia.com

MAIN CONTRACTOR :
PLE
สถาบันวิจัยควบคุมงาน

ไชยพัฒน์	ทุกัต	สสท.	1018

วิศวกรผู้ควบคุมงาน

เผดิมวิทย์	บุญกำเนิดวงศ์	สน.	9833

วิศวกรผู้ควบคุมงานระบบไฟฟ้ากำลัง

ชัยวัฒน์	ภู่ระวัง	สน.	2963

วิศวกรผู้ควบคุมงานระบบไฟฟ้าสื่อสาร

เฉลิมวิทย์	ปรัชญาวิบูลย์	สสท.	3620

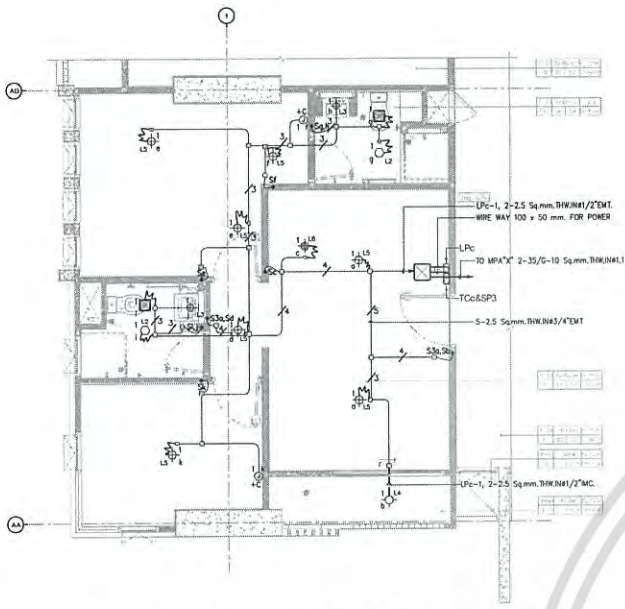
REV.No	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

GENERAL NOTE :

AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

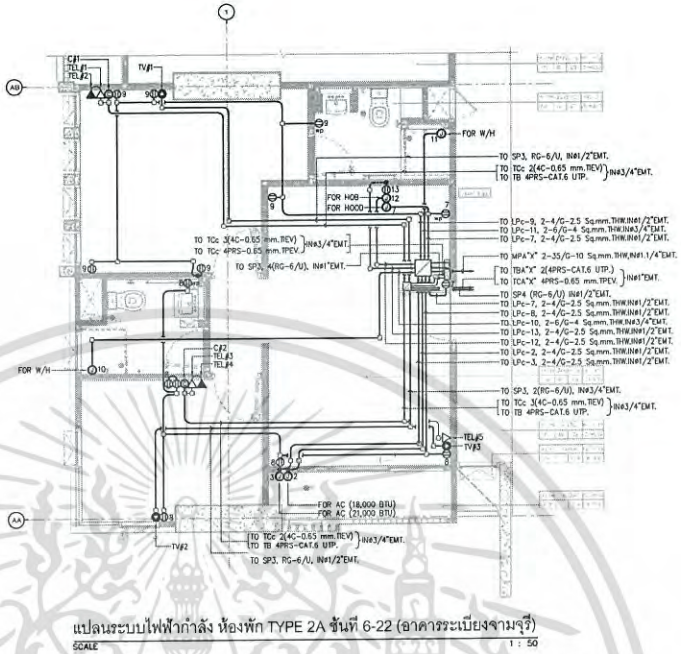
อาคารระเบียงจามจุรี
แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบไฟฟ้ากำลัง ห้องพัก TYPE S2 ชั้นที่ 6-22

DRAWN BY	Y.WIRAT
CHECKED BY	N.SORANON
APPROVED BY	T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	-
DATE 13/10/2013	SCALE 1:50
REV.	DWG. No. EE-6-09
SHEET No. -	



แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ห้องพัก TYPE 2A ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)

SCALE 1 : 50



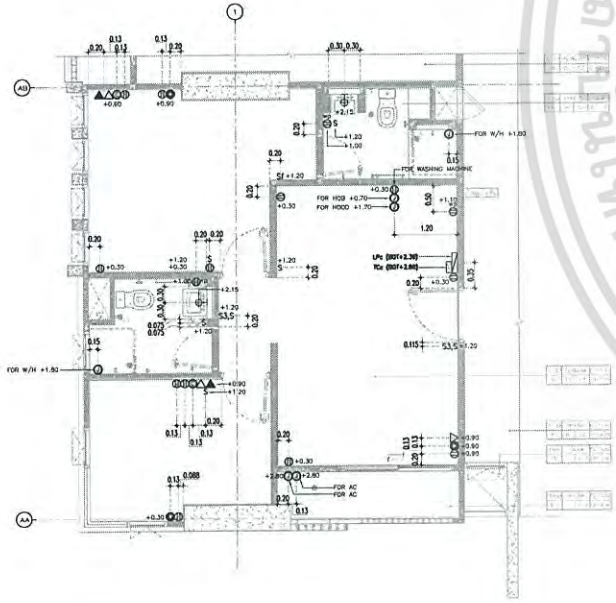
แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง ห้องพัก TYPE 2A ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)

SCALE 1 : 50

NOTE

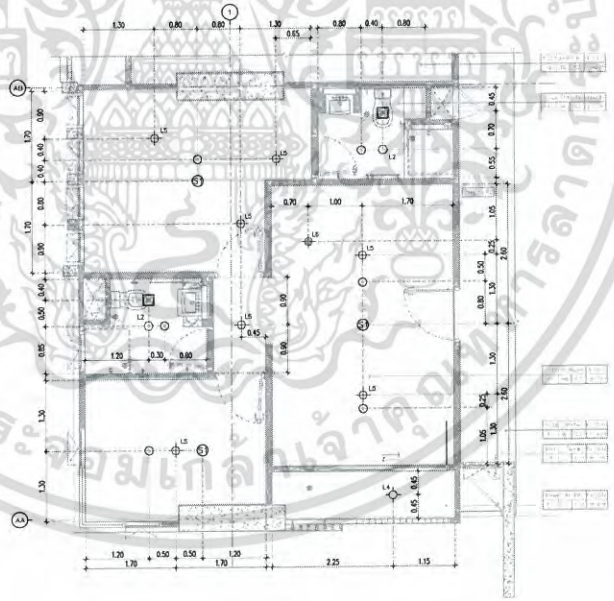
??? THW ???? 2.5 Sq.mm.
1-4 ???? ????????? ø 1/2"EMT.
5-8 ???? ????????? ø 3/4"EMT.
9-13 ???? ????????? ø 1"EMT.

??? THW ???? 4 Sq.mm.
1-3 ???? ????????? ø 1/2"EMT.
4-5 ???? ????????? ø 3/4"EMT.
6-9 ???? ????????? ø 1"EMT.



COMBINE WALL ห้องพัก TYPE 2A ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)

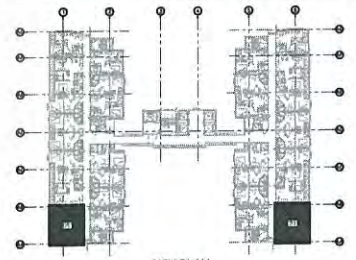
SCALE 1 : 50



COMBINE FIXTURE ห้องพัก TYPE 2A ชั้นที่ 6-22 (อาคารระเบียงจามจุรี)

SCALE 1 : 50

SYMBOLS	TYPE	DESCRIPTION
○	L2	CFL E27 1x12W 220V 2700K WARMWHITE.
◈	L3	WALL MOUNTED LUMINAIRE,MODEL WSJ 150/S-J OPTEX/LAE หรือเทียบเท่า
☼	L4	CFL E27 1x15W 220V 2700K WARMWHITE.
⊕	L5	CFL PLC 1x26W 220V 2700K WARMWHITE.
◆	L6	MODEL DOT 183 20W CFL-I SPIRAL T-3
▣		EXHAUST FAN
⊙		SPRINKER
◍		PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR WITH AUXILIARY CONTACT
S		1-WAY SWITCH 15 A.
S3		3-WAY SWITCH 15 A.
◍		DUPLEX RECEPTACLE
◍		JUNCTION BOX
□		SQUARE BOX
▫		HANDY BOX
▽		TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ11 FOR EXTENSION LINE
▼		TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ11 FOR DIRECT LINE OR PUBLIC LINE
◍		TV OUTLET FLUSH MOUNTED AT 0.30 M.ABOVE FINISHED FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
◍		COMPUTER OUTLET RJ 45 CAT6
- - -		WIRING IN CONDUIT BURIED IN GROUND OR CONCRETE SLAB
———		WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING
—/—		WIRING WITH n CONDUCTORS n≥3,WIRING WITH NO IDENTIFIED MEANS 2 CONDUCTORS
—●		WIRING TURN DOWN
—●		WIRING TURN UP



KEY PLAN

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :

โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOCATION : แยกพญาไท-ปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :

HUMANIST CO.,LTD.

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS

CIVIL ENGINEERING CO., LTD.

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS

PLAN ENGINEERING CO., LTD.

ELECTRICAL ENGINEERS
MECHANICAL ENGINEERS
SANITARY ENGINEERS
INTERIOR DESIGNER
LANDSCAPE ARCHITECTS

CONSULTANT

MAA CONSULTANTS CO.,LTD.

MAIN CONTRACTOR :

REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

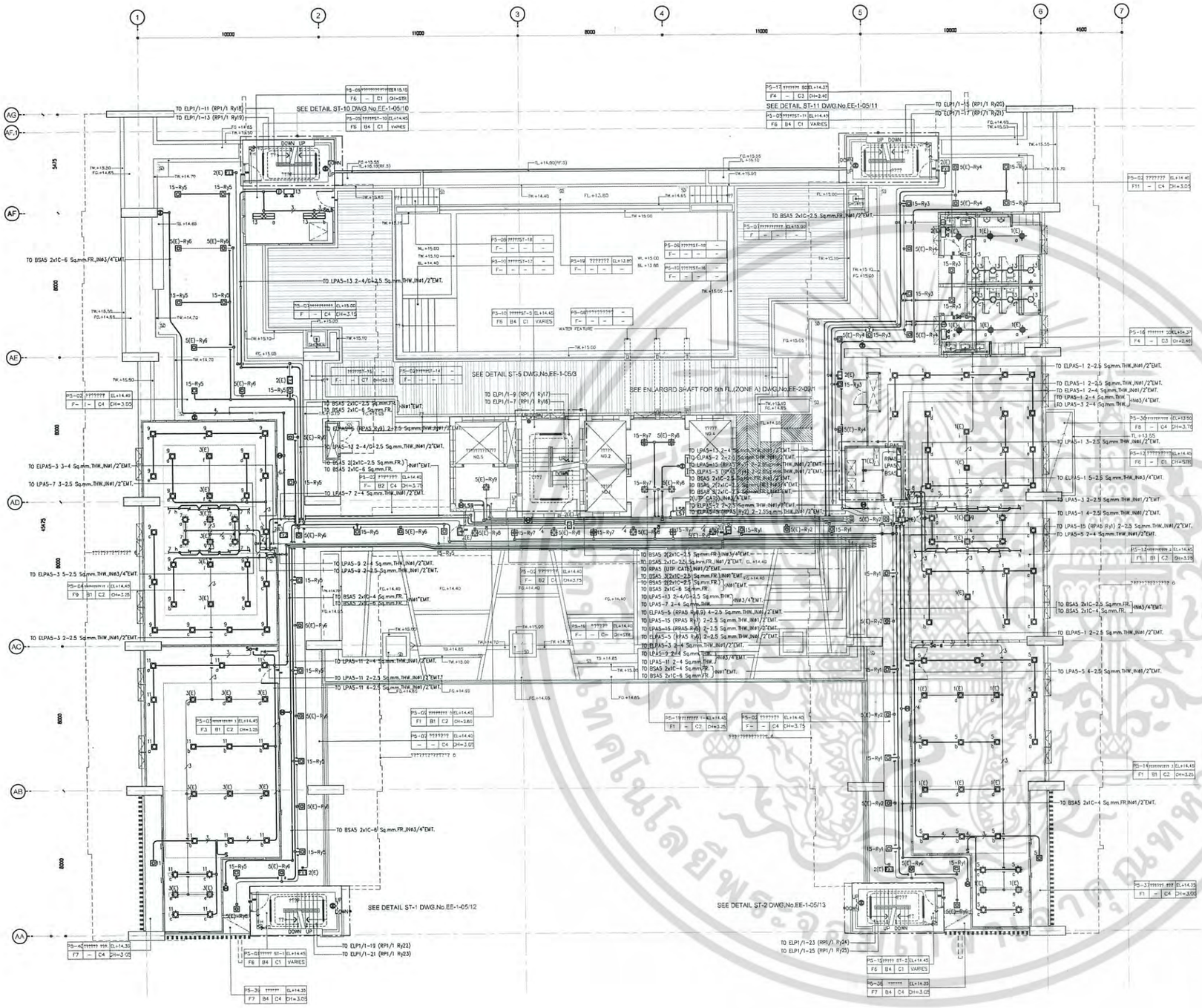
GENERAL NOTE :

AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

อาคารระเบียงจามจุรี

แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
และระบบไฟฟ้ากำลัง
ห้องพัก TYPE 2A ชั้นที่ 6-22

DRAWN BY	Y.MRAT
CHECKED BY	N.SORANON
APPROVED BY	T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	–
DATE 10/13/2013	SCALE : 1:50
REV.	DWG. No. EE-6-07
SHEET No. –	



แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้นที่ 5

SCALE 1:125

(อาคารระเบียงจามจุรี)

NOTE

ท่อ 2.5 Sq.mm. THW.
1–4 เส้น เดินในท่อ ø 1/2"EMT.
5–8 เส้น เดินในท่อ ø 3/4"EMT.
9–13 เส้น เดินในท่อ ø 1"EMT.

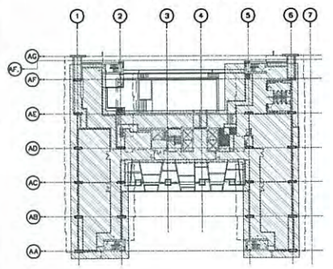
ท่อ 4 Sq.mm. THW.
1–3 เส้น เดินในท่อ ø 1/2"EMT.
4–5 เส้น เดินในท่อ ø 3/4"EMT.
6–9 เส้น เดินในท่อ ø 1"EMT.

