รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การคุมงานก่อสร้างอาคารกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์

Construction Supervision of the Student Affairs Building at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Thewet Campus

โดย

นายภัทรพล ศรีเทียนทอง 6223200006

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564

หัวข้อโครงงาน การคุมงานก่อสร้างอาคารกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์

Construction Supervision of the Student Affairs Building at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Thewet Campus

รายชื่อผู้จัดทำ นาย ภัทรพล ศรีเทียนทอง 6223200006

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถี

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถี)

.....พนักงานที่ปรึกษา
(คุณถิรนันท์ จินดสุนทรกุไร)

.....กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นารายณ์)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2564

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์

ตามที่ผู้จัดทำนายภัทรพล ศรีเทียนทอง นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ.2564 ในตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน/ผู้ช่วยผู้ควบคุมงาน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์ และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การคุมงานก่อสร้างอาคารกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์” (Construction Supervision of the Student Affairs Building at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Thewet Campus)

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
นาย ภัทรพล ศรีเทียนทอง
นักศึกษาสหกิจศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงงานสหกิจศึกษา ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์ ตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและการปฏิบัติงานในอนาคต เกี่ยวกับการปฏิบัติงานในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน/ผู้ช่วยผู้ควบคุมงาน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์ จากการเรียนรู้งาน และการแก้ไขปัญหาที่พบในการทำงาน ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1) ดร. ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2) อาจารย์ กฤษณ์ เจ็ดวรรณะ รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและกายภาพ

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนันท์ มนต์แก้ว อาจารย์สาขาวิศวกรรมโยธา (ช่วยราชการ)

4) นาย ไพศาล สุขสม วิศวกรโยธาชำนาญการ

5) นาย ถิรนันท์ จินตสุนทรอุไร วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ

6) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายภัทรพล ศรีเทียนทอง

21 ธันวาคม 2564

หัวข้อโครงงาน	: การคุมงานก่อสร้าง อาคารกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์
หน่วยกิต	: 5 หน่วยกิต
โดย	: นาย ภัทรพล ศรีเทียนทอง 6223200006
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์
ระดับการศึกษา	: ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)
สาขาวิชา	: วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	: 1/2564

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอเกี่ยวกับ การคุมงานก่อสร้างอาคารกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์ เป็นเรื่องของการศึกษาแบบแปลนทางสถาปัตยกรรมและแบบแปลนทางวิศวกรรม ระหว่างการปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยสยามร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งประกอบไปด้วย การศึกษาแบบแปลนทางด้านไฟฟ้า เช่น ระบบไฟฟ้าภายในอาคาร แบบแปลนทางด้านสถาปัตยกรรม เช่น แบบขยายประตู-หน้าต่าง , แบบแปลนพื้นชั้น 1-4 , แบบขยายบันได , แบบขยายลิฟต์ , แบบผังฝ้าเพดานพื้นชั้น 1-4 แบบแปลนทางด้านโครงสร้าง เช่น แบบฐานราก-เสา , แบบขยายคาน , แบบบันได , แบบเสา คาน พื้นชั้นที่ 1-4 รายละเอียดของ การคุมงานก่อสร้างอาคารกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์และขั้นตอนการลงปฏิบัติงานได้อธิบายไว้ในเล่มนี้แล้ว โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้สามารถนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาศึกษาในเรื่องแบบแปลนทางวิศวกรรมและแบบแปลนทางสถาปัตยกรรม ได้ต่อไป

คำสำคัญ: แบบแปลนทางวิศวกรรม / แบบแปลนทางสถาปัตยกรรม

Project Title	: Construction Supervision of the Student Affairs Building at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Thewet Campus
Credits	: 5 Units
By	: Mr. Pattarapol Sriteinthong 6223200006
Advisor	: Asst. Prof. Pakit Suwat
Degree	: Bachelor of Electrical Engineering
Major	: Electrical Engineering
Faculty	: Engineering
Semester/Year	: 1/2021

Abstract

This cooperative education project presented about supervising the construction of the student affairs building at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Thewet Campus. It was a subject of study on architectural and engineering drawings. During the work in the cooperative education project of Siam University consisted of the study of electrical plans , such as indoor electrical systems , architectural plans such as door-window extensions, floor plans for floors 1-4, stair extensions, elevator extensions, ceiling plans for floors 1-4, structural plans of foundation-columns , extensions , beams , ladder types , column, and floors 1-4 , plus the details of supervising the construction of the student affairs building and its implementation procedures were described in this pproject. This cooperative education project can be used to benefit education and be a guide to continue to study engineering and architectural plans.

Keywords: engineering drawings / architectural plan

Approved by

.....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ประเภทของแบบ	2
2.2 มาตราส่วนในการเขียนแบบ	4
2.3 สัญลักษณ์แบบที่ดเกี่ยวข้องกับโครงงาน	5
2.4 ทฤษฎีการออกแบบระบบไฟฟ้า	17
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	40
3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร	40
3.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารงาน	41
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	41
3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	41
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	41
3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.8 อุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้	42
3.9 อ่านแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคารและตารางโหลดของแต่ละชั้น	43
3.10 การนำทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติงานจริง	64
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน	
4.1 สำรวจหน้างาน และตรวจสอบตามแบบ	82
4.2 ความคืบหน้าของโครงงาน	83
4.3 ภาพลงพื้นที่ปฏิบัติงาน	98
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลโครงงาน	105
5.2 ปัญหาระหว่างปฏิบัติงาน	105
5.3 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	106
บรรณานุกรม	107
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตัวอย่างผังสถาปัตยกรรมในโครงงาน	109
ภาคผนวก ข การนิเทศงานผ่านโปรแกรม ZOOM	115
ภาคผนวก ค การสอบโครงงานสหกิจผ่านสื่อออนไลน์ ZOOM	119
ภาคผนวก ง ระบบตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ โดย อักขราวิสุทธิ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	122
ประวัติผู้จัดทำ	123

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแบบด้านวิศวกรรม 3
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแบบสถาปัตยกรรม 4
รูปที่ 2.3 แบบแปลนในงานสถาปัตยกรรม 5
รูปที่ 2.4 เส้นบอกระยะ 6
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์รูปด้าน 6
รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์รูปตัด 7
รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์บอกชื่อห้อง 7
รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ประตู 7
รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์หน้าต่าง 9
รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์บันได 11
รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์ของหลอดแสงสว่าง (Lighting Symbols) 12
รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ของสวิตช์ (Switch Symbols) 13
รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์ของเต้ารับ 13
รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์ของอุปกรณ์สื่อสาร 14
รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ของแผงจ่ายไฟฟ้า 14
รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 15
รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 15
รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน ANSI 16
รูปที่ 2.19 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน ANSI 16
รูปที่ 2.20 สายไฟ THW 19
รูปที่ 2.21 สายไฟ VAF 20
รูปที่ 2.22 สายไฟ VCT 20
รูปที่ 2.23 สายไฟ NYY 21
รูปที่ 2.24 สายไฟ AAC 22
รูปที่ 2.25 สายไฟ AAAC 22
รูปที่ 2.26 สายไฟ ACSR 23
รูปที่ 2.27 สายไฟ PIC 23
รูปที่ 2.28 สายไฟ SAC 24
รูปที่ 2.29 สายไฟ PAC 24

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.30 สายไฟฟ้า XLPE 25
รูปที่ 2.31 ท่อ EMT 28
รูปที่ 2.32 ท่อ IMC 29
รูปที่ 2.33 ท่อ RSC 30
รูปที่ 2.34 ท่อ Flexible 30
รูปที่ 2.35 ท่อ Raining flexible 31
รูปที่ 2.36 ท่อ PVC 31
รูปที่ 2.37 ท่อ HDPE 32
รูปที่ 2.38 ท่อ EFLEX 32
รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ 40
รูปที่ 3.2 สารบัญแบบและสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า 43
รูปที่ 3.3 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 1 45
รูปที่ 3.4 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 1 46
รูปที่ 3.5 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 1 47
รูปที่ 3.6 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 1 48
รูปที่ 3.7 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 2 49
รูปที่ 3.8 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 2 50
รูปที่ 3.9 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 2 51
รูปที่ 3.10 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 2 52
รูปที่ 3.11 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 3 53
รูปที่ 3.12 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 3 54
รูปที่ 3.13 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 3 55
รูปที่ 3.14 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 3 56
รูปที่ 3.15 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 4 57
รูปที่ 3.16 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 4 58
รูปที่ 3.17 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 4 59
รูปที่ 3.18 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 4 60
รูปที่ 3.19 แปลนระบบแสงสว่างชั้นดาดฟ้า 61
รูปที่ 3.20 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นดาดฟ้า 62

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.21 ตารางโหลดรวม 63
รูปที่ 4.1 รูปอ่านแบบระบบไฟฟ้ากับแบบสถาปัตยกรรม 69
รูปที่ 4.2 ตรวจสอบระบบไฟฟ้าหน้างานจริงกับแบบแปลน 69
รูปที่ 4.3 ภาพหล่อคอนกรีตโครงสร้างพื้นชั้นดาดฟ้า 71
รูปที่ 4.4 ภาพหล่อคอนกรีตโครงสร้างลิฟต์ชั้นดาดฟ้า 72
รูปที่ 4.5 ภาพหล่อคอนกรีตบันไดชั้นที่ 4 – ดาดฟ้า 73
รูปที่ 4.6 ก่ออิฐผนังและติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่างไม้ชั้นที่ 4 74
รูปที่ 4.7 ฉาบปูนผนังชั้น 2 75
รูปที่ 4.8 เดินท่อประปา - สุขาภิบาลชั้น 4 76
รูปที่ 4.9 เดินสายไฟฟ้าชั้นที่ 4 77
รูปที่ 4.10 งานฝ้าเพดานชั้นที่ 1 78
รูปที่ 4.11 งานผิวพื้น - ผนัง (งานฉาบด้านนอก) 79
รูปที่ 4.12 งานผิวพื้น - ผนัง (บริเวณห้องน้ำชั้นที่ 1) 80
รูปที่ 4.13 งานผิวพื้น – ผนัง (บริเวณภายในห้องชั้นที่ 1) 81
รูปที่ 4.14 งานผิวพื้น - ผนัง (บริเวณบันไดหนีไฟชั้นที่ 1) 82
รูปที่ 4.15 งานผิวพื้น - ผนัง (บริเวณบันไดทางขึ้นไปชั้นที่ 1) 83
รูปที่ 4.16 งานผิวพื้น - ผนัง (บริเวณผนังลิฟท์ชั้นที่ 1) 84
รูปที่ 4.17 งานติดตั้งดวงโคมชั้นที่ 1 85
รูปที่ 4.18 การก่อสร้างและทำการออกแบบลิฟต์ภายในอาคาร 86
รูปที่ 4.19 รูปการผูกเหล็กเสา เพื่อไว้สำหรับเทปูน 86
รูปที่ 4.20 รูปช่างกำลังฉาบปูนที่ผนังและกำแพง ชั้นที่ 1 86
รูปที่ 4.21 รูปช่างกำลังทำการเทปูนผนังลิฟต์ 87
รูปที่ 4.22 รูปช่างกำลังทำการเทปูนเสาหลัก บันไดจากชั้น 3 ไปบันไดชั้น 4 87
รูปที่ 4.23 รูปช่างกำลังก่อผนังชั้น 3 , ชั้น 4 และกำลังฉาบกำแพงชั้น 2 87
รูปที่ 4.24 รูปช่างกำลังทำการฉากเข้ามุมเสาและก่อผนังห้องน้ำ ชั้น 3 88
รูปที่ 4.25 รูปผูกเหล็กเสา ชั้น 4 88
รูปที่ 4.26 รูปช่างกำลังทำการสกินโค๊ดหรือเรียกอีกอย่างว่า ฉาบผิวเรียบแบบบางๆ บริเวณชั้น 2 และ ชั้น 3 88

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.27 ตั้งค้ำยันชั้น 4 และเข้าแบบคาน 89
รูปที่ 4.28 รูปช่างกำลังฉาบปูนผนังภายในอาคาร ชั้น 2 และ ชั้น 3 89
รูปที่ 4.29 รูปวางเหล็กพื้นชั้นดาดฟ้าและบันไดชั้นบน 89
รูปที่ 4.30 รูปเดินท่อประปา ชั้น 3 , ชั้น 4 90
รูปที่ 4.31 รูปช่างกำลังทำการเดินท่อเหล็กพร้อมร้อยสายไฟฟ้า ชั้นที่ 1 90
รูปที่ 4.32 รูปชั้นที่ 2 เดินท่อร้อยสายไฟฟ้าแต่ยังไม่ได้เดินสายไฟ 90
รูปที่ 4.33 รูปช่างกำลังติดตั้งโครงฝ้าชั้นที่ 1 91
รูปที่ 4.34 รูปช่างกำลังติดตั้งโคมไฟ ชั้นที่ 1 91

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของลักษณ์ประตู 8
ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของลักษณ์หน้าต่าง 9
ตารางที่ 2.3 วิธีการติดตั้ง 26
ตารางที่ 2.4 การเดินสายไฟฟ้าวิธีต่างๆ และค่าขาดกระแสของสายไฟฟ้า 27
ตารางที่ 2.5 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนแกนเดียวตาม มอก. 11 33
ตารางที่ 2.6 ความลึกในการติดตั้งเคเบิลใต้ดิน 34
ตารางที่ 2.7 ขนาดสายดินของระบบ 34
ตารางที่ 2.8 ขนาดสายดินของอุปกรณ์ 35
ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างตาราง Circuit Breaker ของยี่ห้อฮิตาชิ 36
ตารางที่ 2.10 ตารางกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ 37
ตารางที่ 2.11 พิกัดกระแสและกำลังของหลอดแกสดิสชาร์จ 37
ตารางที่ 2.12 ค่าโหลดเครื่องปรับอากาศ 39
ตารางที่ 3.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน 42
ตารางที่ 3.2 แบบสัญลักษณ์งานไฟฟ้าในโครงงาน 44

SIAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การดำเนินงานก่อสร้างในแต่ละโครงการนั้น จะประกอบด้วยผู้เกี่ยวของหลายฝ่าย มาร่วมกันทำงานในขอบเขตและหน้าที่ความรับผิดชอบต่างกัน ย่อมมีปัญหาเกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน ทำให้จำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลในก่อสร้าง เช่น แบบรายการประกอบแบบ เพื่อลดความขัดแย้งที่เกิดขึ้น โดยแบบที่ใช้เริ่มต้นในการก่อสร้าง (Construction Drawing) เป็นแบบที่จัดทำขึ้นมาจากทางผู้ออกแบบแต่แบบที่ได้รับมาอาจจะต้องมีปรับเพิ่ม รายละเอียดให้สอดคล้องกับการทำงานในพื้นที่ก่อสร้างจริง โดยแบบก่อสร้างแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ แบบ ก่อสร้างทางวิศวกรรม และแบบก่อสร้างทาง สถาปัตยกรรม ดังนั้นการอ่านแบบ จึงเป็นสิ่งที่จะช่วยให้เข้าใจในรายละเอียดต่างๆของอาคาร ช่วยให้สื่อสารกับผู้ออกแบบแบบและผู้รับเหมาก่อสร้างได้