ท่อหนไฟ FRC.
2x1C–2.5Sq.mm. เดินในท่อ ø1/2"EMT.
2x1C–4Sq.mm. เดินในท่อ ø1/2"EMT.
2x1C–6Sq.mm. เดินในท่อ ø3/4"EMT.

REFERRENCE DESIGN NO.

EE–0–02
EE–0–03
EE–0–09
EE–0–22
EE–0–25
EE–0–27
EE–1–13
A3–17–001

KEY PLAN



ผังพื้นย่อชั้นที่ 5
อาคารหอพักบุคลากร

SYMBOLS	TYPE	DESCRIPTION
		: PANEL BOARD OR CONSUMER UNIT (NORMAL SUPPLY)
		: PANEL BOARD OR CONSUMER UNIT (EMERGENCY SUPPLY)
RP		: RELAY PANEL
BSA5		: SEALED LEAD ACID 120 AH. 24 V. WITH FULLY AUTOMATIC SOLID STATE BATTERY CHARGER SET
	A1	: DOWNLIGHT 1x18 W. PLC LAMP
	A2	: DOWNLIGHT 1x9 W. TC–D LAMP WITH GLASS COVER
	D	: REMOTE HEAD LAMP FOR EMERGENCY LIGHT
EX	E1	: FIRE EXIT OR EXIT SIGN LUMINAIRE FX1 : SINGLE SIDE FX2 : DOUBLE SIDE
EX	E2	
	G1	: LUMINAIRE WITH 1x28 W. FLUORESCENT LAMP
	L1	: MODEL EN–BOX–2 2x12 W. TWW RMPHI LAMPTITUDE/LAMPTITUDE
	L5	: MODEL L BOX–LG 1x26 W.PL–C
	L8	: MODEL SD BOX–MW/G 2x13 W. PL
		: EMERGENCY LIGHT WITH SELF–CONTAINED BATTERY
		: JUNCTION BOX
		: SINGLE RECEPTACLE 15 A. 250 V.
LS		: LOCAL SWITCH
S		: 1–WAY SWITCH 15 A. 250 V.
		: WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING
n		: WIRING WITH n CONDUCTORS n≤3,WIRING WITH NO IDENTIFIED MEANS 2 CONDUCTORS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OWNER :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :
โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
LOCATION : แขวงวังใหม่ ปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :
HUMANIST CO.,LTD.
1 ซ. Soi Practical 1 ถ. Practical Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400
Tel. 0 2279 6912 Fax. 0 2279 6914
Email: hm_arch@hotmail.com
วิษณุวิทย์ วิษณุวิทย์ ส.ส.ท. 485
ไปยนต์ วิษณุชาติ ส.ส.ท. 1761

ผู้ควบคุมงานโครงสร้าง
ณัฐพล ลลวณิชย์ กท. 1423
99/150 หมู่บ้าน วรารมย์ซิเนเวีย 150 ถ.ราม อินทรา แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ
CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS
METROX
CIVIL ENGINEERING CO., LTD.
บริษัท เมโทรซ์ ซิวิลเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
เลขที่ 99/150 หมู่บ้านวรารมย์ซิเนเวีย 150 ถนนรามอินทรา แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10240
โทร.02-919-9733 โทรสาร 02-919-9734
Email: mcivilco@gmail.com
ศ.ดร. วิทิรัตน์ เตชะมาศิริ กท. 949
ธรรมพร ภานุภาไทย ธย. 5869
วิวิธิยา ศิริมุข์ไพบูลย์ ธย. 7441

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS
PLAN ENGINEERING CO., LTD.
64 Soi Sukhon 19, Sukhumvit Rd., Bangkok, Bangkok 10110
Tel.02-2374-0050 Fax.02-433-2336
Email: pcm@planengineering.com
ELECTRICAL ENGINEERS
ประเสริฐ วิศวนิพัทธ์กร วท. 447
ชัช นามประยงค์ สท. 2199
ประทีป ศรกรี ภท. 23130
MECHANICAL ENGINEERS
ณัฐประภา เหมฤชีระชนุกูล กท. 635
ปิยะพัทธ์ ปุณิกะรัตน์ สท. 2004
ระชีย นาคสุวรี กท. 5225
SANITARY ENGINEERS
ณัฐพงษ์ เหมฤชีระชนุกูล กท. 635
ภัทรียา ไวบัณยา กท. 5184
INTERIOR DESIGNER
ผศ.โอภาศิ เกียรณาทิพย์ ว.ศ.ม 77
เศรษฐสุดา ศิริวัฒนา
LANDSCAPE ARCHITECTS
ประภัสร วิรกมลวัฒน์ ว.ภ.ท 07

CONSULTANT
MAA CONSULTANTS CO.,LTD.
22/1-5 ซ.ประชาชื่น 37 ถ.ประชาชื่น แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
โทร.02-979-9000 โทรสาร 02-979-9311
E-mail Addr. : maaa@maa2sd.com

MAIN CONTRACTOR :
PLE
บริษัท เพาเวอร์ไลน์ อินจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)
POWERLINE ENGINEERING PUBLIC CO.,LTD.
สถาปนิกผู้ควบคุมงาน
จันทร์เพ็ญ วสุศิลป์ สภอ. 1010
วิศวกรผู้ควบคุมงาน
ระพีพงศ์ บุญทิวากิจวงศ์ สบ. 9833
วิศวกรผู้ควบคุมงานเครื่องกล
พิเชียร์ วิรัชวิ สภ. 2063
วิศวกรผู้ควบคุมงานไฟฟ้า
เฉลิมศักดิ์ ประยูรวิรัญญ์ สพท. 3620

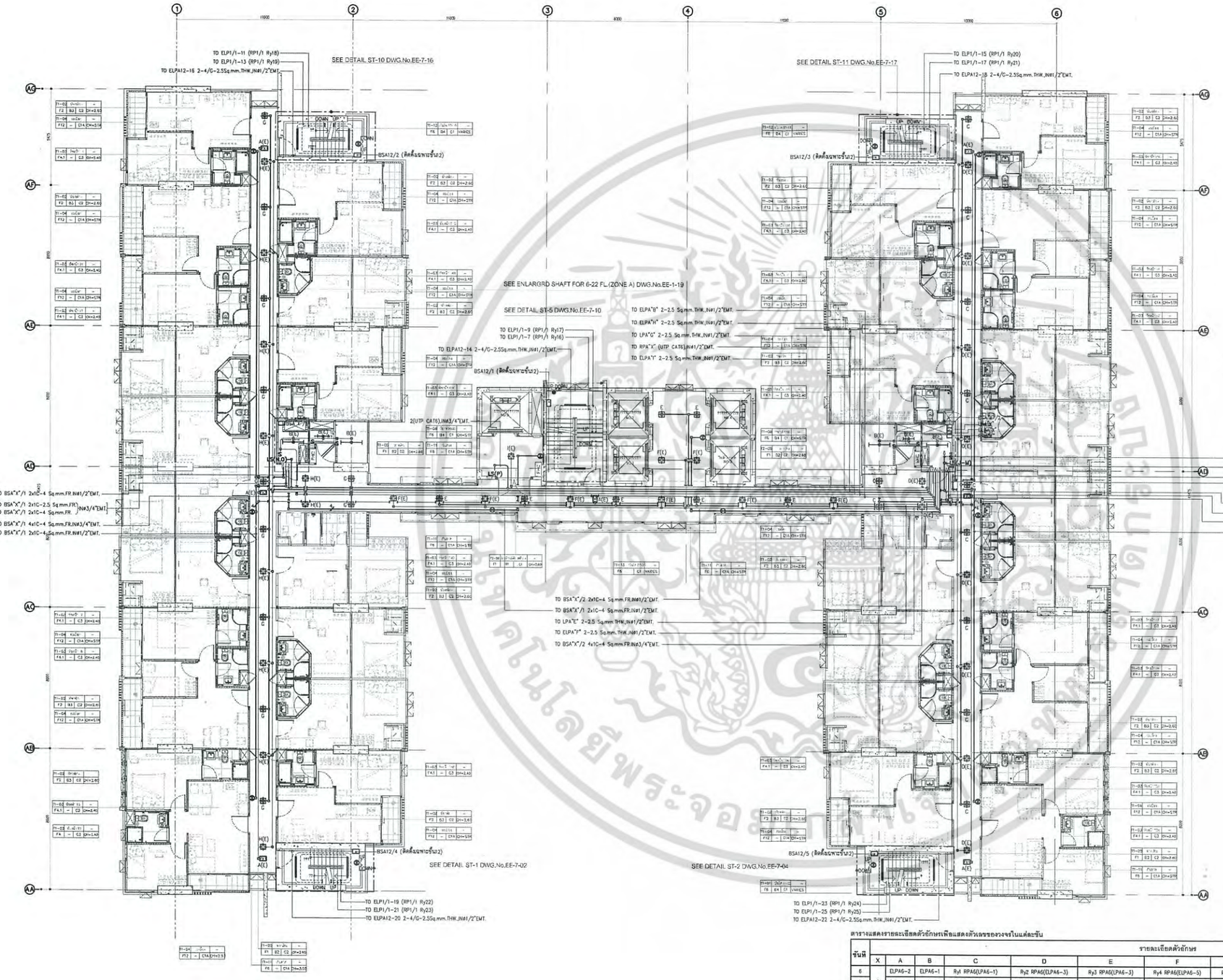
REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

GENERAL NOTE :

AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

อาคารระเบียงจามจุรี
ชั้นที่ 5
แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

DRAWN BY	: Y.WIRAT
CHECKED BY	: N.SORANON
APPROVED BY	: T. THANAD
REFERENCE DWG.NO.	: –
DATE	: 13/10/2013
SCALE	: 1 : 125
REV.	: –
SHEET No.	: –
DWG. No.	EE-2-12

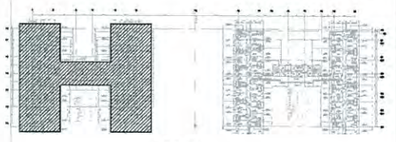


แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้นที่ 6-21

SCALE 1:125 (อาคารระเบียงจามจุรี)

REFERRENCE DESIGN NO.
EE-0-02
EE-0-03
EE-0-09
EE-0-16
EE-0-17
EE-0-23
EE-0-27
EE-0-28
EE-1-15
EE-1-17
A3-20-001
A3-20-002

KEY PLAN



ผังพื้นชั้นที่ 6-21
อาคารหอพักบุคลากร

SYMBOLS	TYPE	DESCRIPTION
		: PANEL BOARD OR CONSUMER UNIT (NORMAL SUPPLY)
		: PANEL BOARD OR CONSUMER UNIT (EMERGENCY SUPPLY)
		: RELAY PANEL
		: SEALED LEAD ACID 200 AH. 24 V. WITH FULLY AUTOMATIC SOLID STATE BATTERY CHARGER SET
	D	: REMOTE HEAD LAMP FOR EMERGENCY LIGHT
	E1	: FIRE EXIT OR EXIT SIGN LUMINAIRE
	E1	FX1 : SINGLE SIDE
	E1	FX2 : DOUBLE SIDE
	G1	: 1x28 W. FLUORESCENT LAMP T5
	G2	: 1x14 W. FLUORESCENT LAMP T5
	J1	: 1x28 W. FLUORESCENT LAMP T5 WITH PRIMATIC ACRYLIC DIFFUSER
	L6	: MODEL DOT 183 20W CFL-i SPIRAL T-3 FEAM/L&E
		: JUNCTION BOX
LS		: LOCAL SWITCH
S		: 1-WAY SWITCH 15 A. 250 V.
		: WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING
		: WIRING WITH n CONDUCTORS n>3,WIRING WITH NO IDENTIFIED MEANS 2 CONDUCTORS