ดังนั้น การจัดทำโครงงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ ผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาแบบก่อสร้างทั้งแบบสถาปัตยกรรม และระบบต่างๆภายในอาคาร โดยเฉพาะระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นระบบที่ตรงกับสาขาที่ผู้จัดทำศึกษา และได้ลงพื้นที่ปฏิบัติงานเพื่อเปรียบกับแบบก่อสร้าง ที่อาคารกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านแบบในงานก่อสร้างอาคาร

1.2.2 ฝึกการวางแผน การปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้งานสำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สามารถอ่านแบบสถาปัตยกรรม และแบบระบบไฟฟ้า ในงานก่อสร้างอาคารกิจการนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์ได้

1.3.2 สามารถควบคุมงานติดตั้งระบบไฟฟ้า ในงานก่อสร้างอาคารได้

1.3.3 สามารถถอดแบบระบบไฟฟ้า นำมาทำตารางโหลดได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้รับความรู้ความเข้าใจทางด้านการอ่านแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร

1.4.2 สามารถวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ และให้สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

1.4.3 สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานได้

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประเภทของแบบ

การเขียนแบบสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

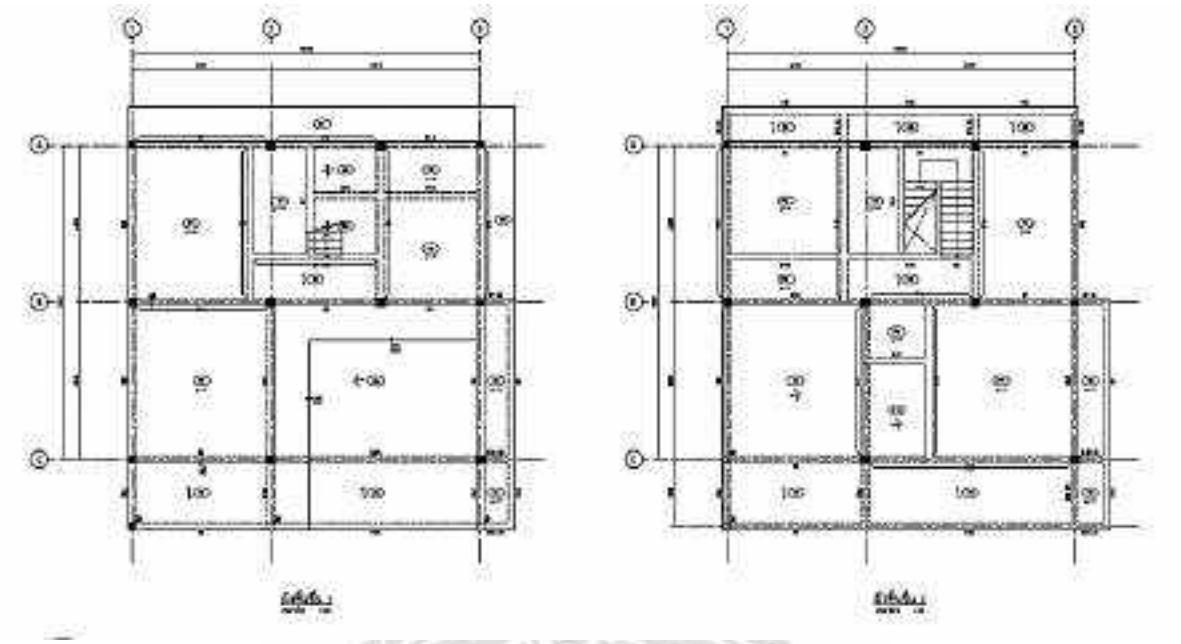
2.1.1 แบบด้านวิศวกรรม (Engineering Drawing) เป็นงานเขียนแบบเพื่อให้มีความสัมพันธ์กับการเขียนแบบก่อสร้างทางด้านสถาปัตยกรรมการกำหนดขนาด รูปร่าง ความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร และงานระบบต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งแบบทางด้านวิศวกรรมสามารถแบ่งได้ 4 แบบ ดังนี้

2.1 แบบวิศวกรรมโครงสร้าง (Structural Drawing) แบบทางด้านวิศวกรรมโครงสร้าง ประกอบด้วย ผังฐานราก (Foundation Plans) ผังโครงสร้าง (Framing Plans) รูปขยายรายละเอียดทางวิศวกรรม (Engineering Details) และตารางแสดงรายละเอียดทางวิศวกรรม (Engineering Schedules)

2.2 แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล (Plumbing Drawing) สำหรับแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลจะหมายรวมถึง ระบบน้ำดี และน้ำเสีย ซึ่งประกอบด้วย แบบผังระบบน้ำดี และผังระบบน้ำเสีย ของแต่ละชั้น และอาจมีแบบขยาย บ่อเกรอะ บ่อซึม ในกรณีที่ไม่ได้ใช้บ่อบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

2.3 แบบวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Drawing) ประกอบด้วย สัญลักษณ์ รายการประกอบแบบ และแบบระบบไฟฟ้าของอาคาร โดยส่วนใหญ่จะแยกเป็นแต่ละชั้น ในที่นี้จะไม่ขอกล่าวถึงในรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องระบบไฟฟ้า แต่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง จะเป็นลักษณะการเดินท่อร้อยสายไฟ ซึ่งอาจจะต้องมีการฝังท่อไว้ในโครงสร้าง

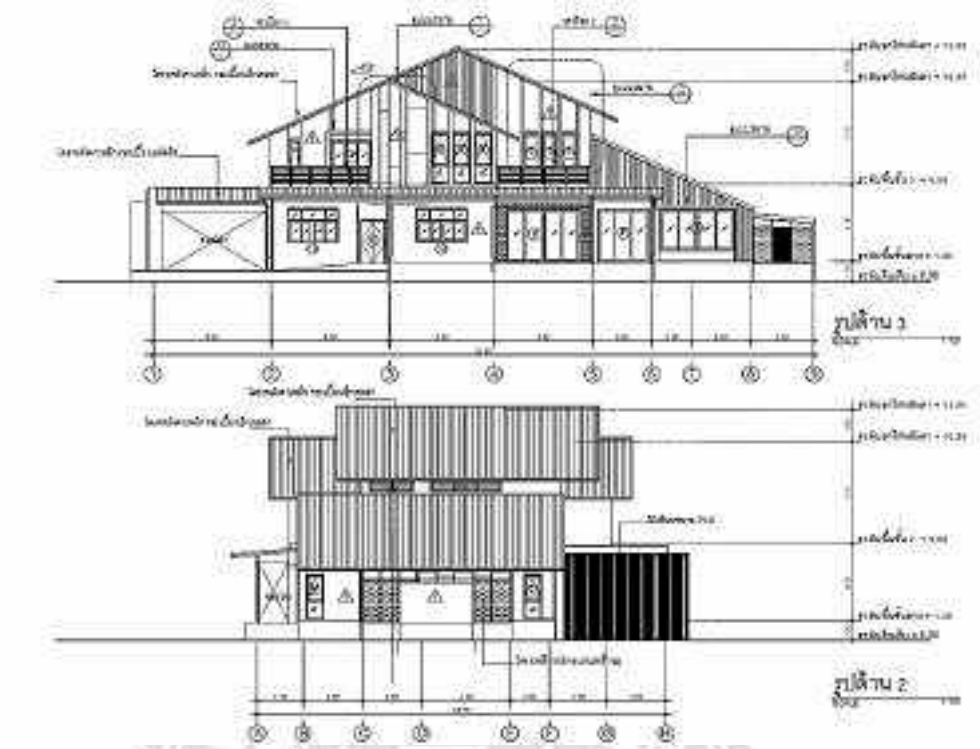
2.4 แบบวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Drawing) จะประกอบด้วยรายละเอียดในการติดตั้งเครื่องจักรในอาคาร เช่น ลิฟท์ บันไดเลื่อน เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ ระบบกลไกต่างๆ ที่ต้องใช้ภายในอาคาร



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแบบด้านวิศวกรรม

2.1.2 แบบสถาปัตยกรรม (Architectural Drawing) คือแบบก่อสร้างที่จะแสดงลักษณะและรายละเอียดของอาคารเมื่อก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ ดังนั้นในการก่อสร้างจะต้องพยายามก่อสร้างให้ได้ลักษณะ และรายละเอียดตามที่แสดงไว้ในแบบสถาปัตยกรรม โดยแบบก่อสร้างทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นแบบที่สถาปนิกเป็นผู้กำหนดรูปแบบและโครงสร้างทั่วไป ซึ่งได้รับข้อมูลจากการสำรวจสถานที่นำรายละเอียดจัดเป็นรูปแบบของพื้นที่ใช้สอย ข้อมูลดังกล่าวได้จากเจ้าของบ้านหรือเจ้าของโครงการว่ามีความต้องการเป็นพื้นฐานอย่างไร สถาปนิกจะเขียนเป็นแบบร่างนำเสนอเจ้าของบ้าน เพื่อร่วมปรึกษาถึงความเหมาะสม จากนั้นจะนำความคิดร่วมกัน เขียนแบบก่อสร้าง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการศึกษาแบบและการอธิบาย การเขียนจะใช้มาตราส่วนย่อ โดยกำหนดมิติที่เป็นความกว้างความยาว หรือทุกส่วนของอาคาร แบบสถาปัตยกรรม จำแนกได้หลายลักษณะ คือ

- ผังพื้นของอาคารทุกชั้น (Floor Plans)
- รูปด้าน (Elevation)
- รูปตัด (Section)
- รูปขยายรายละเอียดทางสถาปัตยกรรม (Architectural Details)
- ผังบริเวณก่อสร้าง (Lay Out Plan)
- ผังที่ตั้งหรือผังสังเขป (Site Plan)
- ตารางแสดงรายละเอียดทางสถาปัตยกรรม (Architectural Schedules)



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแบบสถาปัตยกรรม

2.2 มาตราส่วนในการเขียนแบบ

ใช้สำหรับย่อส่วนหรือขยายส่วนจากของจริง เช่น การเขียนแบบก่อสร้างอาคาร ใช้มาตราส่วน 1 : 100 ก็คือ ในแบบ 1 ส่วน ของจริงจะเท่ากับ 100 ส่วน ถ้าประตูในแบบกำหนดไว้ 2 ซม. ประตูจริงจะเท่ากับ 200 ซม. หรือ 2 เมตร เป็นต้น

การใช้มาตราส่วนต่างๆ ในงานเขียนแบบมี อยู่ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. มาตราส่วนปกติ (Full Scale) ใช้ในกรณีที่ วัสดุหรือสิ่งที่ต้องการเขียนลงในแบบมีขนาดพอๆ กับกระดาษที่จะเขียน เพื่อต้องการจะให้เห็นขนาดเท่าของจริง เช่น 1 : 1 อ่านว่า มาตราส่วน 1 ต่อ 1 หมายความว่า ความยาวในรูป 1หน่วย แทนความยาวจริง 1 หน่วย

2. มาตราส่วนย่อ (Brief Scale)ใช้ในกรณีสิ่งที่ต้องการเขียนแบบมีขนาดใหญ่โตเกินกว่ากระดาษเขียนแบบ ผู้เขียนแบบต้องย่อส่วนให้มีขนาดเหมาะสมกับกระดาษเขียนแบบ โดยมีหลักที่ว่าขนาดของสิ่งนั้นจะเป็นเท่าใดก็ตามจะกำหนดลงในกระดาษเขียนแบบเป็น 1 เสมอ มาตราส่วนย่อนี้ได้แก่ แผนที่ แบบบ้าน ฯลฯ เช่น 1 : 10 อ่านว่า มาตราส่วน 1 ต่อ 10 หมายความว่า ความยาวในรูป 1 หน่วย แทนความยาวจริง 10 หน่วย หรือมีควายาวจริงเป็น 10 เท่าของความยาวในรูป

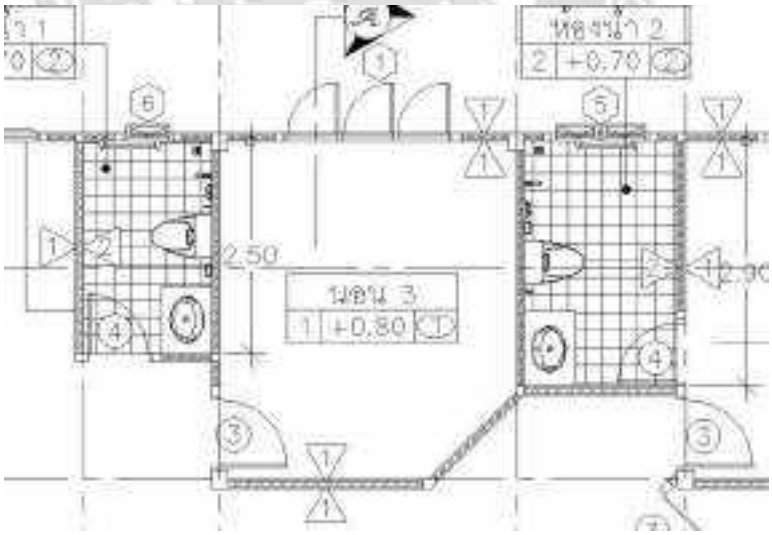
3. มาตราส่วนขยาย (Extended Scale) ใช้ในกรณีสิ่งที่ต้องการเขียนแบบนั้นมีขนาดเล็กมาก และไม่สามารถเขียนแบบแสดงรายละเอียดของชิ้นงานนั้นได้อย่างชัดเจนตามขนาดจริง ไม่สามารถกำหนดขนาดรายระเอียดได้หมด มาตราส่วนขยายานี้ เช่น แบบเฟืองนาฬิกาข้อมือ แบบชิ้นส่วนแม่พิมพ์โมเดลรถแข่งคันเล็กๆ ฯลฯ เช่น 10 : 1 อ่านว่า มาตราส่วน 10 ต่อ 1 หมายความว่า ขนาดของจริง 1 ส่วนถูกขยายเป็น 10 ส่วนในกระดาษเขียนแบบ