ตารางแสดงรายละเอียดตัวอักษรเพื่อแสดงตัวเลขของวงจรในแต่ละชั้น

ชั้นที่	X	รายละเอียดตัวอักษร																
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
6	6	ELPA6-2	ELPA6-1	Ry1 RPA6(LPA6-1)	Ry2 RPA6(LPA6-3)	Ry3 RPA6(LPA6-3)	Ry4 RPA6(LPA6-5)	Ry5 RPA6(LPA6-5)	Ry6 RPA6(LPA6-7)	Ry7 RPA6(LPA6-5)	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	
7		ELPA6-4	ELPA6-1	Ry8 RPA6(LPA6-7)	Ry9 RPA6(LPA6-9)	Ry10 RPA6(LPA6-9)	Ry11 RPA6(ELPA6-11)	Ry12 RPA6(LPA6-11)	Ry13 RPA6(LPA6-13)	Ry14 RPA6(ELPA6-11)	LS8	LS9	LS10	LS11	LS12	LS13	LS14	
8		ELPA6-6	ELPA6-1	Ry15 RPA6(LPA6-13)	Ry16 RPA6(ELPA6-15)	Ry17 RPA6(LPA6-15)	Ry18 RPA6(ELPA6-17)	Ry19 RPA6(ELPA6-17)	Ry20 RPA6(ELPA6-19)	Ry21 RPA6(ELPA6-17)	LS15	LS16	LS17	LS18	LS19	LS20	LS21	
9	9	ELPA9-2	ELPA9-1	Ry1 RPA9(LPA9-1)	Ry2 RPA9(LPA9-3)	Ry3 RPA9(LPA9-3)	Ry4 RPA9(ELPA9-5)	Ry5 RPA9(LPA9-5)	Ry6 RPA9(LPA9-7)	Ry7 RPA9(LPA9-5)	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	
10		ELPA9-4	ELPA9-1	Ry8 RPA9(LPA9-7)	Ry9 RPA9(LPA9-9)	Ry10 RPA9(LPA9-9)	Ry11 RPA9(ELPA9-11)	Ry12 RPA9(LPA9-11)	Ry13 RPA9(LPA9-13)	Ry14 RPA9(LPA9-11)	LS8	LS9	LS10	LS11	LS12	LS13	LS14	
11		ELPA9-6	ELPA9-1	Ry15 RPA9(LPA9-13)	Ry16 RPA9(ELPA9-15)	Ry17 RPA9(LPA9-15)	Ry18 RPA9(ELPA9-17)	Ry19 RPA9(LPA9-17)	Ry20 RPA9(ELPA9-19)	Ry21 RPA9(ELPA9-17)	LS15	LS16	LS17	LS18	LS19	LS20	LS21	
12	12	ELPA12-2	ELPA12-1	Ry1 RPA12(LPA12-1)	Ry2 RPA12(LPA12-3)	Ry3 RPA12(LPA12-3)	Ry4 RPA12(LPA12-5)	Ry5 RPA12(LPA12-5)	Ry6 RPA12(LPA12-7)	Ry7 RPA12(LPA12-5)	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	
13		ELPA12-4	ELPA12-1	Ry8 RPA12(LPA12-7)	Ry9 RPA12(LPA12-9)	Ry10 RPA12(LPA12-9)	Ry11 RPA12(LPA12-11)	Ry12 RPA12(LPA12-11)	Ry13 RPA12(LPA12-13)	Ry14 RPA12(ELPA12-11)	LS8	LS9	LS10	LS11	LS12	LS13	LS14	
14		ELPA12-6	ELPA12-1	Ry15 RPA12(LPA12-13)	Ry16 RPA12(ELPA12-15)	Ry17 RPA12(LPA12-15)	Ry18 RPA12(ELPA12-17)	Ry19 RPA12(LPA12-17)	Ry20 RPA12(ELPA12-19)	Ry21 RPA12(ELPA12-17)	LS15	LS16	LS17	LS18	LS19	LS20	LS21	
15	15	ELPA15-2	ELPA15-1	Ry1 RPA15(LPA15-1)	Ry2 RPA15(LPA15-3)	Ry3 RPA15(LPA15-3)	Ry4 RPA15(LPA15-5)	Ry5 RPA15(LPA15-5)	Ry6 RPA15(LPA15-7)	Ry7 RPA15(LPA15-5)	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	
16		ELPA15-4	ELPA15-1	Ry8 RPA15(LPA15-7)	Ry9 RPA15(LPA15-9)	Ry10 RPA15(LPA15-9)	Ry11 RPA15(ELPA15-11)	Ry12 RPA15(LPA15-11)	Ry13 RPA15(LPA15-13)	Ry14 RPA15(ELPA15-11)	LS8	LS9	LS10	LS11	LS12	LS13	LS14	
17		ELPA15-6	ELPA15-1	Ry15 RPA15(LPA15-13)	Ry16 RPA15(ELPA15-15)	Ry17 RPA15(LPA15-15)	Ry18 RPA15(ELPA15-17)	Ry19 RPA15(LPA15-17)	Ry20 RPA15(ELPA15-19)	Ry21 RPA15(ELPA15-17)	LS15	LS16	LS17	LS18	LS19	LS20	LS21	
18	18	ELPA18-2	ELPA18-1	Ry1 RPA18(LPA18-1)	Ry2 RPA18(LPA18-3)	Ry3 RPA18(LPA18-3)	Ry4 RPA18(ELPA18-5)	Ry5 RPA18(LPA18-5)	Ry6 RPA18(LPA18-7)	Ry7 RPA18(ELPA18-5)	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	
19		ELPA18-4	ELPA18-1	Ry8 RPA18(LPA18-7)	Ry9 RPA18(LPA18-9)	Ry10 RPA18(LPA18-9)	Ry11 RPA18(ELPA18-11)	Ry12 RPA18(LPA18-11)	Ry13 RPA18(LPA18-13)	Ry14 RPA18(ELPA18-11)	LS8	LS9	LS10	LS11	LS12	LS13	LS14	
20		ELPA18-6	ELPA18-1	Ry15 RPA18(LPA18-13)	Ry16 RPA18(ELPA18-15)	Ry17 RPA18(LPA18-15)	Ry18 RPA18(ELPA18-17)	Ry19 RPA18(LPA18-17)	Ry20 RPA18(ELPA18-19)	Ry21 RPA18(ELPA18-17)	LS15	LS16	LS17	LS18	LS19	LS20	LS21	
21	21	ELPA21-2	ELPA21-1	Ry1 RPA21(LPA21-1)	Ry2 RPA21(ELPA21-3)	Ry3 RPA21(LPA21-3)	Ry4 RPA21(ELPA21-5)	Ry5 RPA21(LPA21-5)	Ry6 RPA21(ELPA21-7)	Ry7 RPA21(ELPA21-5)	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือแสวงหาผลประโยชน์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

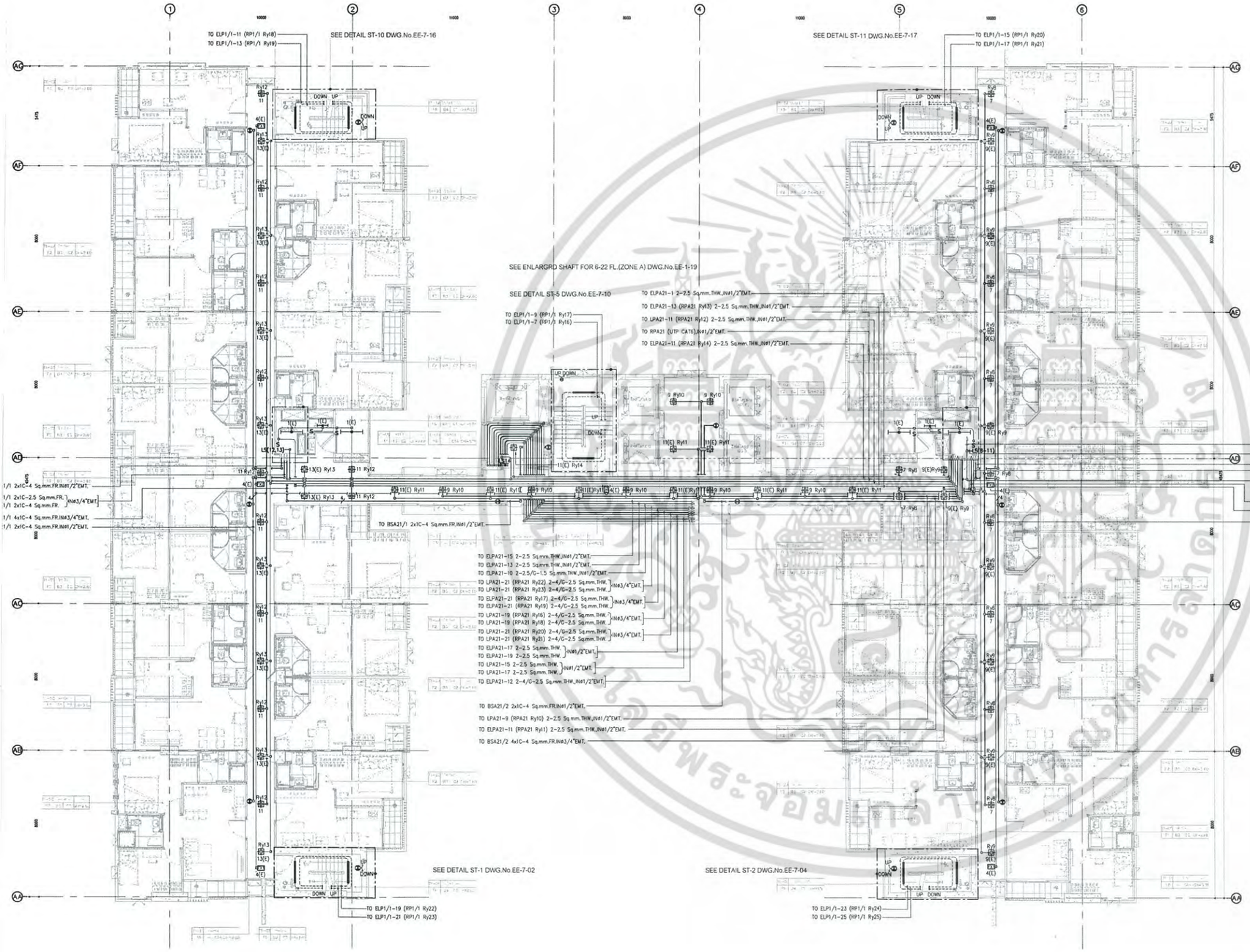
OWNER :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :
โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
LOCATION : แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :
HUMANIST CO.,LTD.
1st Soi Prachasi 1/1, Phaholyothin Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400
Tel. 0 2279 6912 Fax. 0 2279 6914
Email: hm_architect@yahoo.com

วุ้องกิจชัย	วิชุโรหิน์	ว.ส.ท.	485
ไชยแสง	ไชยธารา	ส.ส.ท.	1761

โครงสร้างและระบบงานโครงสร้าง
ชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 ชั้นที่ 4 ชั้นที่ 5 ชั้นที่ 6 ชั้นที่ 7 ชั้นที่ 8 ชั้นที่ 9 ชั้นที่ 10 ชั้นที่ 11 ชั้นที่ 12 ชั้นที่ 13 ชั้นที่ 14 ชั้นที่ 15 ชั้นที่ 16 ชั้นที่ 17 ชั้นที่ 18 ชั้นที่ 19 ชั้นที่ 20 ชั้นที่ 21 ชั้นที่



แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้นที่ 22

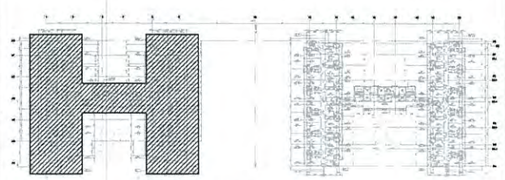
SCALE 1:125 (อาคารระเบียงจามจุรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REFERRENCE DESIGN NO.
EE-0-02
EE-0-03
EE-0-09
EE-0-16
EE-0-17
EE-0-23
EE-0-27
EE-0-28
EE-1-17
A3-23-001
A3-23-002

SYMBOLS	TYPE	DESCRIPTION
D	D	: REMOTE HEAD LAMP FOR EMERGENCY LIGHT
EX	E1	: FIRE EXIT OR EXIT SIGN LUMINAIRE
EX	E1	FX1 : SINGLE SIDE FX2 : DOUBLE SIDE
	G1	: 1x28 W. FLUORESCENT LAMP T5L
	G2	: 1x14 W. FLUORESCENT LAMP T5L
	J1	: 1x28 W. FLUORESCENT LAMP T5 WITH PRIMATIC ACRYLIC DIFFUSER
	L6	: MODEL DOT 183 20W CFL-I SPIRAL T-3 FEAM/L&E
		: JUNCTION BOX
LS		: LOCAL SWITCH
S		: 1-WAY SWITCH 15 A. 250 V.
		: WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING
		: WIRING IN CONDUIT BURIED IN GROUND OR CONCRETE SLAB
n		: WIRING WITH n CONDUCTORS n≥3,WIRING WITH NO IDENTIFIED MEANS 2 CONDUCTORS
		: WIRING TURN DOWN
		: WIRING TURN UP

KEY PLAN



ผังพื้นชั้นที่ 22

OWNER :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :

โครงการ หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOCATION : แขวงวังใหม่ ปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :

HUMANIST CO.,LTD.

15 Soi Practices 17, Pracipat Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400
Tel. 0 2279 6912 Fax. 0 2279 6914
Email: hm_architect @ yahoo.com

วุ่งลาวัลย์	วิสุริหนิ	ว.สถ	485
ไปยเมธ	วิลเลราร	ส.สถ	1791

วิศวกรออกแบบโครงสร้าง

ณัฐพล	สงวนเจริญ	วธ.	1423

99/103 หมู่ 25 ถ.เกษตร-นวมินทร์ แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพฯ

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS

METROX

CIVIL ENGINEERING CO., LTD.

ตึกสวรรค์ชัย ชั้นที่ 7 (ชั้นที่ 6) ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
โทร.02-619-8733 โทรสาร 02-619-8734
Email: metrox@gmail.com

ศ.ดร. วิทวัส	เกษราสัย	วบ.	949
ธรวรรษ	หาญวุวริทธ	สน.	5989
วิเชียร	ศิณสุจริตเจ้	สน.	7441

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS

PLAN ENGINEERING CO., LTD.

64 Soi Sathorn 19, Silom , Bangrak , Bangkok 10500
Tel.02-237-0080 Fax.02-635-2381
Email. pen@planengineering.com

ELECTRICAL ENGINEERS

ประเสริฐ	วิระนิยะมิศิริ	ว.ท.	447
ชัชร	นาคประกรณ	สพท.	2199
ประภัท	ศรศรี	ภท.	23130

MECHANICAL ENGINEERS

ณัฐพรรษ	หาญวิระชัยสุด	วก.	635
ปิยะมิศิริณี	ปณิสิงห์โรจน์	สก.	2004
ระชัย	นาคศุภชิ	ภก.	5225

SANITARY ENGINEERS

ณัฐพรรษ	หาญวิระชัยสุด	วก.	635
ธัชชัย	ไรณิเบา	ภร.	5184

INTERIOR DESIGNER

เมธโรกรัน	ปิณเมกรัทย์	ว.ศน	77
เศรษฐชาติ	ศิกรินสนา		

LANDSCAPE ARCHITECTS

ประวิทย	วิรวนวิช	ว.ภ.ส	07

CONSULTANT

MAA CONSULTANTS CO.,LTD.

22/1/1 ซ.ประชาชื่น 37 ถ.ประชาชื่น แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
Tel.:0-2575-9300,Auto/Fax:0-975-9311
E-mail Addr.: <maa@maathai.com>

MAIN CONTRACTOR :

PLE

บริษัท เพาเวอร์ไลน์ อินจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)
POWER LINE ENGINEERING PUBLIC CO.,LTD.