2.3 สัญลักษณ์แบบที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

สัญลักษณ์ หมายถึง สิ่งที่ใช้แทนความเข้าใจ ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ในงานเขียนแบบจึงได้กำหนดมาตรฐานสากลเพื่อช่วยให้เข้าใจรายละเอียดแบบงานชัดเจนยิ่งขึ้นโดยไม่ต้องอธิบาย การนำผิวงานผ่านกระบวนการทำงานมาแล้ว เช่น ตะไบ กลึง กัด มาส่องดูด้วยแว่นขยาย จะเห็นว่า ผิวชิ้นงานนั้นขรุขระเป็นรูปคลื่น ชิ้นงานใดมีลูกคลื่นสูงแสดงว่าชิ้นงานนั้นมีผิวหยาบ ความหยาบ ละเอียดของผิวงานนี้มีผลกระทบต่องานอย่างมาก ดังนั้นผู้เขียนแบบจึงกำหนดสัญลักษณ์ลงในผิวงานเพื่อง่ายต่อการทำงานและการอ่านแบบ

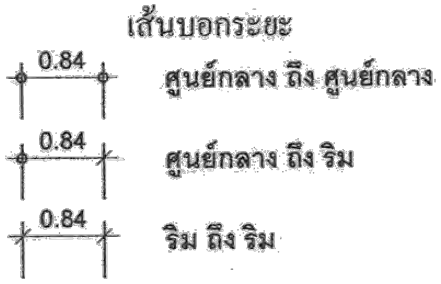
2.3.1 สัญลักษณ์ทางสถาปัตยกรรม

1). แบบแปลน เป็นรูปวาดที่แสดงวัตถุจากมุมมองด้านบน พูดง่ายๆคืออยากดูแปลนชั้นไหนก็ตัดครึ่งชั้นนั้นๆ ในแบบแปลนจึงแสดงเพียงขนาดต่างๆ ในแนวราบ โดยวาดตามสเกลที่ระบุ



รูปที่ 2.3 แบบแปลนในงานสถาปัตยกรรม

2). เส้นบอกระยะ (dimension) คือ เส้นบอกขนาดความกว้าง-ยาวของแต่ละห้อง ซึ่งเส้นแต่ละแบบก็บอกระยะต่างกัน เช่น เส้น dimension แบบเส้นตั้งและเส้นนอนตัดกัน มีวงกลมทับ ใช้บอกระยะจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลาง มักใช้กับเสาบอกระยะห้องจากกลางเสาต้นแรกถึงกลางเสาต้นที่ 2 เป็นต้น

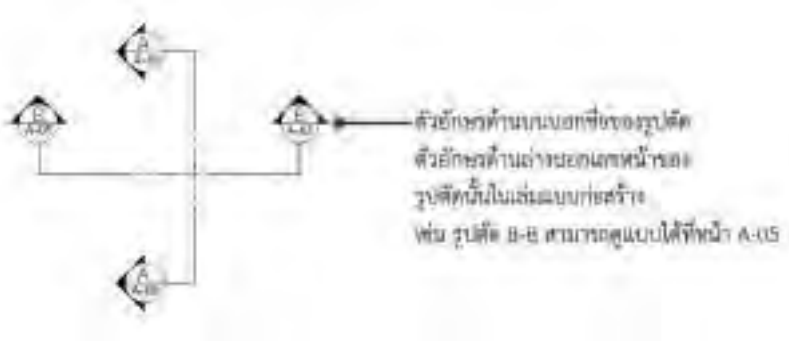


รูปที่ 2.4 เส้นบอกระยะ

3). สัญลักษณ์รูปด้าน ถ้าหัวลูกศรหันเข้าหากันจะแสดงรูปด้านรวมภายนอกอาคาร ถ้าหัวลูกศรหันออกทุกทิศทางจะแสดงรูปด้านรวมภายในของห้อง ซึ่งทั้ง 2 แบบมักวางไว้ใกล้ชื่อแปลน หรือมุมขวาล่างของแปลน ส่วนตัวเลขในวงกลมแถวบน หมายถึงแต่ละด้านในแปลน แถวล่าง หมายถึง หน้าที่แสดงรูปด้านนั้นๆ

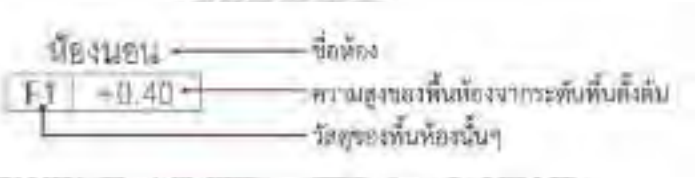
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์รูปด้าน

4). สัญลักษณ์รูปตัด แสดงแนวรูปตัดอาคารหรือแปลนนั้นๆ ตัวเลขข้างบนเป็นหมายเลขรูปตัด ตัวเลขข้างล่างเป็นหน้าที่แสดงรูปตัดนั้น จากตัวอย่างคือแสดงแนวตัดของ รูปตัด A-A และ รูปตัด B-B ซึ่งแสดงที่หน้า A-05



รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์รูปตัด

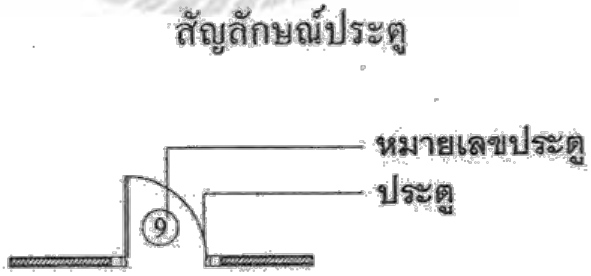
5). สัญลักษณ์บอกชื่อห้อง นอกจากชื่อห้องแล้วยังบอกอีกว่าพื้นห้องนั้นๆใช้วัสดุอะไร และอยู่สูงจากระดับพื้นตั้งต้นเท่าไหร่



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์บอกชื่อห้อง

6). ประตูและหน้าต่าง คือ สัญลักษณ์ที่ขาดไม่ได้เลยในการเขียนแปลนพื้น เพราะเวลาเราตัดครึ่งห้อง ย่อมต้องเห็นสัญลักษณ์เหล่านี้

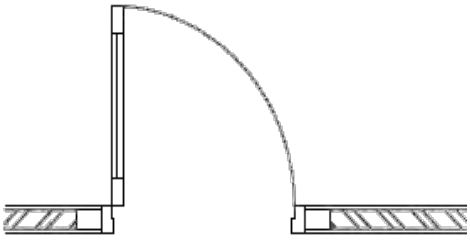
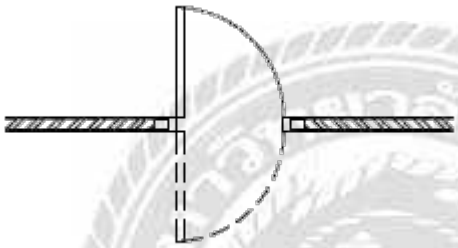
1. สัญลักษณ์ประตู ไม่จำเป็นต้องเป็นวงกลมเสมอไป อาจเป็นหกเหลี่ยม หรือสามเหลี่ยมก็ได้ ตัวเลขภายในอาจเป็นตัวเลขเดี่ยวๆ หรือมีตัวอักษร “D” หรือ “ป” แทรกอยู่หน้าตัวเลขก็ได้ เช่น D1, ป1 เพื่อบอกว่าประตูบานนั้นเป็นประตูลักษณะไหนซึ่งจะเห็นได้แบบขยาย (detail)



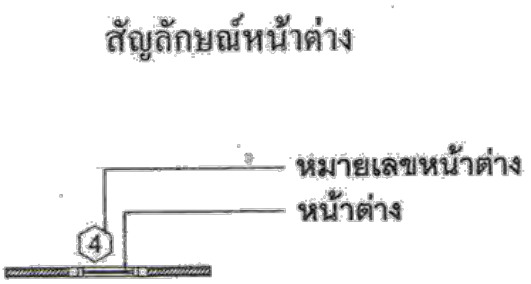
รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ประตู

ซึ่งรายละเอียดของสัญลักษณ์ประตู แสดงดังตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของลักษณ์ประตู

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ประตูบานเปิดเดี่ยว วงกบไม้ ลูกฟัก Single Opening Door
	ประตูเปิดได้ 2 ทาง Swing Door
	ประตูบานเลื่อน บานเดียวด้านข้าง ติดตาย
	ประตูบานเลื่อน บานเดียวด้านข้าง ติดตาย 2 บาน Sliding Door

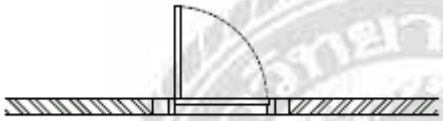
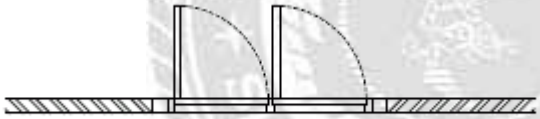
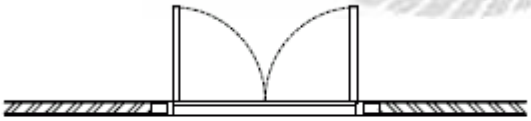
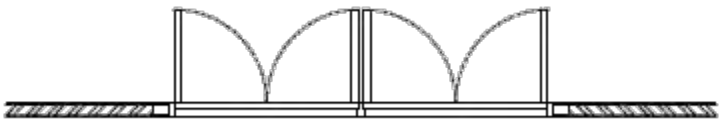
2. สัญลักษณ์หน้าต่างก็เหมือนกัน ไม่จำเป็นต้องเป็นหกเหลี่ยม และอาจมีตัวอักษร “W” หรือ “น” แทรกอยู่ข้างหน้าตัวเลขได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ประตู



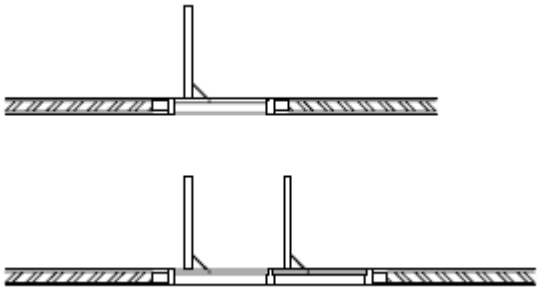
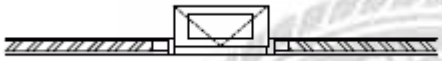
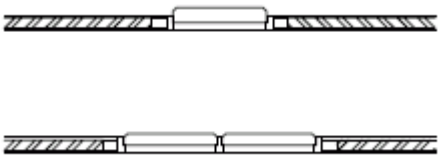
รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์หน้าต่าง

ซึ่งรายละเอียดของสัญลักษณ์หน้าต่าง แสดงดังตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของลักษณ์หน้าต่าง

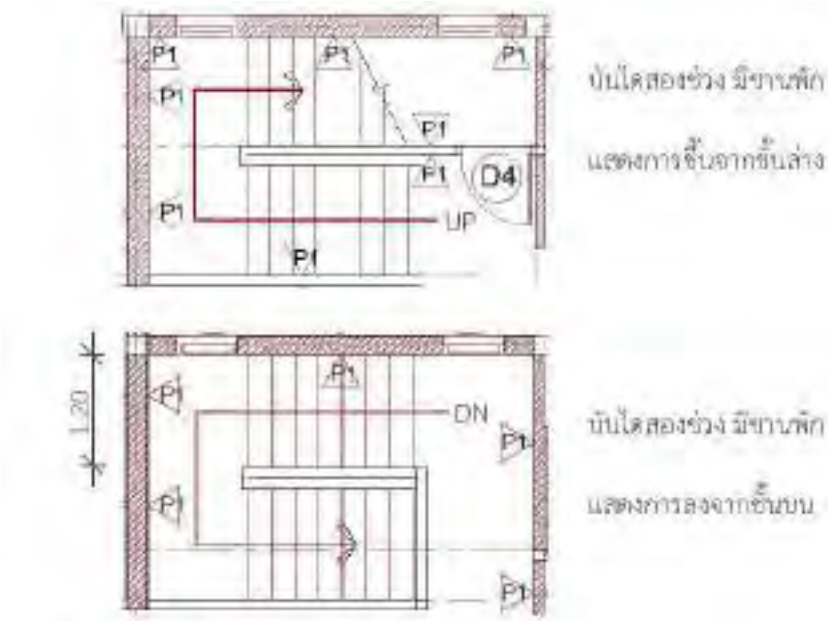
สัญลักษณ์	ความหมาย
	หน้าต่างบานเปิดเดี่ยว
	หน้าต่างบานเปิดเดี่ยว 2 บาน ติดกัน
	หน้าต่างบานเปิดคู่
	หน้าต่างบานเปิดคู่ 2 บาน ติดกัน

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของลักษณ์หน้าต่าง (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	หน้าต่างบานเปิดบานพับแบบมุมฉาก เช่น whicco
	หน้าต่างบานกระทุ้ง
	หน้าต่างติดตาย
	หน้าต่างกระจกติดตาย 2 บานติดบน - ล่างเหลื่อมกัน (บานซ้อน)
	หน้าต่างบานเกล็ด

7). บันได เป็นสัญลักษณ์ที่ดูง่ายที่สุด เพราะเป็นเส้นขีดๆเป็นขั้นบันได ซึ่งเราสามารถนับจำนวนขั้นบันไดจริงๆได้จากในแปลน และรู้ความจากของบันไดได้จากเส้นบอกระยะ (dimension) ที่

เขียนในแปลน ส่วนทางขึ้น-ลงจะมีคำว่า ‘ขึ้น (UP)’ หรือ ‘ลง (DN)’ พร้อมลูกศรบอกทิศทางการเดิน กำกับอยู่เสมอ



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์บันได

2.3.2 สัญลักษณ์ระบบไฟฟ้า

สัญลักษณ์ไฟฟ้าใช้เป็นภาพแสดง แทนรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ทั้งวงจรแสงสว่าง วงจรไฟฟ้ากำลัง และวงจรควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า รวมทั้งแบบวงจรไฟฟ้าทั่วไป และแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สัญลักษณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จึงแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม ตามมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน NEC, IEC, DIN เป็นต้น

1). มาตรฐาน NEC (National Electric Code) หรือ มาตรฐาน ANSI ของสหรัฐอเมริกาสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบไฟฟ้าทั่วๆไป ที่ใช้ในบ้านพักอาศัย แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. สัญลักษณ์ของหลอดแสงสว่าง (Lighting Symbols)
2. สัญลักษณ์ของสวิตช์ (Switch Symbols)
3. สัญลักษณ์ของเต้ารับ
4. สัญลักษณ์ของอุปกรณ์สื่อสาร

	ไฟติดเพดาน (Surface Ceiling Light)	
R	ไฟฝังเพดาน (Recess Ceiling Light)	
D	โคมไฟห้อย (Drop Cord Light)	
LV	โคมไฟในสวน (Landscape Light)	
	โคมไฟผนัง (Wall Light)	
F	โคมไฟติดพัดลมเพดาน (Ceiling fan Light)	
	โคมไฟแถว (Multi-Light bar)	
	โคมไฟแถวปรับมุมได้ (Track Light)	
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ฝังฝ้าเพดาน (Troffer Fluorescent Light)	
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ติดฝ้าเพดาน (Surface Fluorescent Light)	

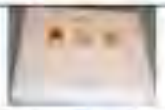
รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์ของหลอดแสงสว่าง (Lighting Symbols)

$	สวิตช์ (Switch)	
$ 3	สวิตช์สามทาง (3-Way Switch)	
$ 4	สวิตช์สี่ทาง (4-Way Switch)	
$ DM	สวิตช์หรี่ไฟ (Dimmer Switch)	

รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ของสวิตช์ (Switch Symbols)

	เต้ารับทั่วไป (Outlet)	
GFI	เต้ารับมีอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว GFI Outlet (Ground fault Interrupted Protected)	
S	เต้ารับมีสวิตช์ควบคุม (Switched Outlet)	
WP	เต้ารับแบบกันน้ำ (Water proof Outlet)	
QUAD	เต้ารับ 4 เต้า (Quad Outlet)	
FLOOR	เต้ารับฝังพื้น (Floor Outlet)	

รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์ของเต้ารับ

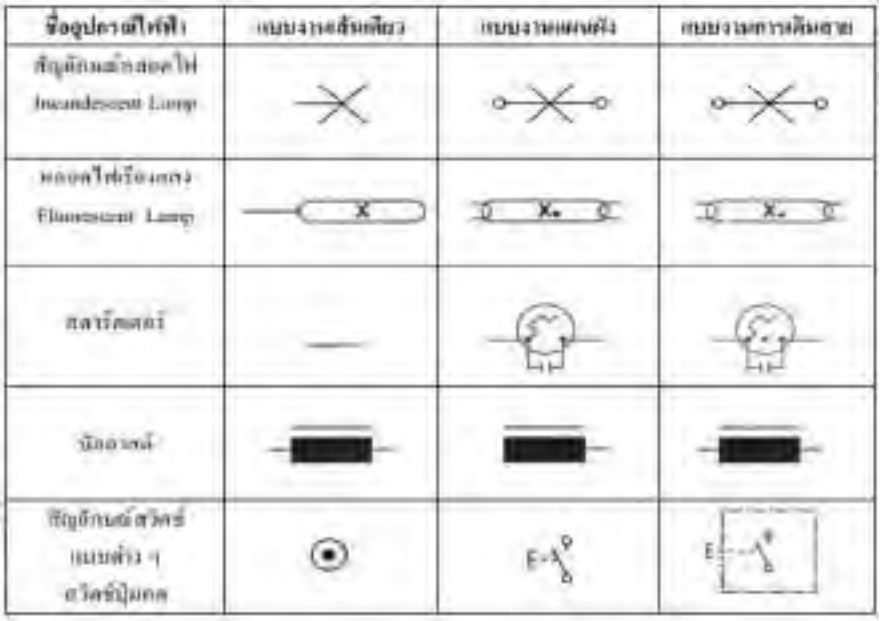
SD	อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoked Detector)	
	เต้ารับโทรศัพท์ (Telecom Outlet)	
S	เต้ารับสัญญาณสเตอริโอ (Stereo Outlet)	
TV	เต้ารับสายอากาศโทรทัศน์ (Television Outlet)	
	สวิตช์กระดิ่ง (Doorbell button)	
CH	กระดิ่งไฟฟ้า (Doorbell Chime)	
BT	หม้อแปลงกระดิ่งไฟฟ้า (Doorbell Transformer)	
T	อุปกรณ์ปรับอุณหภูมิ (Thermostat)	

รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์ของอุปกรณ์สื่อสาร

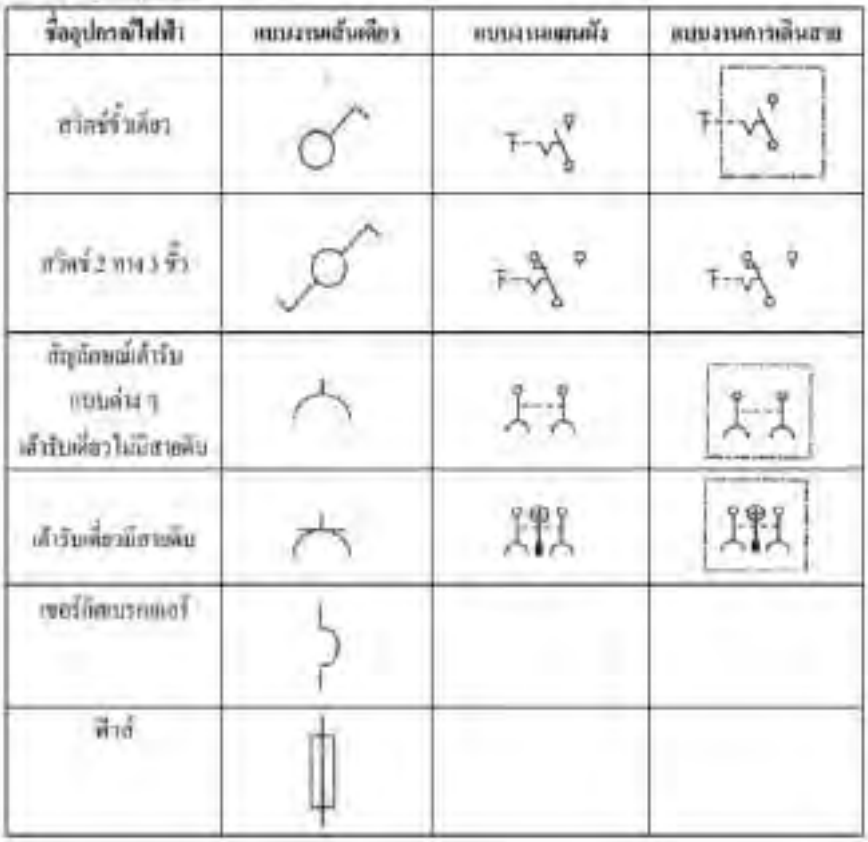
	ตู้ควบคุมวงจรแสงสว่าง (Lighting panel หรือ Service Panel)	
	ตู้ควบคุมหลัก (Distribution panel หรือ Power Panel)	
	สายป้อน (Feeder)	
G	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)	
M	มอเตอร์ (Motor)	
	ตู้ควบคุมมอเตอร์ (Controller)	

รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ของแผงจ่ายไฟฟ้า

2). มาตรฐาน DIN (Deutsches Institut für Normung) เป็นมาตรฐานของสหพันธรัฐเยอรมัน

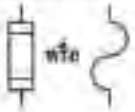


รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN

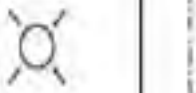
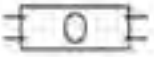


รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN

3). มาตรฐาน ANSI (American National Standards Institute)

ชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้า	แบบวงจรเส้นเดียว	แบบวงจรแยกสาย	แบบวงจรการเดินสาย
บัสบาร์	—		
เซอร์กิตเบรกเกอร์			
ฟิวส์			

รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน ANSI

ชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้า	แบบวงจรเส้นเดียว	แบบวงจรแยกสาย	แบบวงจรการเดินสาย
สัญลักษณ์หลอดไฟ Incandescent Lamp			
หลอดฟลูออเรสเซนต์ Fluorescent Lamp			
เตาร์ดเดอร์	—		
สวิตช์ชั้วเดียว	S		
สวิตช์ 2 ทาง 3 ขั้ว	S_3		
เต้ารับคู่ชนิดมีสายดิน			

รูปที่ 2.19 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าตามมาตรฐาน ANSI

2.4 ทฤษฎีการออกแบบระบบไฟฟ้า

2.4.1 การประมาณโหลด (Load Estimating)

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องมีการประมาณโหลดทั้งหมดของอาคารที่ออกแบบเพื่อทราบถึงขนาดของโหลดทั้งหมดอย่างคราวๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกระบบแรงดันไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า

โหลดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- โหลดแสงสว่าง (Lighting Load) เป็นโหลดทางด้านแสงสว่างจากดวงโคม
- โหลดไฟฟ้ากำลัง (Power Load) เป็นโหลดที่ใช้งานทางด้านไฟฟ้ากำลังอันได้แก่
    - เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป
    - เครื่องปรับอากาศ , เครื่องทำความเย็น
    - ระบบลิฟต์ , บันไดเลื่อน
    - ระบบสุขาภิบาล
    - ระบบโทรศัพท์
    - ระบบโทรทัศน์
    - ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
    - ระบบเครื่องดูดควัน เป็นต้น

-โหลดไฟฟ้ายังสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

- โหลดต่อเนื่อง อันได้แก่ โหลดทางไฟฟ้าที่จะต้องใช้งานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา เช่น โหลดแสงสว่าง โหลดบันไดเลื่อน เป็นต้น
- โหลดไม่ต่อเนื่อง ได้แก่โหลดที่มีลักษณะการทำงานเป็นครั้งคราว เป็นคาบเวลา เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศ (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าหากมีการใช้งานอยู่ตลอดเวลาก็ถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่องได้เช่นเดียวกัน) ในการแยกชนิดของโหลดจะส่งผลในการคำนวณออกแบบและการกำหนดขนาดสายวงจรย่อย,สายป้อนและอุปกรณ์ป้องกัน

2.4.2 การคำนวณขนาดของโหลด

การคำนวณค่าโหลดที่นิยมใช้โดยทั่วไปในปัจจุบันจะคิดค่าในหน่วย VA (โวลท์-แอมป์) ซึ่งเป็นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ หรือเป็นค่าที่เครื่องวัดทางไฟฟ้าสามารถวัดได้จริง และเมื่อรวมค่าทั้งหมด

ของโหลดแล้วสามารถเลือกใช้ขนาดของหม้อแปลงได้ทั้งนี้ และการกำหนดอุปกรณ์ป้องกันก็สามารถคำนวณได้ง่ายและชัดเจน

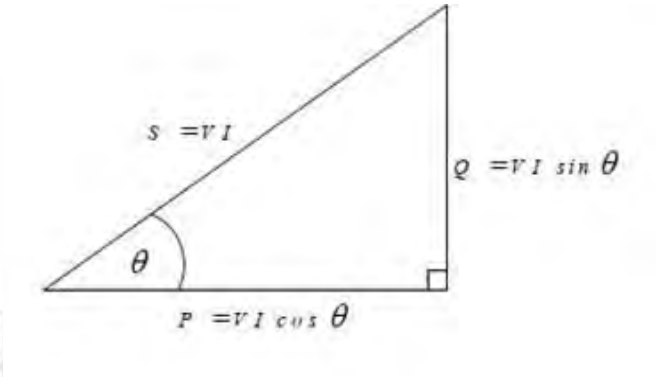
ค่าของกำลังไฟฟ้า มี 3 ค่า คือ

$S = VI$ หน่วย (VA) โวลท์.แอมป์

$P = VI \cos \theta$ หน่วย (W) วัตต์

$Q = VI \sin \theta$ หน่วย (VAR) วาล์

สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของค่ากำลังไฟฟ้าทั้ง 3 ค่าสามารถนำมาเขียนในรูปสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าดังรูป



ระบบ 1 เฟส แทนค่า V = 220V

$P = VI\cos\theta$

ระบบ 3 เฟส แทนค่า V = 380V

$P = 3VI\cos\theta$

หากเราทราบค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในหน่วย วัตต์ (W) และทราบค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบ ($PF;\cos\theta$) ของระบบก็จะสามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏได้จาก

$VI = \frac{P}{cos\theta}$ ระบบ 1 เฟส

$VI = \frac{P}{\sqrt{3}.cos\theta}$ ระบบ 3 เฟส

หากค่า PF ไม่สามารถทราบค่าได้เราสามารถประมาณค่า PF = 1 ได้

2.4.3 ชนิดและการใช้งานของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวกลางในการนำกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟ ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสายไฟประกอบไปด้วย ตัวนำไฟฟ้า ซึ่งจะทำจากโลหะที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดี และมีความต้านทานไฟฟ้าน้อย เช่น ทองแดง และฉนวนไฟฟ้า ที่ใช้ในการหุ้มป้องกันไม่ให้ผู้ใช้กับสายโดยตรง และลดโอกาสที่จะทำให้เกิดอันตรายจากไฟฟ้าด้วย

ประเภทของสายไฟฟ้า มี 2 แบบ คือ 1. สายไฟแรงดันต่ำ , 2. สายไฟแรงดันสูง

1. สายไฟแรงดันต่ำ

- สายไฟที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่ไม่เกิน 750 โวลต์ (750V)
- สายไฟนั้นทำด้วยทองแดง หรืออะลูมิเนียม แต่โดยทั่วไปจะเป็นสายทองแดง
- สายขนาดเล็ก จะเป็นสายตัวนำเดี่ยว และสายขนาดใหญ่จะเป็นตัวนำตีเกลียว
- ฉนวนที่ใช้งานจะเป็น PVC และ XLPE

ชนิดของสายไฟแรงดันต่ำ ประกอบด้วย

1.1 สายไฟชนิด THW

สายไฟชนิด THW จะเป็นสายไฟชนิดแรงดันต่ำ รองรับแรงดันได้ 750V เป็นสายชนิดเดี่ยว มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากนำไปใช้ในวงจรไฟฟ้า 3 เฟสได้ ซึ่งสายไฟชนิดนี้ ไม่เหมาะสำหรับการเดินฝังดินโดยตรง และเมื่อต้องการเดินลอยจะต้องยึดสายด้วย Insulator ด้วย

รูปที่ 2.20 สายไฟ THW

1.2 สายไฟชนิด VAF

สายไฟชนิด VAF จะเป็นสายไฟชนิดแรงดันต่ำ สามารถทนแรงดันได้ 300V มีทั้งชนิดสายเดี่ยว สายคู่ และแบบสามสายที่รวมสายดินไปด้วย โดยที่แต่ละสายก็จะมีฉนวนหุ้ม และมีเปลือกหุ้มที่เป็นฉนวนอยู่อีกชั้นหนึ่งด้านนอก เป็นสายไฟชนิดที่นิยมในการเดินภายในบ้านทั่วไป แต่ไม่สามารถใช้งานในการติดตั้งไฟฟ้า 3 เฟสได้ เพราะไม่สามารถรองรับแรงดันที่ 380V ได้ ยกเว้นจะติดตั้งแบบแยกเป็นแบบ 1 เฟส และใช้แรงดัน 220V

รูปที่ 2.21 สายไฟ VAF

1.3 สายไฟชนิด VCT

สายไฟชนิด VCT จะเป็นสายไฟชนิดแรงดันต่ำ สามารถทนแรงดันได้ 750V ตัวสายมีลักษณะกลม มีทั้งชนิด 1 ,2 แกน, 3 แกน และ 4 แกน โดยจุดเด่นของสายชนิดนี้ คือ จะเป็นสายที่ประกอบด้วยสายทองแดงฝอยเส้นเล็ก ๆ จึงทำให้สายมีความอ่อนตัว และทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี และยังเป็นสายที่สามารถต่อลงดินได้