สถาปนิกผู้ควบคุมงาน

จันทร์ทิพย์	วุฒิวัล	สสอ.	1010

วิศวกรผู้ควบคุมงาน

นพพิทธิ์	มนุษย์ทำเพื่อรังค์	สอ.	9833

วิศวกรผู้ควบคุมงานเครื่องกล

พิมพ์พงศ์	รัชระโก	สก.	2963

วิศวกรผู้ควบคุมงานไฟฟ้า

เฉลิมพันธ์	ปรัญญาวิเชียรสุด	สพท.	3600

REV.No	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

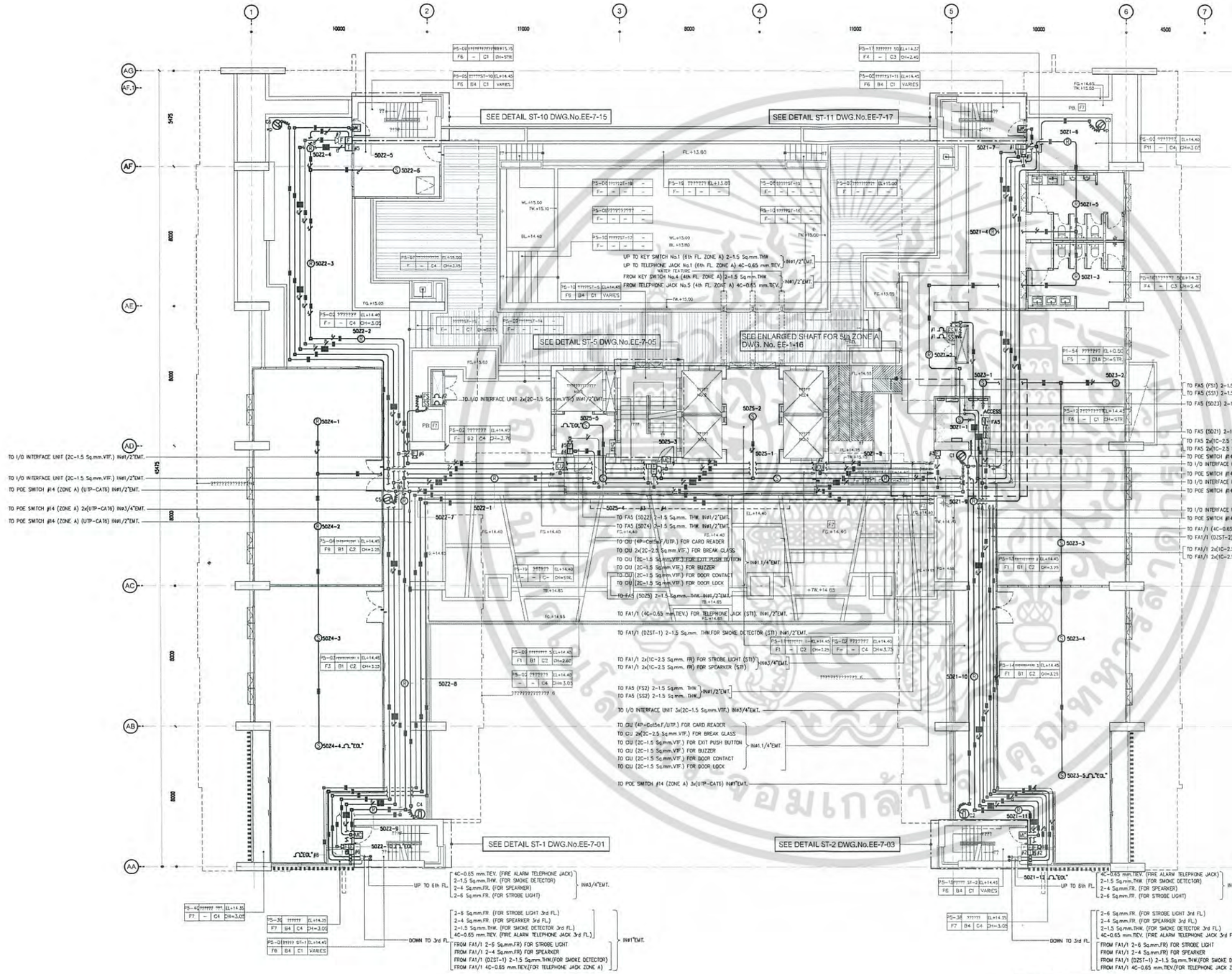
GENERAL NOTE :

AS-BUILT ELECTRICAL SYSTEM

อาคารระเบียงจามจุรี ชั้นที่ 22

แปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

DRAWN BY	: Y.WIRAT
CHECKED BY	: N.SORANON
APPROVED BY	: T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	: -
DATE : 13/10/2013	SCALE : 1 : 125



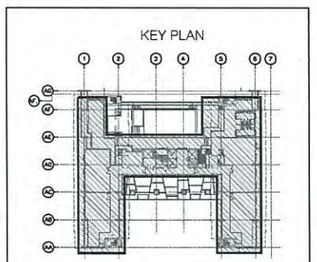
แปลนระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด และระบบ Access Control ชั้นที่ 5

SCALE 1 : 125

(อาคารระเบียงจามจุรี)

REFERRENCE DESIGN NO.
EE-0-02
EE-0-03
EE-0-10
EE-0-13
EE-0-14
EE-3-09
A3-17-001

KEY PLAN



ผังพื้นยกชั้นที่ 5
อาคารระเบียงจามจุรี

NOTE

SYMBOLS	DESCRIPTION
FA	: FIRE ALARM TERMINAL BOX
FSL	: FIRE ALARM STROBE LIGHT AND SPEAKER
M	: FIRE ALARM MANUAL STATION WITH KEY SWITCH
T	: FIRE ALARM TELEPHONE JACK
R	: COMBINATION RATE OF RISE AND FIXED TEMPERATURE DETECTOR
S	: PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR
CR	: CARD READER UNIT
MC	: MAGNETIC CONTACTOR FOR FIRE STAIR DOOR CHECKING
FS	: FLOW SWITCH
SS	: SUPERVISORY SWITCH
	: COLOR CCTV CAMERA, DOME FIXED

LINE TYPE	SYMBOLS	DESCRIPTION	INSTALLATION
	ACCESS CONTROL	(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø1/2"EMT.
	ACCESS CONTROL	2x(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø1/2"EMT.
	ACCESS CONTROL	3x(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø3/4"EMT.
IN#1"EMT.	ACCESS CONTROL	(4P-Cat5e,F/UTP.) FOR CARD READER 2x(2C-2.5 Sq.mm.VIF.) FOR BREAK GLASS (2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR EXIT PUSH BUTTON (2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR BUZZER (2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR DOOR CONTACT (2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR DOOR LOCK	ø1.1/4"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR SMOKE, HEAT DETECTOR AND MANUAL STATION	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	4x1.5 Sq.mm. THW. FOR SMOKE, HEAT DETECTOR AND MANUAL STATION	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR KEY SWITCH (4C-0.65mm. TIEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	4x1.5 Sq.mm. THW. FOR FOR KEY SWITCH 2x(4C-0.65mm. TIEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR STROBE LIGHT 2x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR SPEARKER	ø3/4"EMT.
	FIRE ALARM	4x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR STROBE LIGHT 4x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR SPEARKER	ø1"EMT.
	FIRE ALARM	(4C-0.65mm. TIEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	CCTV	(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø1/2"EMT.
	CCTV	2x(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø3/4"EMT.
	CCTV	3x(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø1"EMT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำดัดแปลงเนื้อหาส่วนใดส่วนหนึ่งในเอกสารนี้ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OWNER :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :

โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOCATION : แยกจามจุรี ปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :

HUMANIST CO.,LTD.

ชั้นที่ 5 ซอยพระประแดง 1 ถนนพระประแดง แขวงสัมพันธวงศ์ เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพมหานคร 10100
โทร. 0-2289-6912 โทรสาร 0-2289-6914
Email: hm_architect@yahoo.com

ไกรวิทย์	วิสุทธิกร์	ท-สถ	485
ไชยเดช	วิลาชาร	ส-สถ	1791

โครงสร้างและแบบหน้างานก่อสร้าง

ปิยะชน	ตงประเสริฐ	วท.	1423

99/790 หมู่ 12 ซอยเทศบาลนิมิตใหม่ 43 ถนนนิมิตใหม่ แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS

METROX
CIVIL ENGINEERING CO., LTD.

อาคารเมโทรเอ็กซ์ 1 ซอยพหลโยธิน 7 (เอกวิบูล) ถนนพหลโยธิน แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร 10220
โทร.02-619-8733 โทรสาร 02-619-8734
Email: metrox@gmail.com

ศ.ดร. วิทิต	เพชรานี	วย.	949
ชยกฤต	หาญกาโชค	สย.	5899
วิวัฒน์	ลิมปรัตนะ	สย.	7441

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS

PLAN ENGINEERING CO., LTD.

64 Soi Sathorn 10, Silom , Bangrak , Bangkok 10500
Tel.(0-2)2340083 Fax.(0-2)233-2281
Email: plan@plan-engineering.com

ELECTRICAL ENGINEERS

ประเสริฐ	วิเรขวิสุทธิพัฒน์	วท.	447
วิรัช	นาคประเทือง	สท.	2189
ประวิทย์	สงหวี	วท.	23120

MECHANICAL ENGINEERS

ปิยะชาติ	หาญวิบูรพ์ชนกุล	วท.	635
ปิยะพิมพ์ภัทร์	วุฒิเมธาวิทย์กร	สท.	2004
ธเรศ	นาคสุวัง	วท.	5225

SANITARY ENGINEERS

ปิยะชนะ	หาญวิบูรพ์ชนกุล	วท.	635
ฉัตรชัย	ไวยนิยา	วย.	5184

INTERIOR DESIGNER

ดนวโอกาส	ปิยะมหิทธิ์	ว-ส	77
เสาวลูรณ์	ไกรวิลนนา		

LANDSCAPE ARCHITECTS

ประวิทย	วิลาชลวิทย	ว-กส	07

CONSULTANT

MAA CONSULTANTS CO.,LTD.

22/1-3 ซอยรามคำแหง 27 แยก 3 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
โทร.02-375-9300-1 แฟกซ์ 02-375-9311
E-mail: MAA@maaconsult.com

MAIN CONTRACTOR :

PLE
POWER LINE ENGINEERING PUBLIC CO.,LTD.

1 อาคารพีแอลอี ชั้น 27 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0-2937-0000 แฟกซ์ 0-2937-0001

สถาปนิกผู้ควบคุมงาน

จิรเกียรติ์	วุฒิตต	สพย.	1010

วิศวกรผู้ควบคุมงาน

ไพฑิตชัย	บุญกว้างไพบูลย์	สย.	9870

วิศวกรผู้ควบคุมงานเครื่องกล

ชิงชัย	รัชวา	สท.	2963

วิศวกรผู้ควบคุมงานไฟฟ้า

เฉลิมพันธ์	ปรัชญาวิมุตต	สพ.	3600

REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

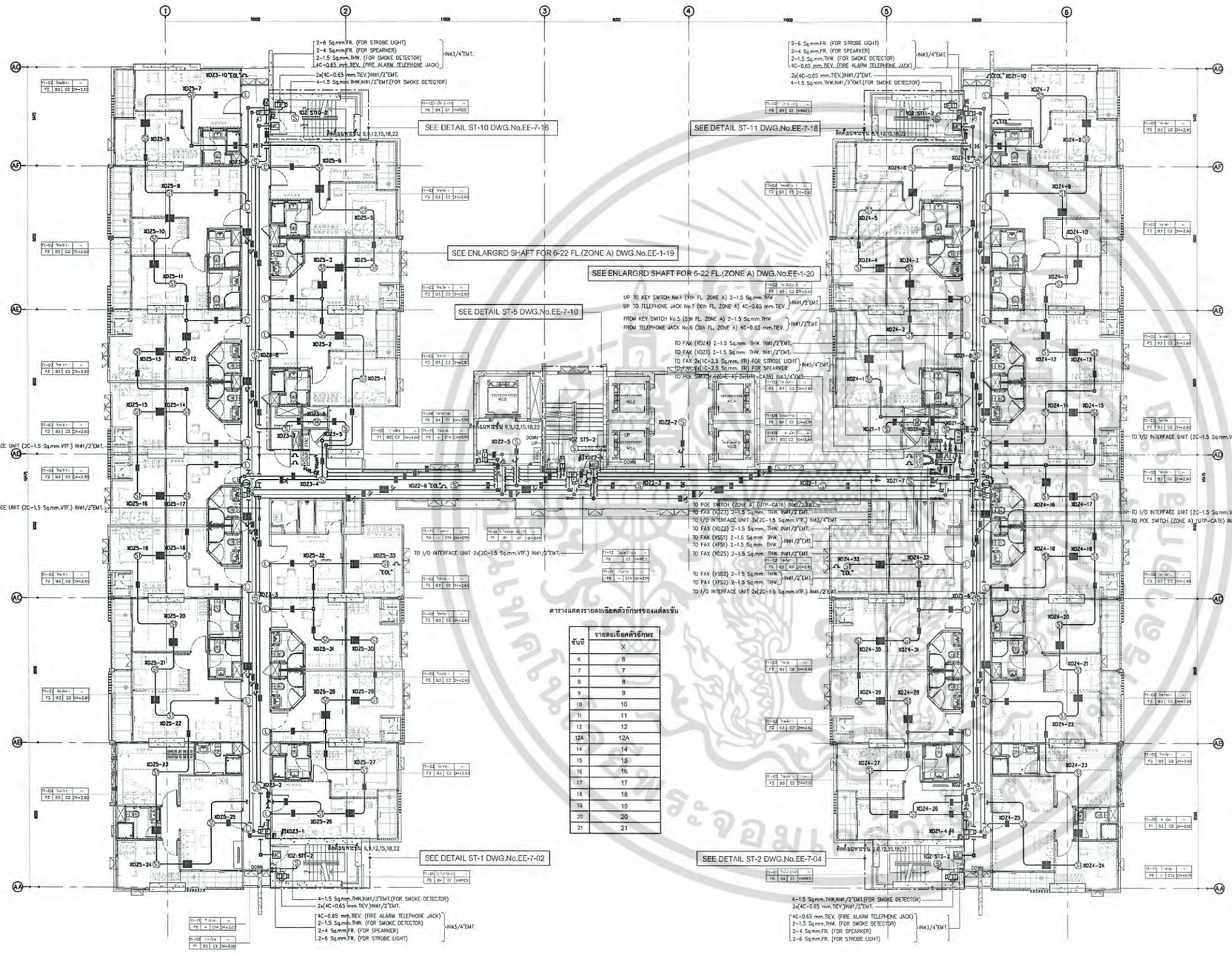
GENERAL NOTE :

AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

อาคารระเบียงจามจุรี ชั้นที่ 5

แปลนระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด และระบบ Access Control

DRAWN BY	: Y.WIRAT
CHECKED BY	: N.SORANON
APPROVED BY	: T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	: -
DATE: 13/10/2013	SCALE: 1 : 125
REV.: -	DWG. NO.



แปลนระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด และระบบ Access Control ชั้นที่ 6-21

SCALE 1 : 125
(อาคารระเบียงจามจุรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

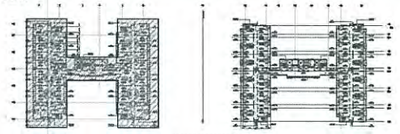
REFERRENCE DESIGN NO.
EE-0-02
EE-0-03
EE-0-10
EE-0-13
EE-0-14
EE-3-11
FS-A3-20-001
FS-A3-20-002

SYMBOLS	DESCRIPTION
FA	: FIRE ALARM TERMINAL BOX
SD	: FIRE ALARM STROBE LIGHT AND SPEAKER
M	: FIRE ALARM MANUAL STATION WITH KEY SWITCH
T	: FIRE ALARM TELEPHONE JACK
L	: LED LAMP WITH PLATE
R	: COMBINATION RATE OF RISE AND FIXED TEMPERATURE DETECTOR
S	: PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR
S	: PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR WITH AUXILIARY CONTACT
MC	: MAGNETIC CONTACTOR FOR FIRE STAIR DOOR CHECKING
FS	: FLOW SWITCH
SS	: SUPERVISORY SWITCH
	: COLOR CCTV CAMERA, DOME FIXED

NOTE

LINE TYPE	SYMBOLS	DESCRIPTION	INSTALLATION
	ACCESS CONTROL	(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø1/2"EMT.
	ACCESS CONTROL	2x(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø1/2"EMT.
	ACCESS CONTROL	3x(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø3/4"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR SMOKE, HEAT DETECTOR AND MANUAL STATION	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	4x1.5 Sq.mm. THW. FOR SMOKE, HEAT DETECTOR AND MANUAL STATION	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR KEY SWITCH (4C-0.65mm. TIEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	4x1.5 Sq.mm. THW. FOR KEY SWITCH 2x(4C-0.65mm. TIEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR SMOKE DETECTOR (4C-0.65mm. TIEV) FOR LED LAMP WITH PLATE	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	(4C-0.65mm. TIEV) FOR LED LAMP WITH PLATE	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR STROBE LIGHT 2x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR SPEARKER	ø3/4"EMT.
	FIRE ALARM	4x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR STROBE LIGHT 4x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR SPEARKER	ø1"EMT.
	CCTV	(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø1/2"EMT.
	CCTV	2x(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø3/4"EMT.
	CCTV	3x(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø1"EMT.
	CCTV	4x(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø1.1/4"EMT.

KEY PLAN



OWNER :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :
โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
LOCATION : ตรงข้ามโรงพัยาบาลจุฬาลงกรณ์

ARCHITECT :
HUMANIST CO.,LTD.
1/- Soi Practical 1/- Pradipat Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400
Tel. 0-2279-6912 Fax. 0-2279-6914
Email hm_architect@yahoo.com

วู้ดจักรี	วิญญ์ไกร์	ท-สถ	495
ไชยเมธ	วิเชษฐ	ท-สถ	1761

มีอำนาจลงนามแบบงานโครงสร้าง

ดิฐพล	ศิวกมลวิชัย	กข.	1423

99/780 หมู่ 2 ซ.กรุงเทพกรีฑา 151 ถ.นวมินทร์ แขวงคันนายาว เขตคันนายาว กรุงเทพฯ

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS
METRIX
CIVIL ENGINEERING CO., LTD.
99/780 หมู่ 2 ซ.กรุงเทพกรีฑา 151 ถ.นวมินทร์ แขวงคันนายาว เขตคันนายาว กรุงเทพฯ
โทร.02-919-8733 โทรสาร 02-919-8734
Email metrixco@gmail.com

ศ.ดร. วิทิโรจน	เลขะวณิช	วย.	949
ชยพงษ	เกษูกานิธร	วย.	5859
วิทิยา	พิมลชัยเลิศ	วย.	7441

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS
PLAN ENGINEERING CO., LTD.
64 Soi Sathum 10, Silom , Bangrak , Bangkok 10500
Tel.02-2374-0093 Fax.02-635-2281
Email plan@planengineering.com

ELECTRICAL ENGINEERS

ประเสริฐ	วิระเวียงทิพิกร	ขพ.	447
ชัช	นาคประกอบ	สพท.	2199
ปกรัศ	สกรี	กพ.	23120

MECHANICAL ENGINEERS

อัฐพงษ	เกษูชีระชัยสกุล	วย.	635
ปิยะลิขิตกิจ	ปัณฑิตวิโรจน	สน.	2904
ธงชัย	นาคสุวรี	กน.	5225

SANITARY ENGINEERS

อัฐพงษ	เกษูชีระชัยสกุล	วย.	635
ศักรัช	ไวบไพบูลย	กน.	5184

INTERIOR DESIGNER

ผศ.โอกาส	เปียะหทัยย์	ว-ศล	77
ดรกฤษฎ์	ศักดิ์เผนก		

LANDSCAPE ARCHITECTS

ประวิตร	วิลาสเวิศ	ว-กส	07

CONSULTANT
MAA CONSULTANTS CO.,LTD.
22/1-5 ถนนราชวิถี 37 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร.02-2075-9000 โทรสาร 02-075-0311
Email MAA_1@maaconsultants.com

MAIN CONTRACTOR :
PLE
บริษัท เพาเวอร์ไลน์ อินจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)
POWERLINE ENGINEERING PUBLIC CO.,LTD.

สถาปนิกผู้ควบคุมงาน

จันทศิลป์	วุฒิศ	สคอ.	1010

วิศวกรผู้ควบคุมงาน

เฉลิมศิริ	บุญทำเจริญศิลป์	สน.	9833

วิศวกรผู้ควบคุมงานสถาปัตยกรรม

ชินวัฒน์	ภู่ชัย	สก.	2963

วิศวกรผู้ควบคุมงานไฟฟ้า

เฉลิมศักดิ์	ปรชญาจินดุส	สพท.	3600

REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

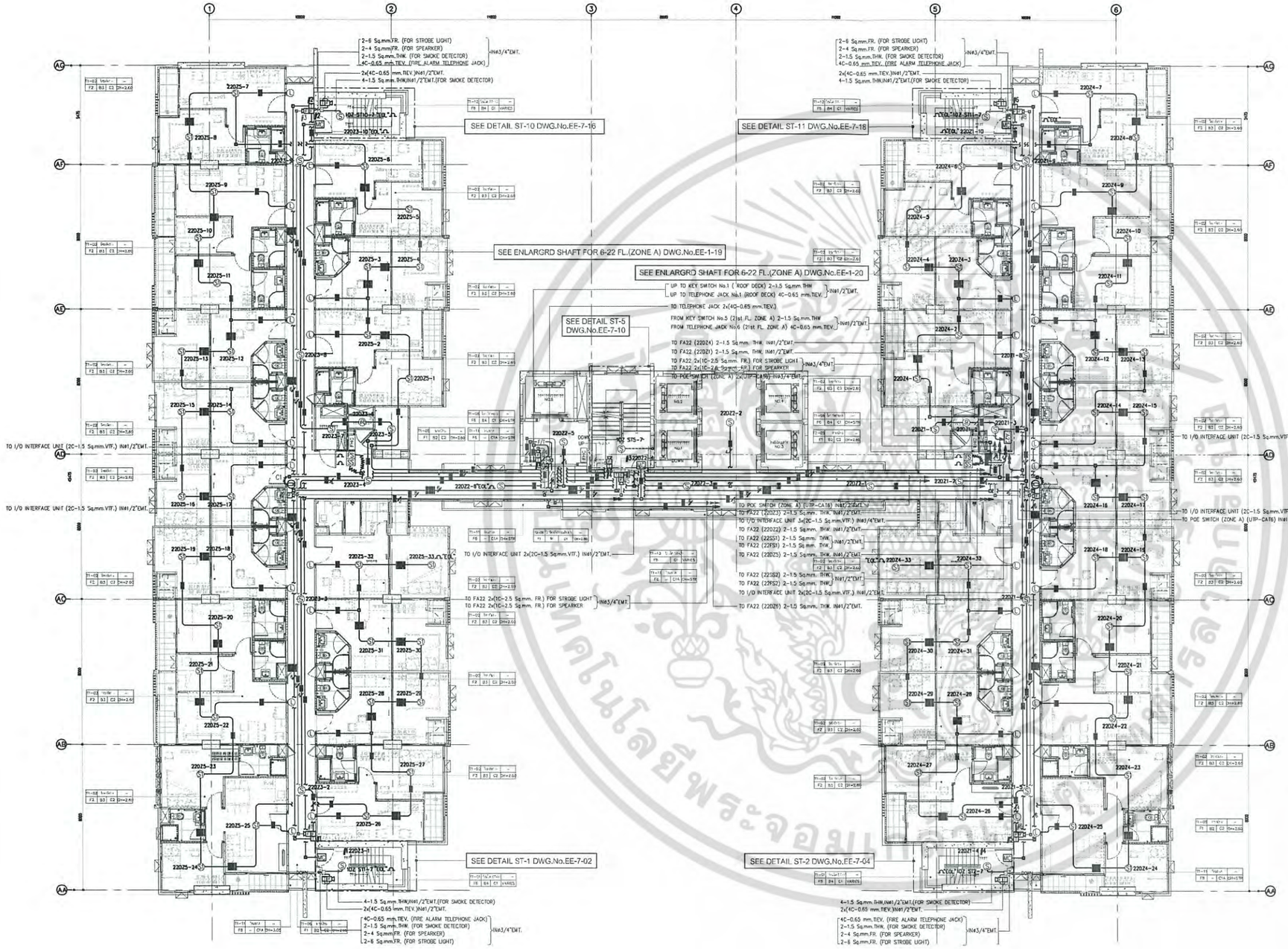
GENERAL NOTE :

AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

อาคารระเบียงจามจุรี ชั้นที่ 6-21

แปลนระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด
และระบบ Access Control

DRAWN BY	: T.WRAT
CHECKED BY	: N.SORANON
APPROVED BY	: T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	: -
DATE : 13/10/2013	SCALE : 1 : 125
REV. : -	DWG. No.

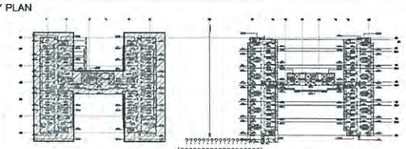


REFERRENCE DESIGN NO.
EE-0-02
EE-0-03
EE-0-10
EE-0-13
EE-0-14
EE-3-13
FS-A3-23-001
FS-A3-23-002

SYMBOLS	DESCRIPTION
FA	: FIRE ALARM TERMINAL BOX
	: FIRE ALARM STROBE LIGHT AND SPEAKER
	: FIRE ALARM MANUAL STATION WITH KEY SWITCH
	: FIRE ALARM TELEPHONE JACK
L	: LED LAMP WITH PLATE
D	: COMBINATION RATE OF RISE AND FIXED TEMPERATURE DETECTOR
PS	: PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR
	: PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR WITH AUXILIARY CONTACT
MS	: MAGNETIC CONTACTOR FOR FIRE STAIR DOOR CHECKING
FS	: FLOW SWITCH
SS	: SUPERVISORY SWITCH
	: COLOR CCTV CAMERA, DOME FI21ED

LINE TYPE	SYMTEM	DESCRIPTION	INSTALLATION
	ACCESS CONTROL	(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø1/2"EMT.
	ACCESS CONTROL	2x(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø1/2"EMT.
	ACCESS CONTROL	3x(2C-1.5 Sq.mm.VIF.) FOR MAGNETIC DOOR CONTACT	ø3/4"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR SMOKE, HEAT DETECTOR AND MANUAL STATION	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	4x1.5 Sq.mm. THW. FOR SMOKE, HEAT DETECTOR AND MANUAL STATION	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR KEY SWITCH (4C-0.65mm. TEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR KEY SWITCH 3x(4C-0.65mm. TEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	4x1.5 Sq.mm. THW. FOR KEY SWITCH 2x(4C-0.65mm. TEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	6x1.5 Sq.mm. THW. FOR KEY SWITCH 3x(4C-0.65mm. TEV) FOR TELEPHONE JACK	ø3/4"EMT.
	FIRE ALARM	2x1.5 Sq.mm. THW. FOR SMOKE DETECTOR (4C-0.65mm. TEV) FOR LED LAMP WITH PLATE	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x(4C-0.65mm. TEV) FOR TELEPHONE JACK	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	(4C-0.65mm. TEV) FOR LED LAMP WITH PLATE	ø1/2"EMT.
	FIRE ALARM	2x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR STROBE LIGHT 2x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR SPEAKER	ø3/4"EMT.
	FIRE ALARM	4x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR STROBE LIGHT 4x(1C-2.5 Sq.mm. FR) FOR SPEARKER	ø1"EMT.
	CCTV	(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø1/2"EMT.
	CCTV	2x(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø3/4"EMT.
	CCTV	3x(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø1"EMT.
	CCTV	4x(UTP-CAT6) FOR IP FIXED DOME CAMERA	ø1.1/4"EMT.