รูปที่ 2.22 สายไฟ VCT

1.4 สายไฟชนิด NYY

สายไฟชนิด NYY เป็นสายไฟชนิดกลม ที่สามารถทนแรงดันได้ 750V มีทั้งแบบแกนเดียว และหลายแกน เป็นสายที่นิยมใช้เป็นอย่างมาก เพราะเป็นสายที่มีเปลือกหุ้มอีกชั้น จึงสามารถป้องกันความเสียหายทางกายภาพได้ดี โดยสายชนิดนี้ สามารถเดินฝังใต้ดินได้

รูปที่ 2.23 สายไฟ NYY

2. สายไฟแรงดันสูง

- จะเป็นสายชนิดตีเกลียวที่มีขนาดใหญ่
- สายชนิดนี้ จะมีทั้งสายแบบทั้งแบบเปลือย และหุ้มฉนวน
- สายไฟสามารถรับแรงดันได้ตั้งแต่ 1KV ~ 36KV

ชนิดของสายไฟแรงดันสูง ประกอบด้วย

2.1 สายไฟฟ้าอลูมิเนียมตีเกลียวชนิดเปลือย (AAC)

เป็นสายที่ใช้ตัวนำเป็นอะลูมิเนียมพันตีเกลียวเป็นชั้น ๆ สายชนิดนี้ สามารถรับแรงดันได้ต่ำ จึงไม่สามารถขึงสายให้กับเสาที่มีระยะห่างมาก ๆ ได้ โดยทั่วไปจะไม่เกิน 50 เมตร ยกเว้นสายที่มีขนาด 95 มิลลิเมตร ขึ้นไปอาจจะขึงได้ถึง 100 เมตร

รูปที่ 2.24 สายไฟ AAC

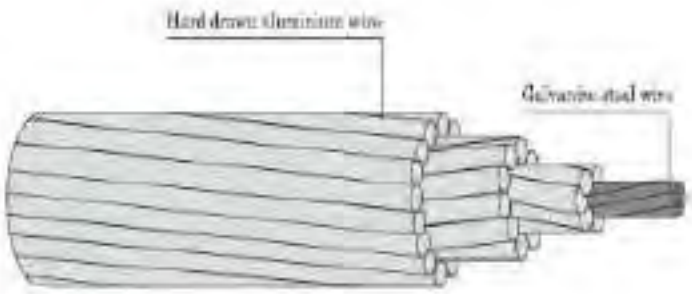
2.2 สายไฟฟ้าอลูมิเนียมชนิดผสม (AAAC)

เป็นสายที่ผสมตัวนำจากหลายวัสดุ ทั้งอะลูมิเนียม, แมกนีเซียม และซิลิคอน ทำให้มีความเหนียว และแรงดันได้สูงกว่า สายอะลูมิเนียมล้วน ๆ ทำให้ขึงสายได้ในระยะห่างได้มากขึ้น และทนต่อการกัดกร่อนของไอเกลือได้ดี จึงนิยมใช้เดินสายในบริเวณชายทะเล

รูปที่ 2.25 สายไฟ AAAC

2.3 สายไฟฟ้าอลูมิเนียมชนิดแกนเหล็ก (ACSR)

เป็นสายไฟที่ใช้ตัวนำเป็นอะลูมีเนียมตีเกลียว และมีสายเหล็กอยู่ตรงกลาง ทำให้สามารถรับแรงดึงได้สูงขึ้น ทำให้สามารถขยายระยะห่างระหว่างเสาในการขึงได้มากขึ้น แต่สายชนิดนี้ ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของไอเกลือ จึงไม่ควรใช้งานบริเวณชายทะเล



รูปที่ 2.26 สายไฟ ACSR

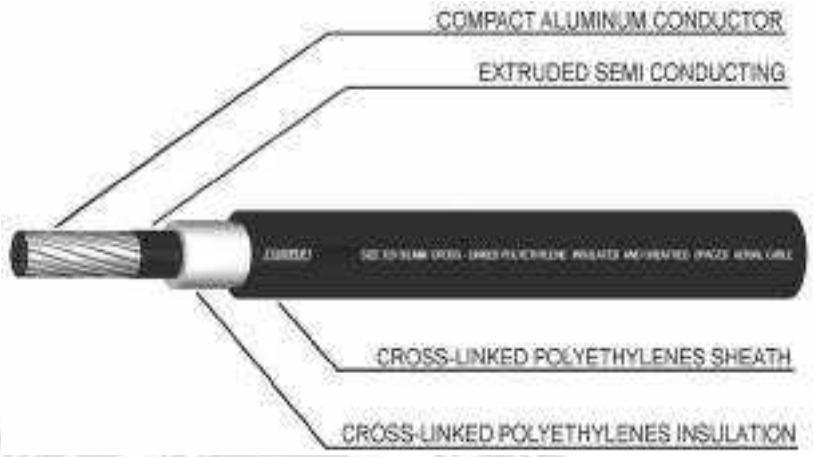
2.4 สาย Partial Insulated Cable (PIC)

เป็นสายไฟชนิดที่นำมาใช้แทนสายเปลือย เพราะสายเปลือยมีโอกาสที่ไฟฟ้าลัดวงจรได้ง่าย โดยสายชนิดนี้ ประกอบด้วยตัวนำอะลูมิเนียมตีเกลียว แล้วหุ้มด้วยฉนวน XLPE แต่ถึงแม้ว่าสายนี้จะหุ้มฉนวนจริง แต่เป็นเพียงฉนวนที่ช่วยป้องกันการลัดวงจรเพียงเท่านั้น ห้ามสัมผัสโดยตรง

รูปที่ 2.27 สายไฟ PIC

2.5 สาย Space Aerial Cable (SAC)

เป็นสายไฟที่มีอะลูมิเนียมตีเกลียวเป็นตัวนำ และหุ้มด้วยฉนวน XLPE เช่นเดียวกันกับสายไฟชนิด PIC แต่จะมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง ทำให้มีความทนทานมากกว่าสายชนิด PIC แต่ถึงแม้ว่าจะหุ้มเปลือกอีกชั้น ก็ไม่ควรแตะต้องโดยตรงเช่นกัน แต่สายชนิดนี้ ก็สามารถวางใกล้กันได้มากกว่าสาย PIC



รูปที่ 2.28 สายไฟ SAC

2.6 สาย Preassembiy Aerial Cable (PAC)

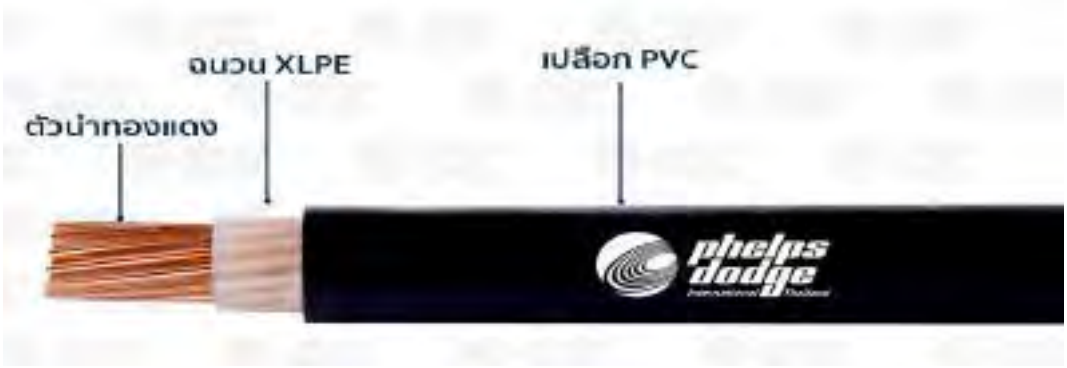
เป็นสายไฟที่จัดเป็นสายชนิด Fully Insulated มีโครงสร้างใกล้เคียงกับสายไฟชนิด XLPE มีตัวนำเป็นอะลูมิเนียม มีความทนทานมาก เป็นสายที่วางใกล้กันได้ สามารถเดินผ่านอาคาร หรือบริเวณที่มีคนอาศัยอยู่ หรือวางพาดไปกับมุมตึกได้

รูปที่ 2.29 สายไฟ PAC

2.7 สาย Cross-linked Polyethylene (XLPE)

เป็นสายที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน จัดเป็นสายชนิด Fully Insulated ที่มีส่วนประกอบหลายส่วน ดังนี้

- ตัวนำ : โดยส่วนใหญ่จะเป็นทองแดงตีเกลียว ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบของ Copper Concentric Strand หรือ Copper Compact Strand
- ชีลด์ของตัวนำ : ทำจากสารกึ่งตัวนึง ทำให้สนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำกับฉนวนกระจายได้อย่างสม่ำเสมอ ช่วยลดการเกิด Breakdown
- ฉนวน : เป็นชั้นที่หุ้มห่อชั้นชีลด์ของตัวน้ำอีกชั้นหนึ่ง ทำด้วยฉนวน XLPE
- ชีลด์ของฉนวน : เป็นชั้นที่หุ้มทับชั้นของฉนวนอีกที และหุ้มด้วยชั้นของลวดทองแดง หรือเทปทองแดงอีกที เพื่อจำกัดสนามไฟฟ้าให้อยู่ภายในสายเคเบิ้ล ป้องกันการรบกวน และการต่อชีลด์ลงดินจะช่วยลดอันตรายจากการสัมผัสถูกสายเคเบิ้ลด้วย ทำให้การกระจายของแรงดันอย่างสม่ำเสมอ
- เปลือกนอก : โดยทั่วไปจะหุ้มด้วยพลาสติก PVC หรือ PE ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน โดยทั่วไปถ้าใช้งานกลางแจ้งจะใช้เป็น PVC ส่วน PE มักจะใช้กับการเดินลอย เพราะมีความทนทานต่อสภาพอากาศ และถ้าหากเดินใต้ดินอาจจะมีชั้นของ Service Tape อาจจะทำด้วยผ้า คั่นระหว่างชีลด์กับเปลือกนอก ช่วยป้องกันการเสียดสี และกระทบกระแทก



รูปที่ 2.30 สายไฟฟ้า XLPE

2.4.4 ตารางสายไฟฟ้า

ตารางที่ 2.3 วิธีการติดตั้ง

วิธีที่	วิธีการติดตั้ง	รูปแสดง
1	การเดินสายบนผิวของอาคาร	
2	การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคาร	
3	การเดินสายในท่อสายบนผิวภายในอาคาร หรือในท่อสายฝังในพื้นคอนกรีต ผนังปูนฉาบ	
4	การเดินสายในท่อฝังดิน	
5	การเดินสายฝังดินโดยตรง	
6	การเดินสายในรางเดินสาย (wireways)	
7	การเดินสายในรางเคเบิลแบบบันได (cable ladder)	

ตารางที่ 2.4 การเดินสายไฟฟ้าวิธีต่างๆ และค่าขาดกระแสของสายไฟฟ้า

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)								
	การติดตั้ง (ดูตารางหมายเหตุ)								
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		วิธีที่ 4		วิธีที่ 5	วิธีที่ 6	วิธีที่ 7
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ			
0.5	8	9	8	7	10	9	-	8	-
1	11	14	11	10	15	13	21	11	-
1.5	15	17	14	13	18	16	26	14	-
2.5	20	23	18	17	24	21	34	18	-
4	27	31	24	23	32	28	45	24	-
6	35	42	31	30	42	36	56	31	-
10	50	60	43	42	58	50	75	45	-
16	66	81	56	54	77	65	97	61	-
25	89	111	77	74	103	87	125	84	-
35	110	137	95	91	126	105	150	104	-
50	-	169	119	114	156	129	177	128	151
70	-	217	148	141	195	160	216	163	196
95	-	271	187	180	242	200	259	202	239
120	-	316	214	205	279	225	294	236	278
150	-	364	251	236	322	259	330	270	323
185	-	424	287	269	370	296	372	311	371
240	-	509	344	329	440	352	431	369	438
300	-	592	400	373	508	400	487	424	506
400	-	696	474	416	599	455	552	489	607
500	-	818	541	496	684	516	623	558	693

2.4.5 ท่อร้อยสายไฟ (Electrical Conduit)

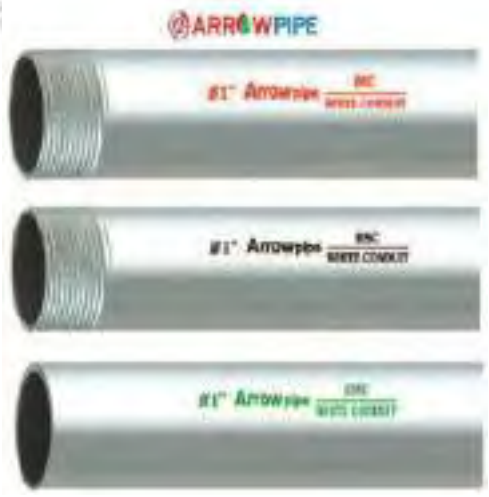
เป็นอุปกรณ์สำหรับงานไฟฟ้าอย่างหนึ่ง มีหน้าที่ในการร้อยสายไฟฟ้า สายสัญญาณต่าง ๆ ที่ได้รับการติดตั้งมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และยังมีส่วนช่วยป้องกันสายไฟหรือสายสัญญาณ จากสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ จากภายนอกที่จะมีโอกาสที่จะทำลายสายไฟได้นั่นเอง โดยที่การติดตั้งท่อร้อยสายไฟมักจะติดตั้งในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น ฝังใต้หนัง, ใต้พื้น, บนฝ้า ซึ่งจะใช้แตกต่างกันในแต่ละชนิด

ประเภทของท่อร้อยสายไฟ

ท่อร้อยสายไฟเป็นสิ่งที่จะช่วยปกป้องสายไฟ และรวบรวมสายไฟหลาย ๆ เส้นไว้ด้วยกัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ท่อโลหะและท่อพลาสติก การเดินสายไฟแบบฝังผนังสามารถเลือกได้ทั้งท่อโลหะ และท่อพลาสติก ขึ้นอยู่กับงบประมาณ ซึ่งท่อโลหะจะแพงกว่าแต่ก็ทนทานกว่าเช่นกัน

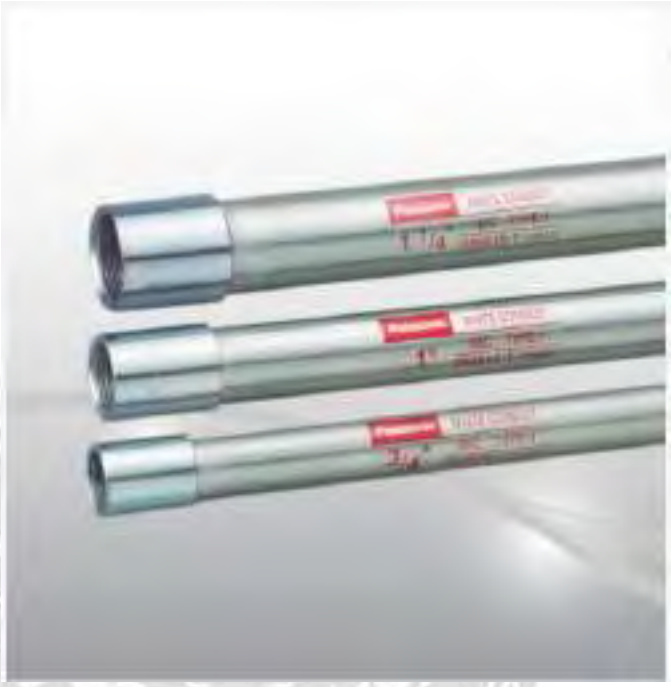
1. ท่อโลหะ แบ่งออกได้ดังนี้

ท่อโลหะขนาดบาง EMT (Electrical Metallic Tubing) ท่อ EMT ใช้เดินลอยในอากาศหรือฝังในผนังคอนกรีตได้ แต่ห้ามฝังดินหรือฝังในพื้นคอนกรีต ในสถานที่อันตราย ระบบแรงสูงหรือบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ ขนาดท่อที่มีขายในท้องตลาดคือ 1/2 นิ้ว, 3/4 นิ้ว, 1 นิ้ว, 1 1/4 นิ้ว, 1 1/2 นิ้ว, 2 นิ้ว การดัดท่อชนิดนี้ใช้ Bender ที่มีขนาดเท่ากับขนาดท่อ สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ อาจใช้ข้อโค้งสำเร็จรูป (Elbow) ที่วางขายทั่วไปได้ เช่น ข้อโค้ง 90 องศา



รูปที่ 2.31 ท่อ EMT

1.1 ท่อโลหะขนาดกลาง IMC (Intermediate Metallic Conduit) ท่อ IMC ใช้เดินนอกอาคาร หรือฝังในผนัง-พื้นคอนกรีตได้ ขนาดท่อที่มีขายในท้องตลาดคือ 1/2 นิ้ว, 3/4 นิ้ว, 1 นิ้ว, 1 1/4 นิ้ว, 1 1/2 นิ้ว, 2″, 2 1/2 นิ้ว, 3 นิ้ว, 3 1/2 นิ้วและ 4 นิ้ว การดัดท่อชนิดนี้ใช้ Hickey ที่มีขนาดเท่ากัน สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ อาจใช้ข้อโค้งสำเร็จรูปที่วางขายทั่วไปได้ เช่น ข้อโค้ง 90 องศา



รูปที่ 2.32 ท่อ IMC

1.2 ท่อหนาพิเศษ RSC (Rigid Steel Conduit)

ท่อ RSC ใช้เดินนอกอาคาร หรือฝังในผนัง-พื้นคอนกรีตได้ ขนาดท่อที่มีขายในท้องตลาดคือ 1/2 นิ้ว, 3/4 นิ้ว, 1 นิ้ว, 1 1/4 นิ้ว, 1 1/2 นิ้ว, 2 นิ้ว, 2 1/2 นิ้ว, 3 นิ้ว, 3 1/2 นิ้ว, 4 นิ้ว , 5 นิ้วและ 6 นิ้ว การดัดท่อชนิดนี้ใช้ Hickey หรือเครื่องดัดท่อไฮดรอลิกที่มีขนาดเท่ากัน สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ อาจใช้ข้อโค้งสำเร็จรูปคล้ายกับข้อโค้งสำเร็จรูปของท่อ IMC ที่วางขายทั่วไปได้ เช่น ข้อโค้ง 90 องศา เป็นต้น

รูปที่ 2.33 ท่อ RSC

1.3 ท่อโลหะชนิดอ่อน (Flexible Metal Conduit)

ทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีทั้งผิวภายนอกและภายใน เป็นท่อที่มีความอ่อนตัว โค้งงอไปมาได้ เหมาะสำหรับต่อเข้ากับดวงโคม มอเตอร์หรือเครื่องจักรกลที่มีการสั่นสะเทือน มีขนาดตั้งแต่ 1/2 – 4 นิ้ว

รูปที่ 2.34 ท่อ Flexible

1.4 ท่อโลหะชนิดอ่อนกันน้ำ (Raining Flexible Metal Conduit)

เป็นท่อโลหะอ่อนที่มีเปลือก PVC หุ้มด้านนอกเพื่อกันความชื้น ไม่ให้เข้าไปภายในท่อได้ ใช้งานในบริเวณที่ต้องการความอ่อนตัวของท่อเพื่อป้องกันสายไฟฟ้า ชำรุด จากไอของเหลวหรือของแข็งหรือในที่อันตราย ห้ามใช้ในบริเวณที่อุณหภูมิใช้งานของ สายไฟฟ้าสูงมากจนทำให้ท่อเสียหาย มีขนาดตั้งแต่ 1/2 – 4 นิ้ว

รูปที่ 2.35 ท่อ Raining flexible

2. ท่อพลาสติก แบ่งออกได้ดังนี้

2.1 ท่อพีวีซี (PVC) สีเหลือง

ทำด้วยพลาสติก PVC ที่มีคุณสมบัติต้านเปลวไฟ แต่มีข้อเสียคือขณะที่ถูกไฟไหม้จะมีก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อคนเราออกมาด้วย และไม่ทนต่อแสง UV ทำให้ท่อกรอบเมื่อโดนแดดเป็นเวลานาน ท่อที่ใช้ในงานไฟฟ้ามีสีเหลือง มีขนาดตั้งแต่ 1/2 – 4 นิ้ว และยาวท่อนละ 4 เมตร

รูปที่ 2.36 ท่อ PVC

2.2 ท่อ HDPE (High Density Polyethylene)

ทำด้วยพลาสติก Polyethylene ชนิด High Density ที่มีคุณสมบัติต้านเปลวไฟ มีความแข็งแรงสูง ยืดหยุ่นตัวได้ดี มีทั้งแบบผิวเรียบ และแบบลูกฟูก ใช้เดินสายบนผิวในที่โล่ง, บนฝ้าในอาคาร, เดินสายใต้ดินทั้งแรงดันต่ำและแรงดันสูงปานกลาง ทนต่อแรงกดอัดได้ดี ข้อดีของท่อชนิดนี้คือความอ่อนตัว จึงไม่ต้องดัดท่อทำให้เดินท่อได้สะดวกรวดเร็ว ขนาดของท่อ มีตั้งแต่ 1/2 นิ้วขึ้นไป

รูปที่ 2.37 ท่อ HDPE

2.3 ท่อ EFLEX (Flexible Conduit)

เป็นท่อพลาสติกที่ทำจาก พลาสติกชนิด PA (Polyamide), PE โดยจุดเด่นของท่อชนิดนี้ คือ มีความอ่อนตัว ทนทาน ดัดโค้งงอได้ ไม่ติดไฟหรือไม่ลามไฟ

รูปที่ 2.38 ท่อ EFLEX

2.4.6 ตารางท่อร้อยสาย

ตารางที่ 2.5 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนแกนเดียวตาม มอก. 11

พื้นที่หน้าตัดระบุของสายไฟฟ้า (ตร.มม)		จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย										
1		6	6	10	18	31	45	-	-	-	-	-
1.5		5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-
2.5		3	3	5	9	16	22	38	-	-	-	-
4		3	3	5	7	13	18	30	47	-	-	-
6		2	2	4	5	10	14	23	36	48	-	-
10		1	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16		1	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25		-	-	-	-	3	4	7	11	16	22	28
35		-	-	-	-	2	3	5	8	13	18	23
50		-	-	-	-	1	2	4	6	9	13	16
70		-	-	-	-	1	1	3	5	8	10	13
95		-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	11
120		-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
150		-	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
185		-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
240		-	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
300		-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
400		-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
500		-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย	มิลลิเมตร	12.7	16	19	25	32	38	50	60	75	90	100
	นิ้ว	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4

2.4.7 ตารางสายดิน

ตารางที่ 2.6 ความลึกในการติดตั้งเคเบิลใต้ดิน

วิธีที่	วิธีการติดตั้ง	ความลึกน้อยที่สุด (เซนติเมตร)		
		ระบบแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์	ระบบแรงดัน 601-22,000 โวลต์	ระบบแรงดัน 22,001-40,000 โวลต์
1	เคเบิลฝังดินโดยตรง	45	80	90
2	เคเบิลร้อยในท่อโลหะหนาหรือท่อโลหะหนาปานกลาง	15	15	15
3	เคเบิลร้อยในท่อ HDPE ท่อ PVC ฝังดินโดยตรง	45	45	60
4	เคเบิลร้อยในท่อไขหินที่มีคอนกรีตหุ้มหนาไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร	45	45	60

หมายเหตุ
1. ความลึกวัดจากระดับผิวดินบนสุดลงไปถึงผิวบนสุดของสายหรือสิ่งห่อหุ้ม
2. เคเบิลฝังดิน โดยตรงต้องมีแผ่นวัสดุที่คงทนถาวร สามารถป้องกันแรงทางกายภาพได้ ปิดทับตลอดแนวเคเบิลตามแนวเช่น แผ่นคอนกรีต
3. การติดตั้งวิธีที่ 3 และวิธีที่ 4 หากมีแผ่นคอนกรีตหนา 5 เซนติเมตรวางอยู่เหนือสายจะทำให้ลดความลึกลงได้อีก 15 เซนติเมตร
4. ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช้บังคับสำหรับการติดตั้งใต้อาคารหรือใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และขึ้นออกไปจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร

ตารางที่ 2.7 ขนาดสายดินของระบบ

ขนาดใหญ่สุดของสายเมนทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดเล็กสุดของสายดินชนิดสายทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
ไม่เกิน 35	10
35 – 50	16
70 – 95	25
120 – 185	35
240 – 300	50
400 – 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 2.8 ขนาดสายดินของอุปกรณ์

พิกัดกระแสตัดวงจรของอุปกรณ์ป้องกัน (แอมแปร์)	ขนาดสายดินชนิดสายทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
15	2.5
20	4
60	6
100	10
200	16
300	25
500	35
600	50
1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185
3000	240
4000	300
6000	400

2.4.8 ตาราง Circuit Breaker

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างตาราง Circuit Breaker ของยี่ห้อฮิตาชิ

HITACHI
Inspire the Next

Hitachi Low Voltage Component

MOLDED-CASE CIRCUIT BREAKER (MCCB)

FRAME (AF)	TYPE	INTERRUPTING CAPACITY (kA)		Rate current (AT)	MCCB Pole Unit price (THB)			ACCESSORIES Unit price (THB)					
		230V	400V		2P	3P	4P	Alarm contact AL-1C	Auxiliary contact AUX-1C	Shunt trip unit	Under voltage trip U/VT	TERMINAL BLOCK TEA	Ass'y Charge
30	S-30S	2.5	1.5	3, 5, 10, 15, 20, 30	500	650	-	-	-	-	-	-	-
32	SSK32	16	7.5	3, 5, 10, 15, 20, 32	1,000	1,400	-	1,200	1,040	2,090	-	280	260
50	FXK50-HU	100	50	3, 5, 10	3,760	4,480	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
63	SSK63	16	7.5	5, 10, 15, 20, 32, 40, 50, 63	1,010	1,470	-	1,200	1,040	2,090	-	280	260
	FXK63	25	10	5, 10, 15, 20, 32, 40, 50, 63	1,240	1,760	-	1,200	1,040	2,090	-	280	260
100	F-100KB	85	50	15, 20, 30, 40, 50, 63, 75, 100	-	-	8,150	1,640	1,200	2,190	5,570	280	260
	F-100GB	100	75	15, 20, 30, 40, 50, 63, 75, 100	-	-	8,370	1,640	1,200	2,190	5,570	280	260
125	SSK125-SA	35	10	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	1,860	2,350	-	1,200	1,040	2,090	-	280	260
	FXK125-SA	50	25	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,020	2,530	-	1,200	1,040	2,090	-	280	260
	FXK125-S	50	30	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,340	3,290	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-M	70	36	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,650	3,880	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-H	100	50	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	3,950	5,080	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-G	100	75	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	-	5,790	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
225	SXK225	35	15	125, 150, 175, 200, 225	3,030	5,120	-	1,780	1,450	2,300	-	280	390
	FXE225-S	50	30	125/150/175/200/225 adjustable	-	10,400	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	FXE225-H	100	50	125/150/175/200/225 adjustable	-	11,400	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
250	SXK250-C	35	15	250	3,690	5,130	-	1,780	1,450	2,300	6,770	280	390
	FXK250-S	50	30	125, 150, 175, 200, 225, 250	4,130	5,880	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	FXK250-M	70	36	125, 150, 175, 200, 225, 250	4,820	7,170	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	FXK250-H	100	50	125, 150, 175, 200, 225, 250	6,580	8,260	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	FXK250-G	100	75	125, 150, 175, 200, 225, 250	-	8,430	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	F-250FB	85	50	125, 150, 175, 200, 225, 250	-	-	10,600	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	F-250KC	85	50	125, 150, 175, 200, 225, 250	-	-	11,600	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	F-250GB	100	75	125, 150, 175, 200, 225, 250	-	-	12,100	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
400	S-400S	50	36	250, 300, 350, 400	8,570	10,100	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	SX400	50	36	200/225/250/300/350/400 adjustable	10,700	10,700	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	F-400H	100	50	250, 300, 350, 400	-	11,100	23,600	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	FX400	100	50	200/225/250/300/350/400 adjustable	11,800	12,200	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	F-400GS	100	75	250, 300, 350, 400	-	11,300	23,400	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
600	SX600	50	36	300/350/400/500/600 adjustable	-	21,800	-	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
	FX600	100	50	300/350/400/500/600 adjustable	-	24,600	-	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
630	S-630S	50	36	500, 600, 630	-	18,600	-	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
	F-630F	100	50	500, 600, 630	-	19,400	28,600	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
	F-630GB	100	75	500, 600, 630	-	19,000	28,600	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
800	S-800S	85	36	700, 800	-	26,000	-	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
	SX800	85	36	400/450/500/600/700/800 adjustable	-	29,500	-	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
	F-800R	100	50	700, 800	-	30,800	44,400	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
	FX800	100	50	400/450/500/600/700/800 adjustable	-	31,900	-	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
	F-800GB	100	75	700, 800	-	31,400	-	1,860	1,560	3,720	7,160	280	390
1000	F-1000C	125	85	500/600/700/800/900/1000 adjustable	-	67,600	100,000	3,060	2,650	4,210	10,870	280	510
1200	F-1200C	125	85	600/700/800/1000/1200 adjustable	-	79,700	-	3,060	2,650	4,210	10,870	280	510
1600	F-1600EB	125	100	700/800/1000/1200/1600/1500/1600 adjustable	-	122,000	-	6,720	5,740	9,750	-	280	510