KEY PLAN



แปลนระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด และระบบ Access Control ชั้นที่ 22
SCALE 1 : 125
(อาคารระเบียงจามจุรี)

เอกสารนี้ แปลนระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด และระบบ Access Control ชั้นที่ 22 (อาคารระเบียงจามจุรี) ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า หากต้องการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า กรุณาติดต่อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OWNER :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :
โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
LOCATION : ถนนพญาไท ปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :
HUMANIST CO.,LTD.
1st Soi Prachuat 1/1, Prachuat Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400
Tel. 0 2279 6812 Fax. 0 2279 6814
Email hm_architect@yahoo.com

ภูมิสถาปนิก	วิฑูรัตน์	ช.ส.ก.	485
ปริทัศน์	ไตรเทราจ	ส.ส.ก.	1751

ผู้ควบคุมงานโครงสร้าง			
ถิรพูลย	สงวนวงศ์	ทร.	1423
99/750 หมู่ 2 ซอยเทพลีลา 150 ถนนเทพลีลา ตำบลหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี			
CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS			
METRIX CIVIL ENGINEERING CO., LTD. อาคารเมตริกซ์ ซอยพหลโยธิน 7 (ซอยวิภาวดี 1) ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร.0-2561-9473-5 โทรสาร 0-2561-9474 Email: metrixcc@gmail.com			
สมศ. วิทยีสวัน	เลขทะเบียน	วศ.	949
ชยากร	ภานุมาโนช	กร.	5689
วิทิยะ	ลิมสุวรัตน์	สก.	7441
MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS			
PLAN ENGINEERING CO., LTD. 64 Soi Sathon 13, Silom, Bangrak, Bangkok 10500 Tel.(02)-2340050 Fax.(02)-633-2281 Email: penlg@planengineering.com			
ELECTRICAL ENGINEERS			
ประเสริฐ	วิรบวิทยพิทา	วท.ท.	447
ชัชพ	นามประกอบ	สพ.ท.	2199
ประวิทย์	สงวิริ	ภ.ท.	23130
MECHANICAL ENGINEERS			
ถิรพูลยกรณ	ภานุวิโรจน์ชัยกุล	ท.ท.	635
ปิยะวิทวิทิติ	ปัณฑิตสถิรพัฒ	สก.	2004
ชาวิทย	นามสุภาวิ	ภก.	5225
SANITARY ENGINEERS			
ถิรพูลพรรม	ภานุวิโรจน์ชัยกุล	ท.ท.	635
ถาวิรัชย	ไกรปันยา	ภก.	5184
INTERIOR DESIGNER			
ดศ.โอภากิ	ปิยะมหิทธิพ่อ	ว.ศ.ม	77
เศรษฐชาวิ	วิภาวิลนา		
LANDSCAPE ARCHITECTS			
ประเสริฐ	ไชยนภัทร	ช.ภ.ก	07
CONSULTANT			
MAA CONSULTANTS CO.,LTD. 22/13 ซ.ประชาชื่น 27 ถ.ประชาชื่น แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 Tel.(02)-2375-9300,(Auto)Fax.(02)-975-0231 Email: Auto : maa@ksc.th.com			
MAIN CONTRACTOR :			
PLE บริษัท เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง (1979) จำกัด (มหาชน) POWERLINE ENGINEERING PUBLIC CO.,LTD.			
สถาปนิกผู้ควบคุมงาน			
จันทร์เพ็ญ	วุฒิส	สคอ.	1010
วิศวกรผู้ควบคุมงาน			
นพิพัฒน์	บุญก้องไพบูลย์	สอ.	9833
วิศวกรผู้ควบคุมงานเครื่องกล			
ชิงชัยเกษ์	ภู่ยะวัง	สก.	2963
วิศวกรผู้ควบคุมงานไฟฟ้า			
เฉลิมพันธ์	ปรชญาวิบูลย	สพ.	3600

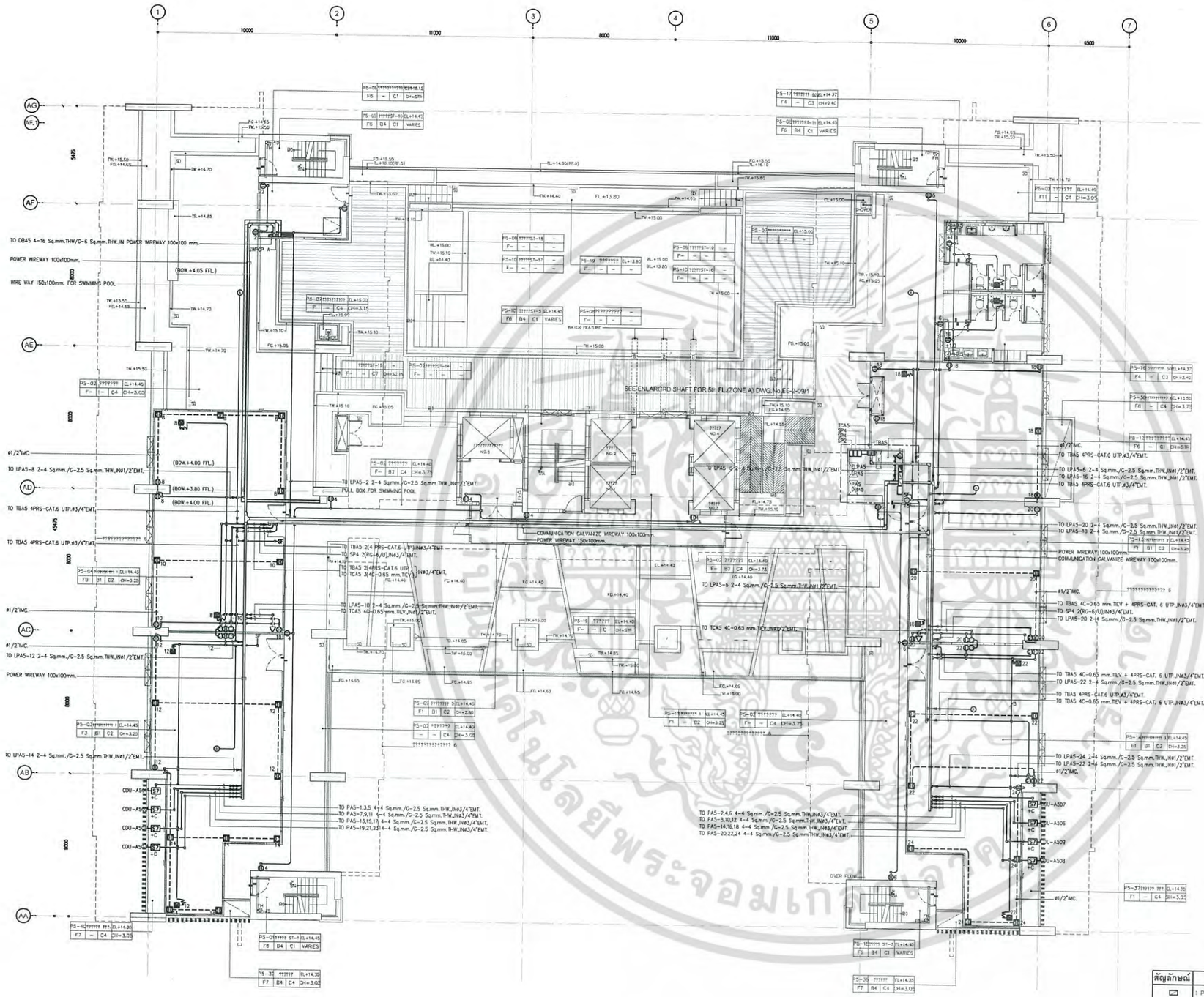
REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

GENERAL NOTE :

AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

อาคารระเบียงจามจุรี ชั้นที่ 22
แปลนระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด
และระบบ Access Control

DRAWN BY	: Y.WIRAT
CHECKED BY	: N.SORANON
APPROVED BY	: T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	: -
DATE : 13/10/2013	SCALE : 1 : 125
REV.	DWG. No.



แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง เต้ารับไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ ระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์ และระบบโทรทัศน์รวม ชั้นที่ 5

SCALE 1:125 (อาคารระเบียงจามจุรี)

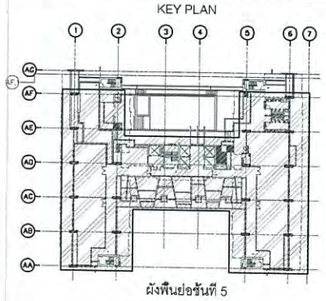
NOTE

ขั้ว 2.5 Sq.mm. THW.
1-4 เส้น เดินในท่อ ø 1/2"EMT.
5-8 เส้น เดินในท่อ ø 3/4"EMT.
9-13 เส้น เดินในท่อ ø 1"EMT.

ขั้ว 4 Sq.mm. THW.
1-3 เส้น เดินในท่อ ø 1/2"EMT.
4-5 เส้น เดินในท่อ ø 3/4"EMT.
6-9 เส้น เดินในท่อ ø 1"EMT.

REFERRENCE DESIGN NO.
EE-0-02
EE-0-03
EE-0-09
EE-0-11
EE-0-13
EE-0-22
EE-0-23
EE-0-25
EE-2-09
A3-17-001

KEY PLAN



ผังพื้นย่อยชั้นที่ 5
อาคารหอพักบุคลากร

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	: PANEL BOARD OR CONSUMER UNIT (NORMAL SUPPLY)
	: PANEL BOARD OR CONSUMER UNIT (EMERGENCY SUPPLY)
TB	: TELECOMMUNICATION TERMINAL BOX
TC	: TELEPHONE TERMINAL CABINET
n	: n-WAY SPLITTER
	: DUPLEX RECEPTACLE 15 A. 250 V. UNIVERSAL SLOT WITH GROUND FLUSH MOUNTED AT 0.30 M.ABOVE FINISHED FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
	: TV OUTLET FLUSH MOUNTED AT 0.30 M. ABOVE FINISHED FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
	: TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK TYPE) RJ45 CAT 6 FOR EXTENSION LINE FLUSH MOUNTED AT 0.30 M. ABOVE FINISH FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
S7	: SAFETY SWITCH NEMA TYPE 3R 30 A 3P 600 V NON FUSE +0.50M. AFF.
	: COMPUTER OUTLET AND TEL. OUTLET RJ45 CAT 6
	: EXHAUST FAN
J.B	: JUNCTION BOX
	: WIRING IN CONDUIT BURIED IN GROUND OR CONCRETE SLAB
	: WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING
n	: WIRING WITH n CONDUCTORS n>3,WIRING WITH NO IDENTIFIED MEANS 2 CONDUCTORS
	: WIRING TURN DOWN
	: WIRING TURN UP

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OWNER :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :
โครงการ หอพักนานาชาติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
LOCATION : เขตจักรพันธุ์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :
HUMANIST CO.,LTD.
CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS
METRIX CIVIL ENGINEERING CO., LTD.
MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS
PLAN ENGINEERING CO., LTD.
ELECTRICAL ENGINEERS
MECHANICAL ENGINEERS
SANITARY ENGINEERS
INTERIOR DESIGNER
LANDSCAPE ARCHITECTS
CONSULTANT
MAA CONSULTANTS CO.,LTD.
MAIN CONTRACTOR :

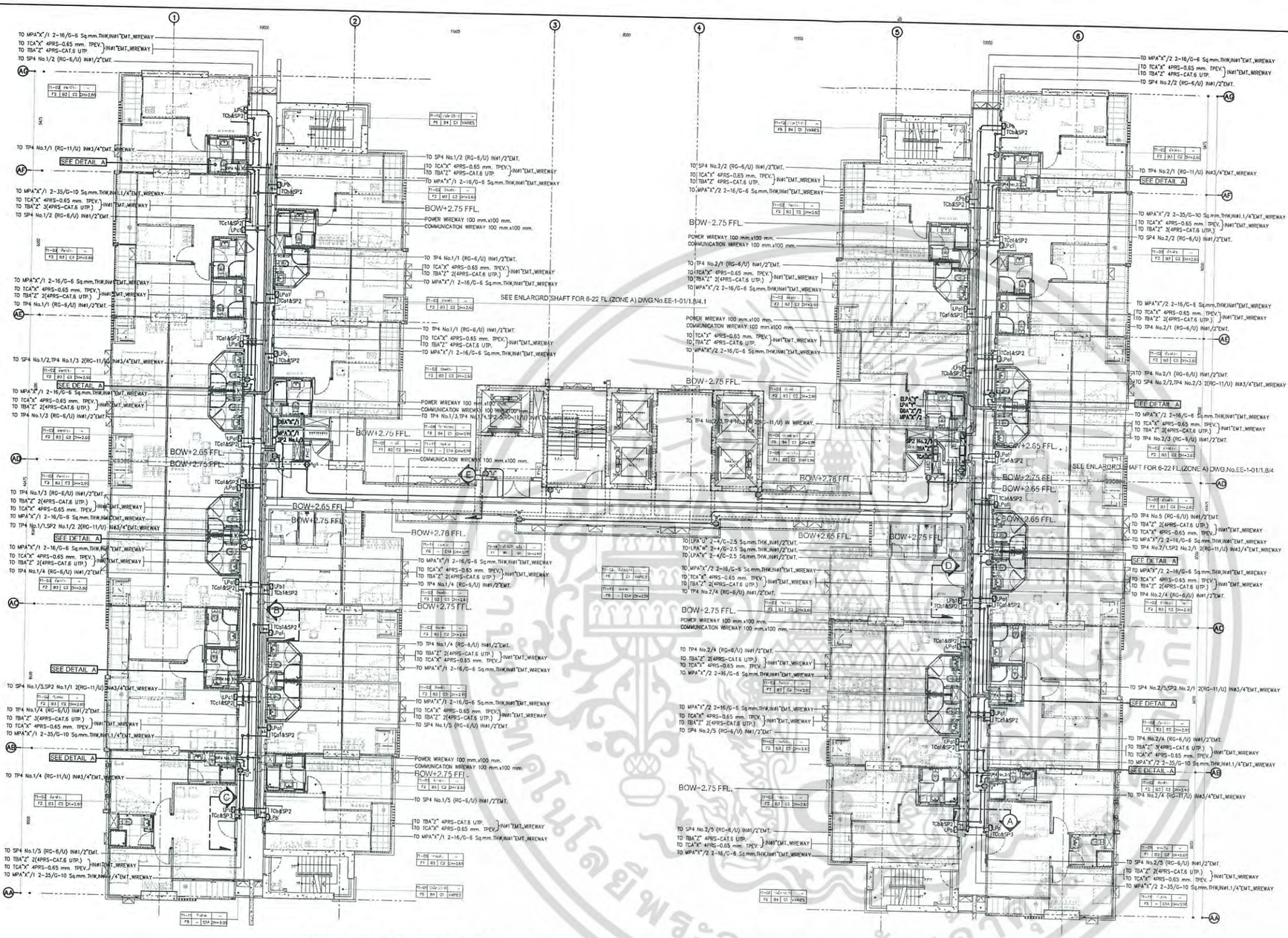
REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

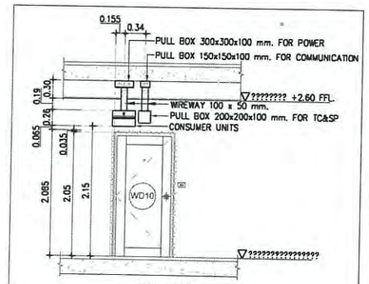
GENERAL NOTE :

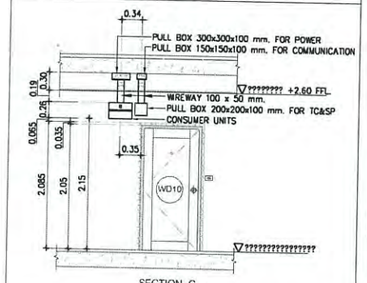
AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

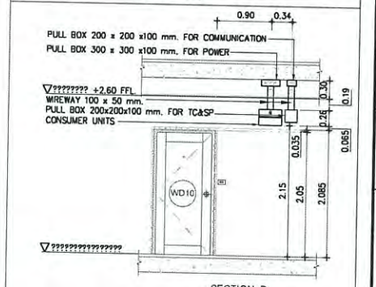
อาคารระเบียงจามจุรี
ชั้นที่ 5
แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง เต้ารับไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ ระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์ และระบบโทรทัศน์รวม