2.4.9 ตารางกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟชนิดต่างๆ

ตารางที่ 2.10 ตารางกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ

ขนาดของหลอด	กระแส (A)	กำลัง (VA)
40 W	0.182	40
60 W	0.273	60
75 W	0.341	75
100 W	0.455	100
150 W	0.682	150

หลอด Gas Discharge มีบัลลาสต่ออยู่ในวงจร ดังนั้นจึงต้องคิดค่า Power Factor ของวงจรเข้าไปด้วย ค่ากระแสในตารางเป็นค่าที่วัดได้จากการต่อวงจรจริง

ตารางที่ 2.11 พิกัดกระแสและกำลังของหลอดแกสดิสชาร์จ

ชนิดของหลอด	กำลังวัตต์	POWER CONSUMPTION			
		LOW POWER FACTOR		HIGH POWER FACTOR	
		กระแส (A)	กำลัง (VA)	กระแส (A)	กำลัง (VA)
ฟลูออเรสเซนต์	20 (18)	0.370	81.40 (100)	0.160	35.20 (50)
	40 (36)	0.430	94.60 (100)	0.270	59.40 (60)
	32	0.410	90.20 (100)	0.240	52.80 (60)
คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ SL	9	0.190	41.80 (50)	0.100	22.00 (30)
	13	0.175	38.50 (50)	0.100	22.00 (30)
	18	0.220	48.40 (50)	0.140	30.40 (40)
	25	0.315	69.30 (50)	0.180	39.60 (50)
คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ PL (TC-S)	5	0.180	39.60 (50)	0.070	15.40 (20)
	7	0.175	38.50 (50)	0.070	15.40 (20)
	9	0.170	37.40 (50)	0.070	15.40 (20)
	11	0.155	34.10 (50)	0.080	17.60 (20)

ตารางที่ 2.11 พิกัดกระแสและกำลังของหลอดแกสดิสชาร์จ (ต่อ)

ชนิดของหลอด	กำลังวัตต์	POWER CONSUMPTION			
		LOW POWER FACTOR		HIGH POWER FACTOR	
		กระแส (A)	กำลัง (VA)	กระแส (A)	กำลัง (VA)
TC-D	10	0.190	41.80 (50)	0.100	22.00 (30)
	13	0.175	38.50 (50)	0.100	22.00 (30)
	18	0.220	48.40 (70)	0.140	30.80 (40)
	25	0.315	69.30 (70)	0.180	39.60 (70)
HIGH PRESSURE	50	0.620	136.40 (150)	0.300	66.00 (70)
MERCURY	80	0.800	176.00 (200)	0.450	99.00 (100)
	125	1.150	253.00 (300)	0.700	154.00 (160)
	250	2.150	473.00 (500)	1.400	308.00 (310)
	400	3.250	715.00 (750)	2.150	473.00 (500)
	700	5.450	1199.00 (1200)	3.800	836.00 (850)
	1000	7.500	1650.00 (1700)	5.300	1166 (1200)
HIGH PRESSURE	35	0.540	118.80 (120)	0.220	48.40 (50)
SODIUM	50	0.780	171.60 (180)	0.300	66.00 (70)
	70	1.000	220.00 (220)	0.580	127.60 (150)
	100	1.200	264.00 (270)	0.600	132.00 (150)
	150	1.800	396.00 (400)	1.100	242.00 (250)
	250	3.000	660.00 (660)	1.400	308.00 (310)
	400	4.600	1012.00 (1100)	2.200	464.00 (500)
	600	6.200	1384.00 (1400)	3.000	660.00 (660)
	1000	10.200	2244.00 (2300)	5.450	1199.0 (1200)
HIGH PRESSURE	35	0.540	118.8 (120)	0.220	48.40 (50)
METAL HALIDE	70	1.000	220.00 (220)	0.580	127.60 (130)
	150	1.800	396.00 (400)	0.800	176.00 (200)
	250	3.000	660.00 (660)	1.400	308.00 (320)
	400	3.500	770.00 (800)	2.200	464.00 (500)
	1000	9.500	2090.00 (2100)	5.350	1177.0 (1200)
	2000	10.300	2266.00 (2300)	6.150	1353.0 (1400)
	3500	18.000	3960.00 (4000)	10.600	2332.0 (2400)

หมายเหตุ :*** ค่าในวงเล็บเป็นค่าที่ควรใช้ในการคำนวณ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย 2545 อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กสุดของวงจรแสงสว่าง คือสายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร (sq.mm.)

2.4.10 ตารางโหลดเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 2.12 ค่าโหลดเครื่องปรับอากาศ

ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 1 เฟส 230V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
1	12,000	1.50
1.5	18,000	1.70
2	24,000	2.60
3	36,000	4.20

ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 3 เฟส 400V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
4	48,000	6.12
5	60,000	7.83
6	72,000	9.74
7	84,000	12.18
8	96,000	12.97
9	108,000	14.02
10	120,000	16.45
12.5	150,000	18.82
15	180,000	22.90
20	240,000	35.54

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์ ตั้งอยู่ที่ 399 ถ.สามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10300

รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เป็นสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ในสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม แบ่งเป็น 4 วิทยาเขต ได้แก่ 1. ศูนย์เทเวศร์ 2. ศูนย์โชติเวช 3. ศูนย์พณิชยการพระนคร 4. ศูนย์พระนครเหนือ แบ่งออกเป็น 9 คณะ ได้แก่

1. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
2. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
3. คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน
4. คณะบริหารธุรกิจ
5. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6. คณะวิศวกรรมศาสตร์
7. คณะศิลปศาสตร์
8. คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น
9. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน

1. ดร. ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2. นายกฤษณ์ เจ็ดวรรณะ รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและกายภาพ
3. นายถิรนันท์ จินตสุนทรอุไร วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
4. นายภัทรพล ศรีเทียนทอง นักศึกษาฝึกงาน/ ผู้ช่วยผู้ควบคุมงาน

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

3.4.1 ตำแหน่งที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นายภัทรพล ศรีเทียนทอง นักศึกษาฝึกงาน/ ผู้ช่วยผู้ควบคุมงาน

3.4.2 ลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย คือ ดูและอ่านแบบทางวิศวกรรม ลงไปดูหน้างานว่าตรงตามแบบที่กำหนดไว้ รายงานผู้ควบคุมงาน

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

3.5.1 ชื่อพนักงานที่ปรึกษา นายถิรนันท์ จินตสุนทรอุไร

3.5.2 ตำแหน่งพนักงาน วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

3.6.1 ระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม 2564 ถึงวันที่ 10 ธันวาคม 2564

3.6.2 วันเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา วันจันทร์ ถึง วันศุกร์ เวลา 08.30 – 16.30 น. หยุดตามวันหยุดราชการ

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

3.7.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน ระยะเวลา 5 เดือน ตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม 2564 ถึงวันที่ 10 ธันวาคม 2564 รายละเอียดดังตารางที่ 3.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน

กิจกรรม	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564																			
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ฝึกอ่านแบบสถาปัตยกรรม	←	—	—	—	—	—	→													
2. ฝึกอ่านแบบไฟฟ้า							←	—	—	—	—	→								
3. ลงหน้างานและตรวจดูตามแบบ	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
4. จัดทำรูปเล่มโครงงาน																	←	—	—	→

3.8 อุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้

3.8.1 แบบงานวิศวกรรม

3.8.2 โทรศัพท์มือถือ สำหรับถ่ายรูปหน้างาน

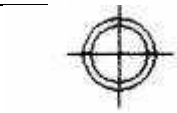
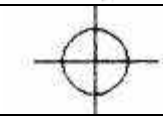
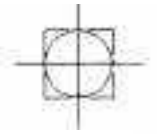
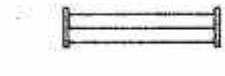
3.8.3 ดินสอหรือปากกา

3.8.4 สมุดจดบันทึก

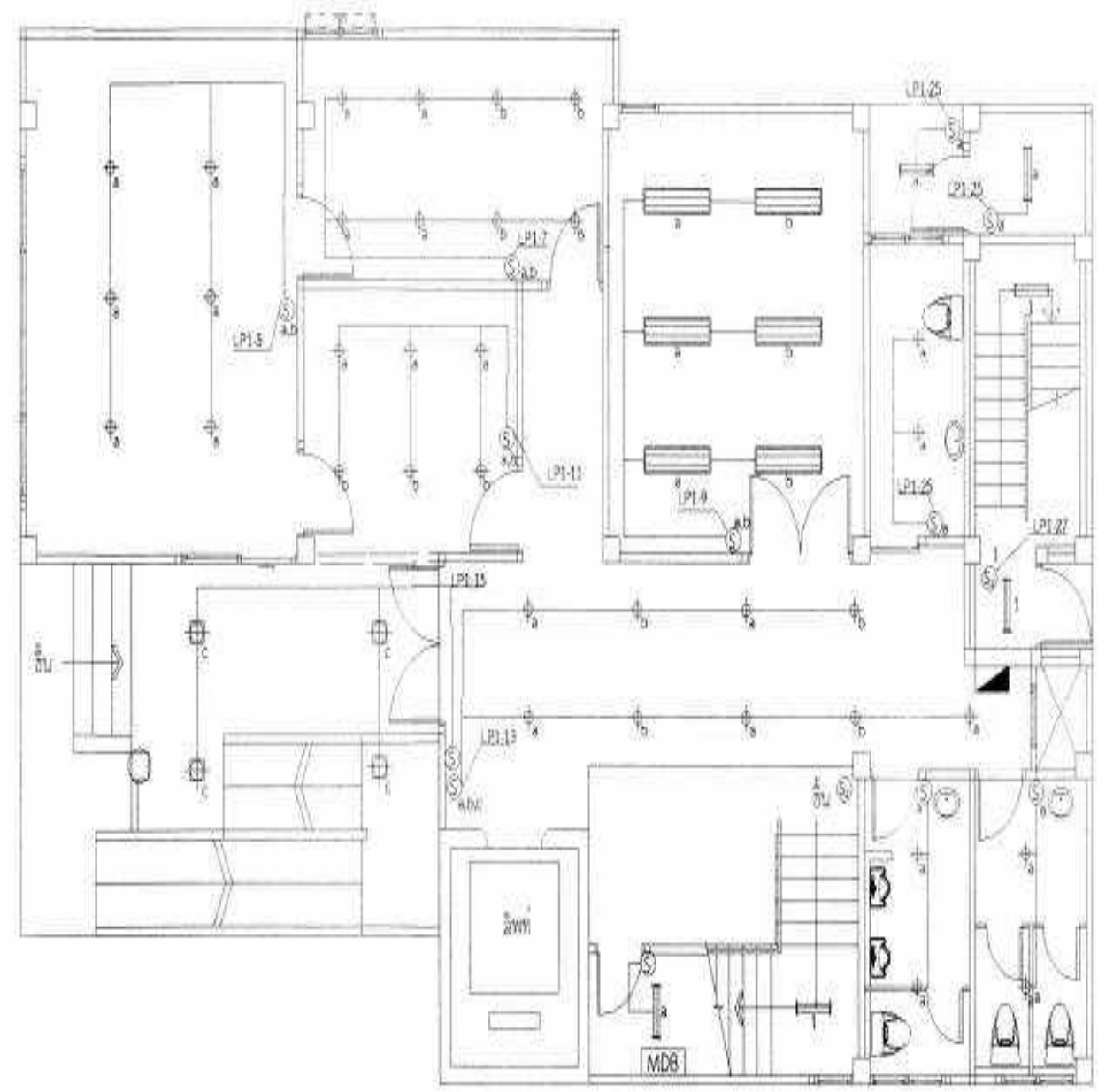
3.9 อ่านแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคารและตารางโหลดของแต่ละชั้น

รูปที่ 3.2 สารบัญแบบและสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

ตารางที่ 3.2 แบบสัญลักษณ์งานไฟฟ้าในโครงงาน

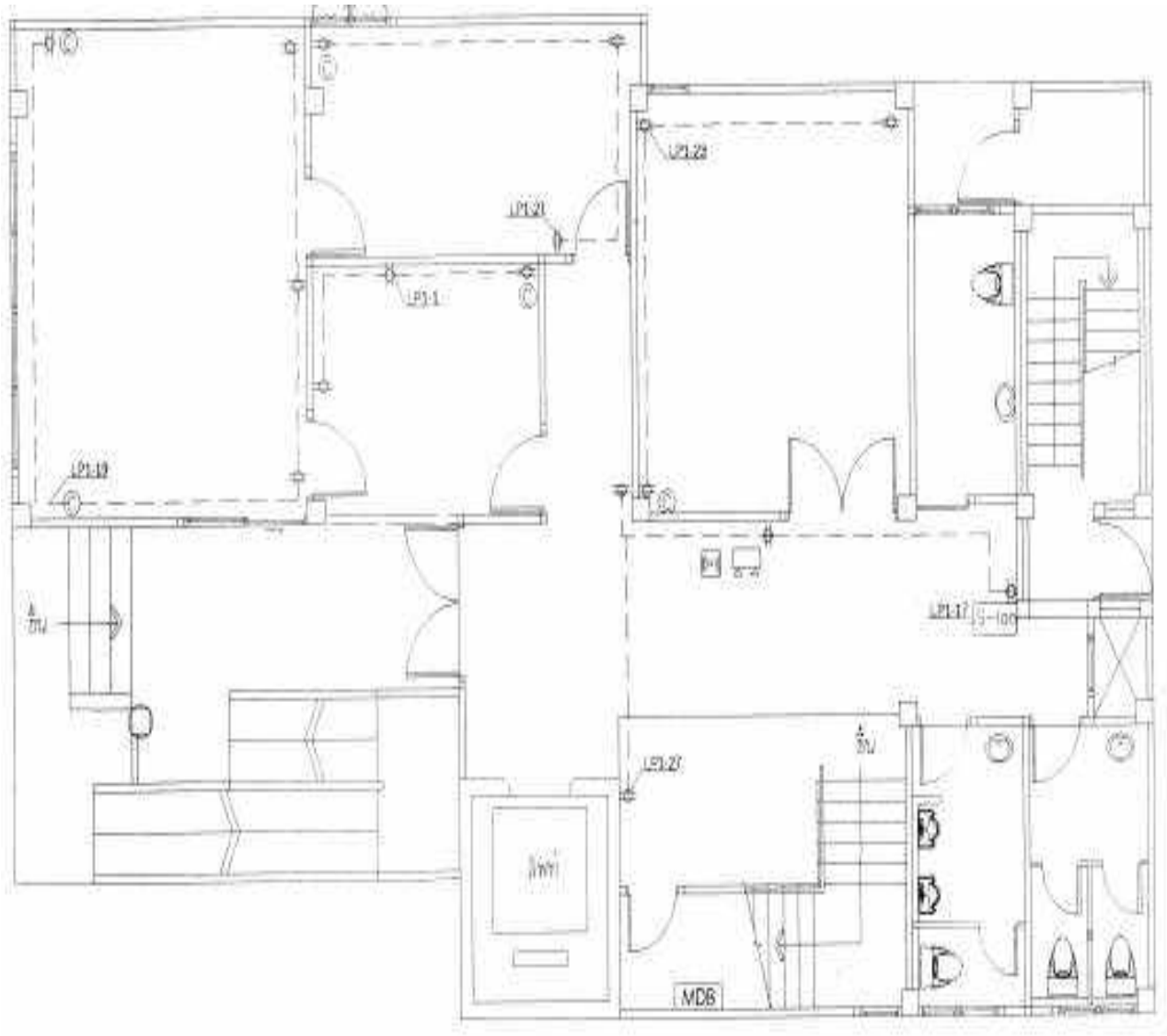
สัญลักษณ์	ความหมาย
	ตู้ Consumer Unit 3 P 4 สาย 30 ช่อง
	โคมไฟดาวน์ไลท์ติดลอย ขนาด 6 นิ้ว หลอด LED 9 W
	โคมไฟดาวน์ไลท์ผิวทราย ขนาด 6 นิ้ว หลอด LED 9 W
	โคมไฟดาวน์ไลท์ฝังเพดานแบบเหลี่ยม ขนาด 6 นิ้ว หลอด LED 9 W
	สวิตซ์ทางเดียว 230V 15A ติดฝังเรียบผนังสูงจากพื้น 1.30 ม.
	สวิตซ์สองเดียว 230V 15A ติดฝังเรียบผนังสูงจากพื้น 1.30 ม.
	โคมไฟฟ้าแบบเปลือย หลอด LED TUBE T5 แบบบอกไก่