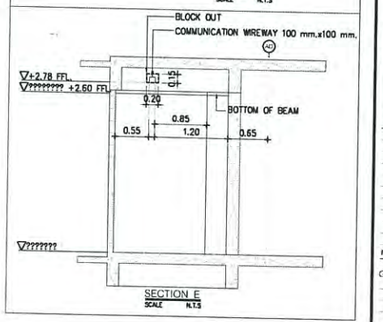
DRAWN BY	: Y.WIRAT
CHECKED BY	: N.SORANON
APPROVED BY	: T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	: -
DATE : 13/10/2013	SCALE : 1 : 125
REV. : -	DWG. NO. EE-2-09











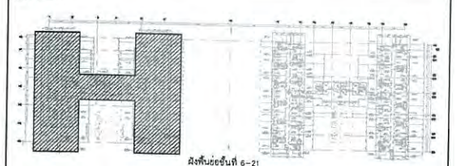
แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง เต้ารับไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ ระบบบ่ายสายคอมพิวเตอร์ และระบบโทรทัศน์รวม ชั้นที่ 6-21

SCALE 1:125 (อาคารระเบียงจามบุรี)

ตารางแสดงรายละเอียดตัวอักษรเพื่อแสดงตัวเลข และวงจรในแต่ละชั้น

ชั้นที่	รายละเอียดตัวอักษร					
	X	Y	Z	U	V	W
6	6	6	6	LPA6-2	LPA5-4	LPA6-5
7	7		7	LPA6-8	LPA4-10	LPA6-12
8	8		8	LPA6-14	LPA5-16	LPA6-18
9	9	9	9	LPA9-2	LPA9-4	LPA9-6
10	10		10	LPA9-8	LPA9-10	LPA9-12
11	11		11	LPA9-14	LPA9-16	LPA9-18
12	12	12	12	LPA12-2	LPA12-4	LPA12-6
13	13		13	LPA12-8	LPA12-10	LPA12-12
14	14		14	LPA12-14	LPA12-16	LPA12-18
15	15	15	15	LPA15-2	LPA15-4	LPA15-6
16	16		16	LPA15-8	LPA15-10	LPA15-12
17	17		17	LPA15-14	LPA15-16	LPA15-18
18	18	18	18	LPA18-2	LPA18-4	LPA18-6
19	19		19	LPA18-8	LPA18-10	LPA18-12
20	20		20	LPA18-14	LPA18-16	LPA18-18
21	21	21	21	LPA21-2	LPA21-4	LPA21-6

KEY PLAN

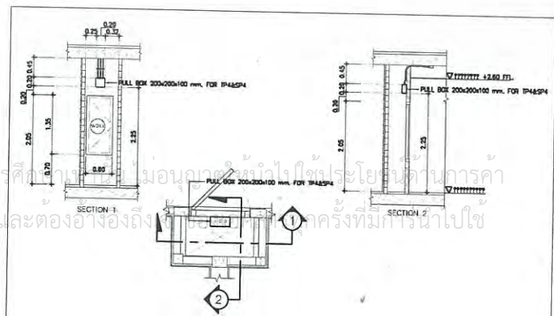


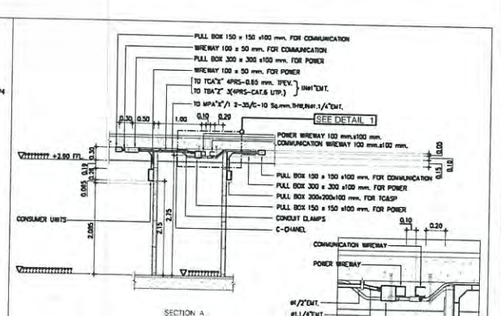
ผังพื้นอ่อนชั้นที่ 6-21
อาคารหอพักบุคลากร

NOTE
-SPLITTER(SPn) ภายในห้องพักทุกห้องให้ติดตั้งในตู้ TC ซึ่งอยู่ภายในห้องพักเดียวกัน
-SPLITTER(SP4) และ TAP-OFF(TP4) บริเวณทางเดินให้ติดตั้งใน PULL BOX ขนาด 200mm.x200mm.x100mm.

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	: PANEL BOARD OR CONSUMER UNIT (NORMAL SUPPLY)
	: PANEL BOARD OR CONSUMER UNIT (EMERGENCY SUPPLY)
TE	: TELECOMMUNICATION TERMINAL BOX
TC	: TELEPHONE TERMINAL CABINET
SP	: n-WAY SPLITTER
TP	: n-WAY TAP-OFF
	: DUPLEX RECEPTACLE 15 A. 250 V. UNIVERSAL SLOT WITH GROUND FLUSH MOUNTED AT 0.30 M.ABOVE FINISHED FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
J	: JUNCTION BOX
	: WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING

REFERRENCE DESIGN NO.
EE-0-02
EE-0-03
EE-0-09
EE-0-09
EE-0-11
EE-0-12
EE-2-11
EE-2-13
FS-A3-20-001
FS-A3-20-002





เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OWNER :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :
โครงการ หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOCATION : แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :
HUMANIST CO.,LTD.
1st Soi Prachasi 1/, Prachasi Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400
Tel. 0 2279 6912 Fax. 0 2279 6914
Email: hm_architect@yahoo.com
วิมลรัตน์ วิสุทธิ์ พ-ส 485
ไชยเมธ จิรกรากร ส-ส 1791
รับรองตามแบบแนบใบอนุญาตที่ 1423
CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS
METROX CIVIL ENGINEERING CO., LTD.
Email: metroxcc@gmail.com
ศ.ดร. วิทิรัตน์ เตชะอาวุธ วท. 049
ชยนนท์ เหรานุวัฒน์ สย. 5869
วิวัฒน์ ฟันสุวรัตน์ สย. 7441
MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS
PLAN ENGINEERING CO., LTD.
Email: pen@plancengineering.com
ELECTRICAL ENGINEERS
ประเสริฐ วิระวัฒน์พิทักษ์ วท(ไฟ). 447
ชัชวิน นาคประภาธนา สท(ไฟ). 2199
ประกิต สวงศิ วท(ไฟ). 22130
MECHANICAL ENGINEERS
ปัญญากร เหรานุวัฒน์สกุล วท. 635
ปิยะมิตรินันท์ ปุลิสิงห์รัตน์ สท. 2004
ธงชัย นาคสุดรี วท. 5225
SANITARY ENGINEERS
ปัญญากร เหรานุวัฒน์สกุล วท. 635
ถวัลรัย ไวบัณฑา กว. 5184
INTERIOR DESIGNER
ดนโรภณ ปัณณพรัตน์ ร-ส น 77
นภาสุดารัตน์ ศิริกิจนนา
LANDSCAPE ARCHITECTS
ประวิทย์ ศิริจนปัทม ล-ภ 07
CONSULTANT:
MAA CONSULTANTS CO.,LTD.
221/1 ถนนราชวิถี 37 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
Tel.02-2077-9000 Fax.02-077-9311
E-mail: AAA@maaconsultant.com
MAIN CONTRACTOR :
PLE
สถาบันภูมิทรัศน์ จันทร์เพ็ญ วุฒิวัฒ สพย. 1010
วิศวกรผู้ควบคุมงาน นพพิศิริ บุญเก้าเจ้าพิวงศ์ สท. 9833
วิศวกรผู้ควบคุมงานเครื่องกล ชินวิทย์ ศิริเจริญ สก. 2563
วิศวกรผู้ควบคุมงานไฟฟ้า เฉลิมพันธ์ ปรีชาการันตรัตน์ สพท. 3600

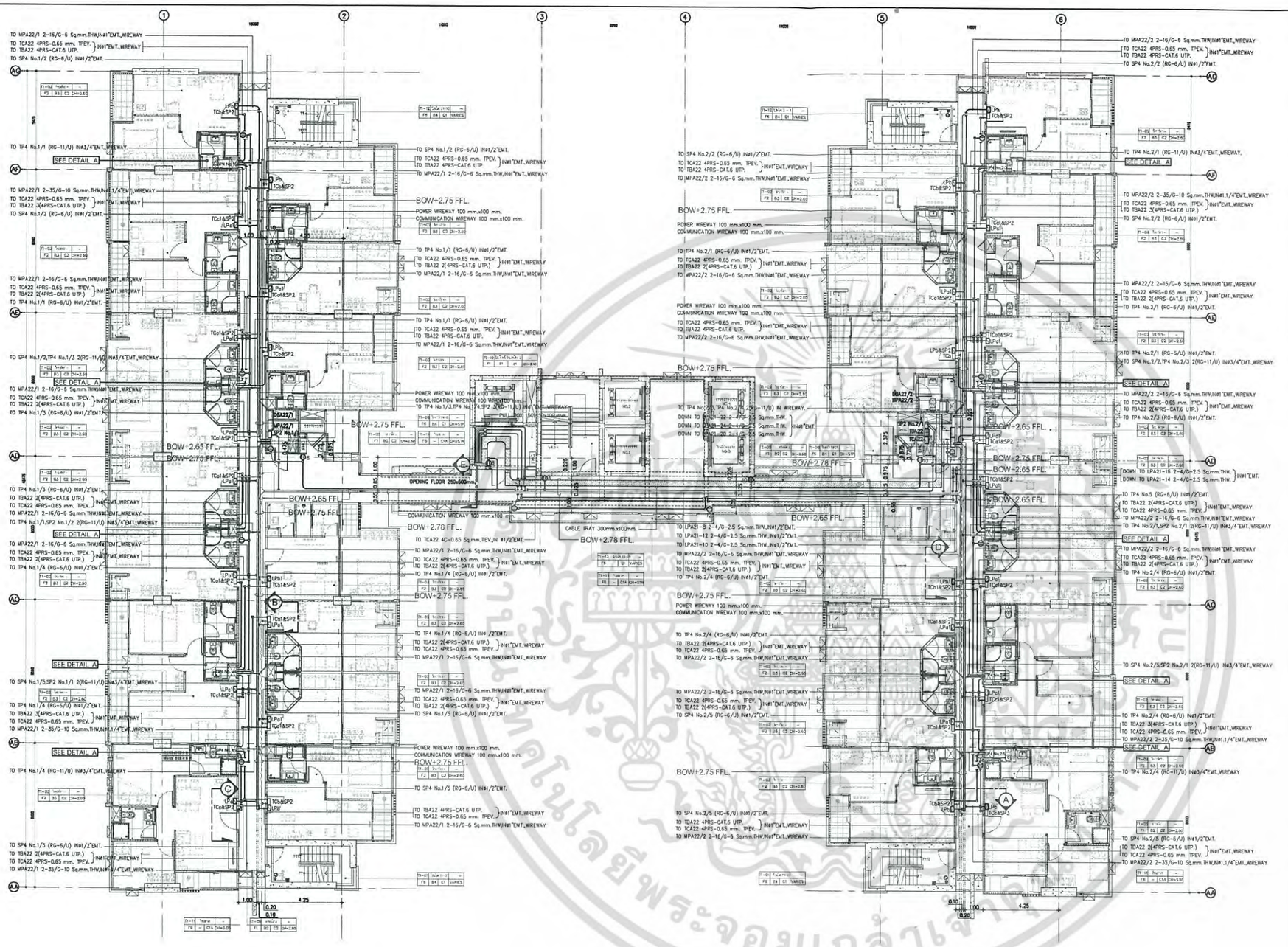
REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

GENERAL NOTE :

AS-BUILT
ELECTRICAL
SYSTEM

อาคารระเบียงจามบุรี
ชั้นที่ 6-21
แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง เต้ารับไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ ระบบบ่ายสายคอมพิวเตอร์ และระบบโทรทัศน์รวม

DRAWN BY : Y.WIRAT
CHECKED BY : N.SORANON
APPROVED BY : T.THANAD
REFERENCE DWG.NO. : -
DATE : 13/09/2011 SCALE : 1:125



แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง เต้ารับไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ ระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์ และระบบโทรทัศน์รวม ชั้นที่ 22

SCALE 1:125 (อาคารระเบียงจามจุรี)

REFERRENCE DESIGN NO.
EE-0-02
EE-0-03
EE-0-08
EE-0-09
EE-0-11
EE-0-12
EE-2-13
FS-A3-23-001
FS-A3-23-002

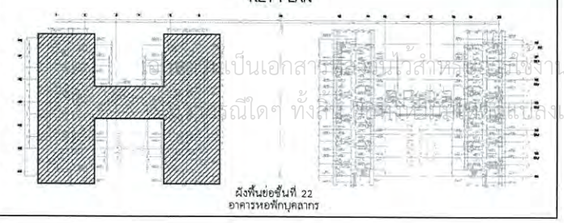
NOTE

-SPLITTER(SPn) ภายในห้องพักทุกห้องให้ติดตั้งในตู้ TC ซึ่งอยู่ภายในห้องพักเดียวกัน

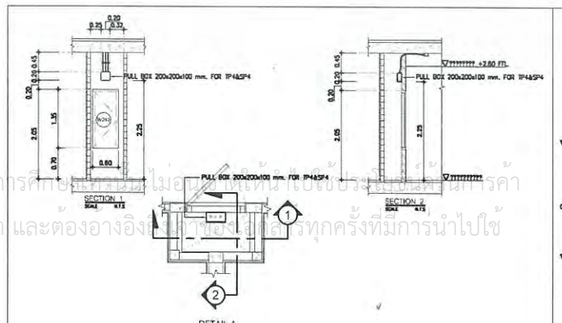
-SPLITTER(SP4) และ TAP-OFF(TP4) บริเวณทางเดินให้ติดตั้งใน PULL BOX ขนาด 200mm.x200mm.x100mm.

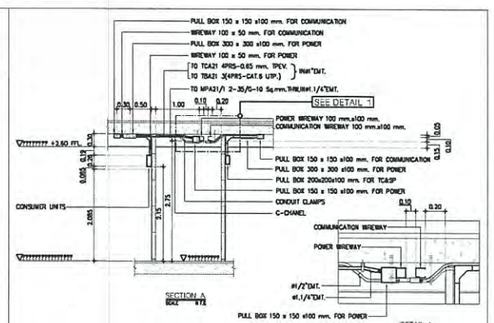
สัญลักษณ์	รายละเอียด
TB	: TELECOMMUNICATION TERMINAL BOX
TC	: TELEPHONE TERMINAL CABINET
SP2	: n-WAY SPLITTER
TP2	: n-WAY TAP-OFF
	: DUPLEX RECEPTACLE 15 A. 250 V. UNIVERSAL SLOT WITH GROUND FLUSH MOUNTED AT 0.30 M.ABOVE FINISHED FLOOR, EXCEPT OTHERWISE SPECIFIED
J-n	: JUNCTION BOX
	: WIRING IN CONDUIT RECESSED IN CEILING OR WALL OR EXPOSED WIRING

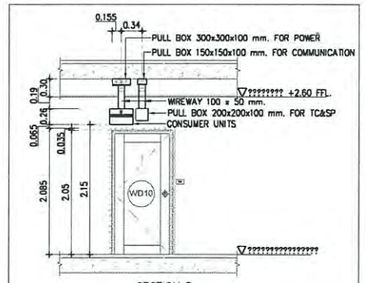
KEY PLAN

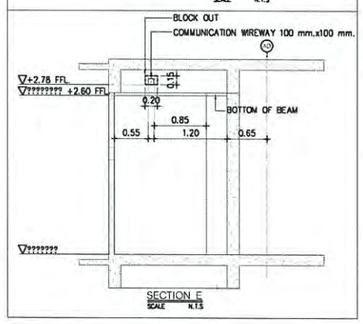


ผังพื้นชั้นที่ 22
อาคารหอพักบุคลากร









OWNER :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROJECT NO. :

โครงการ หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOCATION : แขวงวังใหม่ ปทุมวัน กรุงเทพฯ

ARCHITECT :

HUMANIST CO.,LTD.

1/1 Soi Practical 1/1, Phaholyothin Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400
Tel. 0-2279-6912 Fax. 0-2279-6914
Email: hm_architect@yahoo.com

วุฒิชัย	ใจสุโสม	ว.ส.ท.	485
โกมาตร	ใจมหาร	ส.ส.ท.	1751

มีผลงานออกแบบงานโครงสร้าง

ณัฐสุดา	สกาณวณิช	ทน.	1423

99/750 หมู่ที่ 2 ซ.ราษฎร์พัฒนา 13 ถ.ราษฎร์พัฒนา แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพฯ

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS

METRIX

CIVIL ENGINEERING CO., LTD.

ศ.ดร. วิทิรณ	เหลาธานี	วธ.	949
ธงชัย	ราษฎรวิโรจ	ทน.	5668
วิทิรา	ศิลปรัวัลย์	ทน.	7441

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERS

PLAN ENGINEERING CO., LTD.

64 Soi Sathorn 12, Silom , Bangrak , Bangkok 10500
Tel.0-2234-0093 Fax.0-2635-2367
Email: pan@planengineering.com

ELECTRICAL ENGINEERS

ประเสริฐ	ไกรวณิชพิทักษ์	วท.ท.	447
ชัช	นาคประกอบ	สจล.	2199
ปรเวศ	ศรัทธ์	วสท.	23120

MECHANICAL ENGINEERS

ณัฐพงษ	พรมวิเชียรสกุล	ว.ท.	635
ปิยะวัฒน์	วัฒนะพงศ์ชัย	ส.ท.	2934
ธงชัย	ราษฎรวิโรจ	ทน.	5225

SANITARY ENGINEERS

ณัฐพงษ	พรมวิเชียรสกุล	ว.ท.	635
อำพัน	ไกรปัญา	ทน.	5184

INTERIOR DESIGNER

ผศ.ปิยะกวี	วิสัยยะพิทย์	ว.ส.ท.	77
เสาวลูรวัฒ	ไกรวิเมนา		

LANDSCAPE ARCHITECTS

ประวัตร	ไชยบุรัตน	ว.ภ.ท.	07

CONSULTANT

MAA CONSULTANTS CO.,LTD.

22/41 ซ.ประชาชื่น 37 ถ.ประชาชื่น แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
โทร.02-979-9009 โทรสาร.02-979-9011
E-mail: AAA.:::maa@asiaaet.com

MAIN CONTRACTOR :

PLE

สถาปนิก/ผู้ควบคุมงาน

จิรเกียรติ์	วสุวัต	สสท.	1010

วิศวกรผู้ควบคุมงาน

วสันต์ชัย	ปฐมกิจวงศ์ไพ	สอ.	9833

วิศวกรผู้ควบคุมงานเครื่องกล

พิมพ์ชาติ	ภู่ชโก	สก.	2963

วิศวกรผู้ควบคุมงานไฟฟ้า

เจิมสิทธิ์	ปรัชญาวิรัญรุ	สพ.ก.	3600

REV.No.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.

GENERAL NOTE :

AS-BUILT
ELECTRICAL SYSTEM

อาคารระเบียงจามจุรี
ชั้นที่ 22
แปลนระบบไฟฟ้ากำลัง เต้ารับไฟฟ้า
ระบบโทรศัพท์ ระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์
และระบบโทรทัศน์รวม

DRAWN BY	: Y.WIRAT
CHECKED BY	: N.SORANON
APPROVED BY	: T.THANAD
REFERENCE DWG.NO.	: -
DATE	: 13/10/2013
SCALE	: 1 : 125
REV.	: -
DWG. No.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือแสวงหาผลประโยชน์ในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น ในกรณีที่มีการนำเอกสารนี้ไปใช้ในการเผยแพร่ต่อสาธารณะ ไม่ว่าจะเป็นการดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค ข้อมูลการประมาณราคาอาคารกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EE-1

บัญชีรายการราคาวัสดุและค่าแรง 118

โครงการ : หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เจ้าของโครงการ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันที่ : 2 กุมภาพันธ์ 2554 2. อาคารหอพักบุคลากร

ลำดับ	รายการ	รวมราคา (บาท)
	สรุปราคางานไฟฟ้าและสื่อสาร	
1	งานแผงไฟฟ้าแรงต่ำ (DB & EDB)	1,602,564
2	งานแผงไฟฟ้าย่อย แผงมิเตอร์ และเซฟตี้สวิทช์	6,632,545
3	งานสายไฟฟ้า	7,608,408
4	งานท่อไฟฟ้า และรางเดินสายไฟฟ้า	3,739,399
5	งานโคมไฟ สวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้า	13,530,815
6	งานระบบโทรศัพท์ และช่องสายคอมพิวเตอร์	5,025,556
7	งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	4,007,251
8	งานระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV SYSTEM)	2,068,411
9	งานระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม (MATV)	2,546,470
10	งานระบบสายดิน และระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า	467,080
11	งานอุดเพื่อป้องกันไฟลาม	129,600
12	READER & FIELD DEVICES	834,756
13	งานระบบควบคุมไฟแสงสว่างอัตโนมัติ	563,208
14	งาน BUSDUCT	5,928,283
	รวมราคางานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	54,494,346

เอกสารควบคุม

POWER LINE
ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED

126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POWER LINE ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED
บริษัท เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

โครงการ : หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เจ้าของโครงการ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	รายการ งานอาคารหอพักบุคลากร	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา (บาท)
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
3	งานท่อไฟฟ้า						
	DIA. 1/2" EMT	M	37,676.00	39.00	19.00	58.00	2,196,608.00
	DIA. 3/4" EMT	M	4,146.00	56.00	24.00	80.00	331,840.00
	DIA. 1 1/4" EMT	M	136.00	139.00	30.00	169.00	22,984.00
	DIA. 1/2" FLEX	M	3,026.00	20.00	7.00	27.00	81,702.00
	ACCESSORIES	LOT	1.00	363,499.80	145,399.64	508,899.44	508,899.44
	รวม งานท่อไฟฟ้า						3,142,233.44

POWER LINE ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED
บริษัท เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

โครงการ : หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เจ้าของโครงการ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	รายการ งานอาคารหอพักบุคลากร	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา (บาท)
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
5	งานระบบโทรศัพท์ และข่ายสายคอมพิวเตอร์					-	-
	TELEPHONE OUTLET (PLASTIC PLATE)	SET	1,496.00	150.00	100.00	250.00	374,000.00
	COMPUTER OUTLET	SET	748.00	350.00	100.00	450.00	336,600.00
	TC BOX	SET	340.00	1,000.00	200.00	1,200.00	408,000.00
	4 PRS- CAT6 UTP	M	5,644.00	26.00	8.00	34.00	191,896.00
	4C - 0.65 mm. TIEV	M	10,948.00	12.00	5.00	17.00	186,116.00
	DIA. 1/2" EMT	M	6,222.00	39.00	19.00	58.00	360,876.00
	DIA. 3/4" EMT	M	5,644.00	56.00	24.00	80.00	451,520.00
	ACCESSORIES	LOT	1.00	147,341.04	58,936.42	206,277.46	206,277.46
	รวม งานระบบโทรศัพท์ และข่ายสายคอมพิวเตอร์					-	2,515,285.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POWER LINE ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED
บริษัท เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

บัญชีรายการวัสดุใช้โปรแกรม Autodesk revit ถอดปริมาณ

โครงการ : หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	รายการ งานอาคารหอพักบุคลากร	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา (บาท)
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
2	งานโคมไฟและเต้ารับไฟฟ้า						
	โคมไฟ ชนิด "L1"	SET	60.00	1,619.00	150.00	1,769.00	106,140.00
	โคมไฟ ชนิด "L2"	SET	614.00	1,038.00	100.00	1,138.00	698,732.00
	โคมไฟ ชนิด "L3"	SET	606.00	1,370.00	100.00	1,470.00	890,820.00
	โคมไฟ ชนิด "L4"	SET	561.00	1,942.00	100.00	2,042.00	1,145,562.00
	โคมไฟ ชนิด "L5"	SET	3,214.00	789.00	120.00	909.00	2,921,526.00
	โคมไฟ ชนิด "L6"	SET	1,034.00	581.00	100.00	681.00	704,154.00
	โคมไฟ ชนิด "L8"	SET	84.00	781.00	100.00	881.00	74,004.00
	โคมไฟ ชนิด "G1"	SET	121.00	332.00	100.00	432.00	52,272.00
	โคมไฟ ชนิด "J1"	SET	72.00	481.00	100.00	581.00	41,832.00
	โคมไฟ ชนิด "A1"	SET	6.00	481.00	100.00	581.00	3,486.00
	โคมไฟ ชนิด "A2"	SET	8.00	457.00	100.00	557.00	4,456.00
	DUPLEX RECEPTACLE, 2P+G, PLASTIC PLATE	SET	6,494.00	150.00	90.00	240.00	1,558,560.00
	รวมราคางานโคมไฟและเต้ารับไฟฟ้า						8,201,544.00

Page

POWER LINE ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED
บริษัท เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

โครงการ : หอพักนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เจ้าของโครงการ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	รายการ งานอาคารหอพักบุคลากร	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา (บาท)
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
6	งานระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม (MATV)					-	-
	2-WAY SPLITTER	SET	340.00	184.00	100.00	284.00	96,560.00
	TV OUTLET, PLASTIC PLATE	SET	442.00	190.00	100.00	290.00	128,180.00
	TV BOX	SET	340.00	500.00	150.00	650.00	221,000.00
	RG6/U, 60% SHIELD	M	3,842.00	39.00	10.00	49.00	188,258.00
	DIA. 1/2" EMT	M	3,842.00	39.00	19.00	58.00	222,836.00
	ACCESSORIES	LOT	1.00	34,199.99	13,680.00	47,879.99	47,879.99
						-	-
	รวม งานระบบสัญญาณโทรทัศน์รวม (MATV)					-	904,713.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EE-10

128

บัญชีแสดงรายการราคาวัสดุและค่าแรง

โครงการ : หอพักแกนชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เจ้าของโครงการ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันที่ : 2 กุมภาพันธ์ 2554

2. อาคารหอพักบุคลากร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)			รวมราคา (บาท)
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	
	งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร						
7	งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้						
7.1	COMBINATION DETECTOR	SET	46	330	100	430	19,780
7.2	FIXED TEMP DETECTOR	SET		350	100	450	
7.3	PHOTO ELECTRIC SMOKE DETECTOR	SET	440	495	100	595	261,800
7.4	ELECTRIC SMOKE DETECTOR WITH AUXILIARY CONTACT	SET	782	1,595	100	1,695	1,325,490
7.5	ADDRESSABLE FIXED TEMP DETECTOR	SET		2,360	100	2,460	
7.6	TELEPHONE JACK	SET	139	138	100	238	33,082
7.7	MANUAL STATION	SET	91	880	100	980	89,180
7.8	STROBE LIGHT AND SPEAKER 8 W.	SET	175	2,090	150	2,240	392,000
7.9	1.5 mm.^{2} TWISTED PAIR FIRE RESISTANT CABLE	M.	89	131	7	138	12,282
7.10	1x1C-6 SQ.MM. FR.	M.	179	102	10	112	20,048
7.11	1x1C-4 SQ.MM. FR.	M.	89	76	8	84	7,476
7.12	1x2C-2.5 SQ.MM. FR.	M.	2,231	207	7	214	477,434
7.13	1.5 SQ.MM. THW.	M.	17,850	7	4	11	196,350
7.14	2.5 SQ.MM. THW.	M.		10	5	15	
7.15	DIA. 1/2" EMT.	M.	8,330	39	19	58	483,140
7.16	DIA. 3/4" EMT.	M.	366	56	24	80	29,280
7.17	DIA. 1 1/4" EMT.	M.	179	139	30	169	30,251
7.18	DIA. 3/4" IMC	M.	199	109	25	134	26,666
7.19	FIRE ALARM BOX	SET	17	3,700	300	4,000	68,000
7.20	FIRE ALARM CUBICLE	SET	1	20,000	1,500	21,500	21,500
7.21	COMMISSIONING	LOT	1	9,130		9,130	9,130
7.22	CONTROL MODULE	SET	17	1,485	100	1,585	26,945
7.23	MONITOR MODULE	SET	159	1,843	100	1,943	308,937
7.24	FAULT ISOLATOR MODULE	SET	17	1,325	100	1,475	25,075
7.25	ACCESSORIES	LOT	1	102,432	40,973	143,405	143,405
							4,007,251

เอกสารควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายเกียรติศักดิ์ ทองอ่อน

วัน เดือน ปีเกิด 6 ธันวาคม 2526 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 22 หมู่ที่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช รหัสไปรษณีย์ 80110 โทร. 091-8870617

ประวัติการศึกษา 2549 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

พ.ศ.2549-ปัจจุบัน ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้าบริษัทเพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

ผลงานวิจัย **“กรณีศึกษาในการนำโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศทางอาคารมาใช้ในการประมาณราคาส่วนงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร”**, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้