3.9.1 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 1



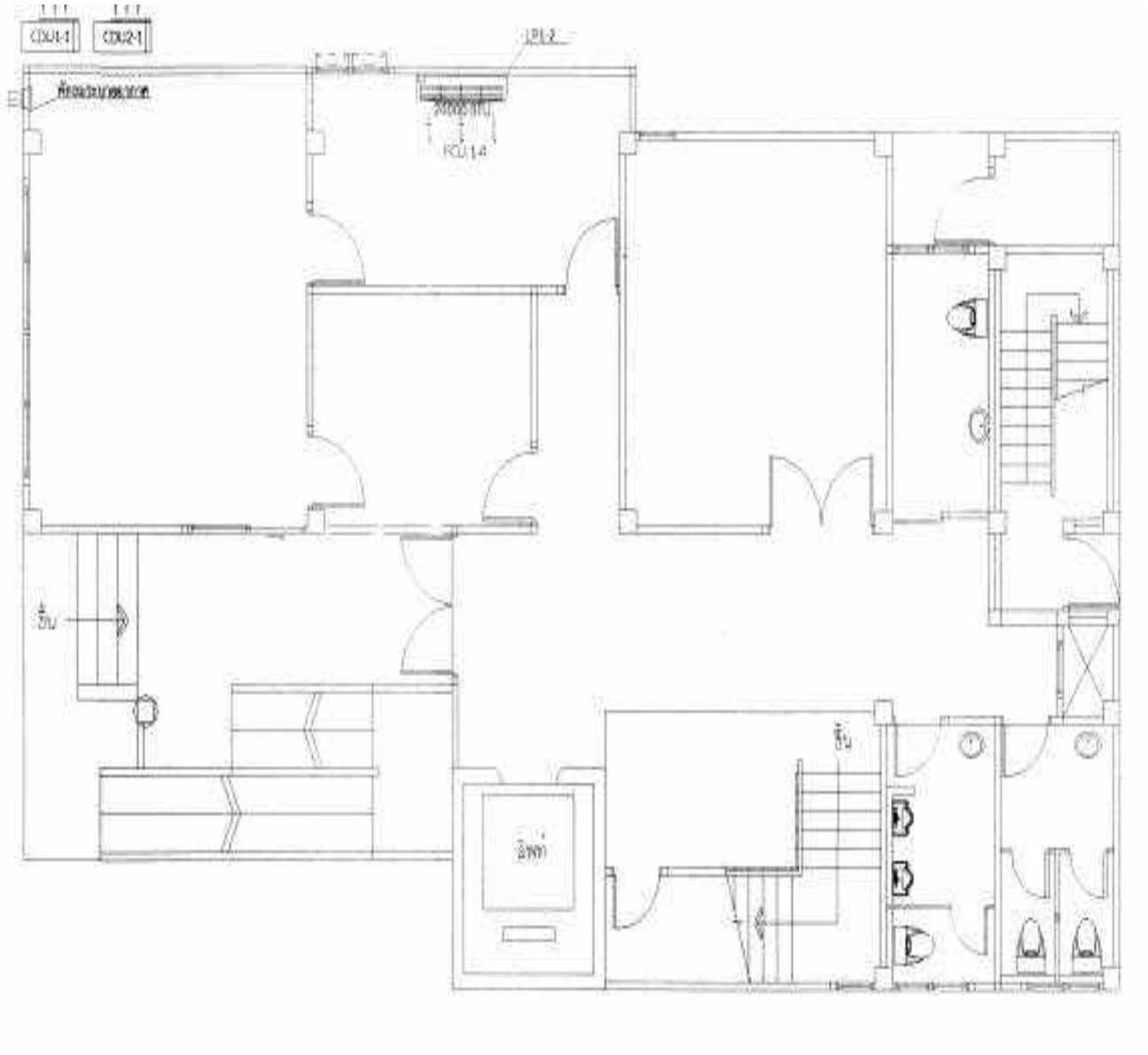
รูปที่ 3.3 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 1

3.9.2 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 1



รูปที่ 3.4 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 1

3.9.3 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 1



รูปที่ 3.5 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 1

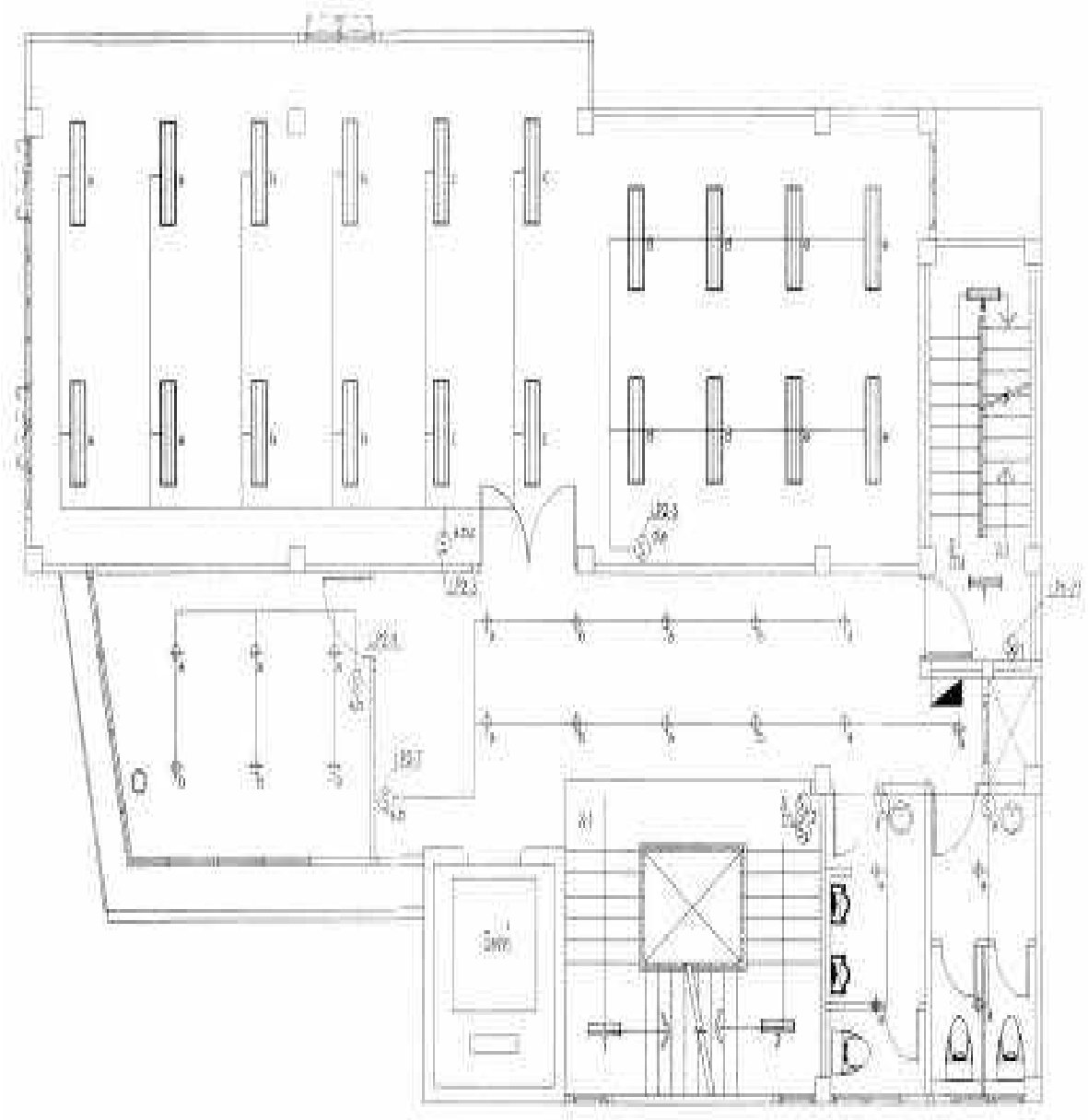
3.9.4 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 1

Panel : LP1
Location : อาคารที่พักอาศัยนักศึกษา

cct No.	Description	Feeder	Raceway	CB (AT)	pole	IC (KA)	Rated VA		
							phase A	phase B	phase C
1	เต้ารับทั่วไป DHS	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	1500		
3	แอร์ติดผนัง 24000 BTU	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6		2600	
5	แสงสว่างทั่วไปส่วนกลาง	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6			306
7	แสงสว่างทั่วไปห้องปรึกษา	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6	72		
9	แสงสว่างทั่วไปห้องน้ำ	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6		216	
11	แสงสว่างทั่วไป DHS	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6			54
13	แสงสว่างทางเดินและห้องน้ำ	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6	135		
15	แสงสว่างทั่วไปอาคาร	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6		200	
17	ตู้ระบบควบคุมสาย	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			300
19	เต้ารับทั่วไปส่วนกลาง	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	2500		
21	เต้ารับทั่วไปห้องปรึกษา	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6		1500	
23	เต้ารับทั่วไปห้องน้ำ	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			2000
25		THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			
27	เต้ารับทางเดินและห้องน้ำ	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6		1500	
29	ปั๊มน้ำ	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			2000
2									
4									
6									
8									
10									
12									
14									
16									
18									
20									
22									
24									
26									
28									
30									
Total cct. : 30 CIRCUIT		Total Rated VA					5207	6016	4690
Connected to MDB		Demand actor 100%							
Main CB : 100 A (IC=15KA)		Rated current (A)					23.66	27.35	21.18
		Feeder to : THW 4X50/1G Wireway 200x100					Total VA 3 phase = 15865 VA		

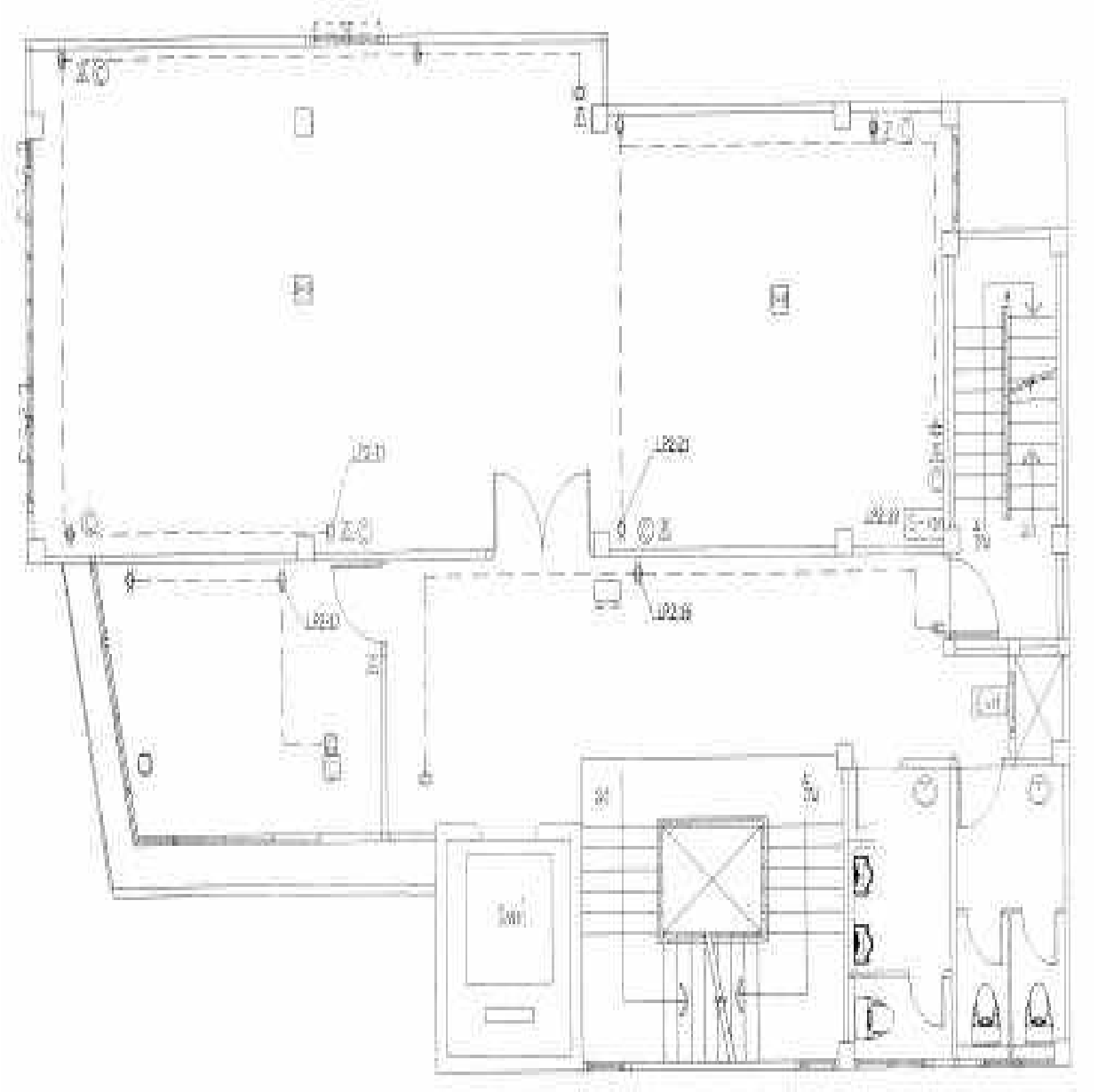
รูปที่ 3.6 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 1

3.9.5 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 2



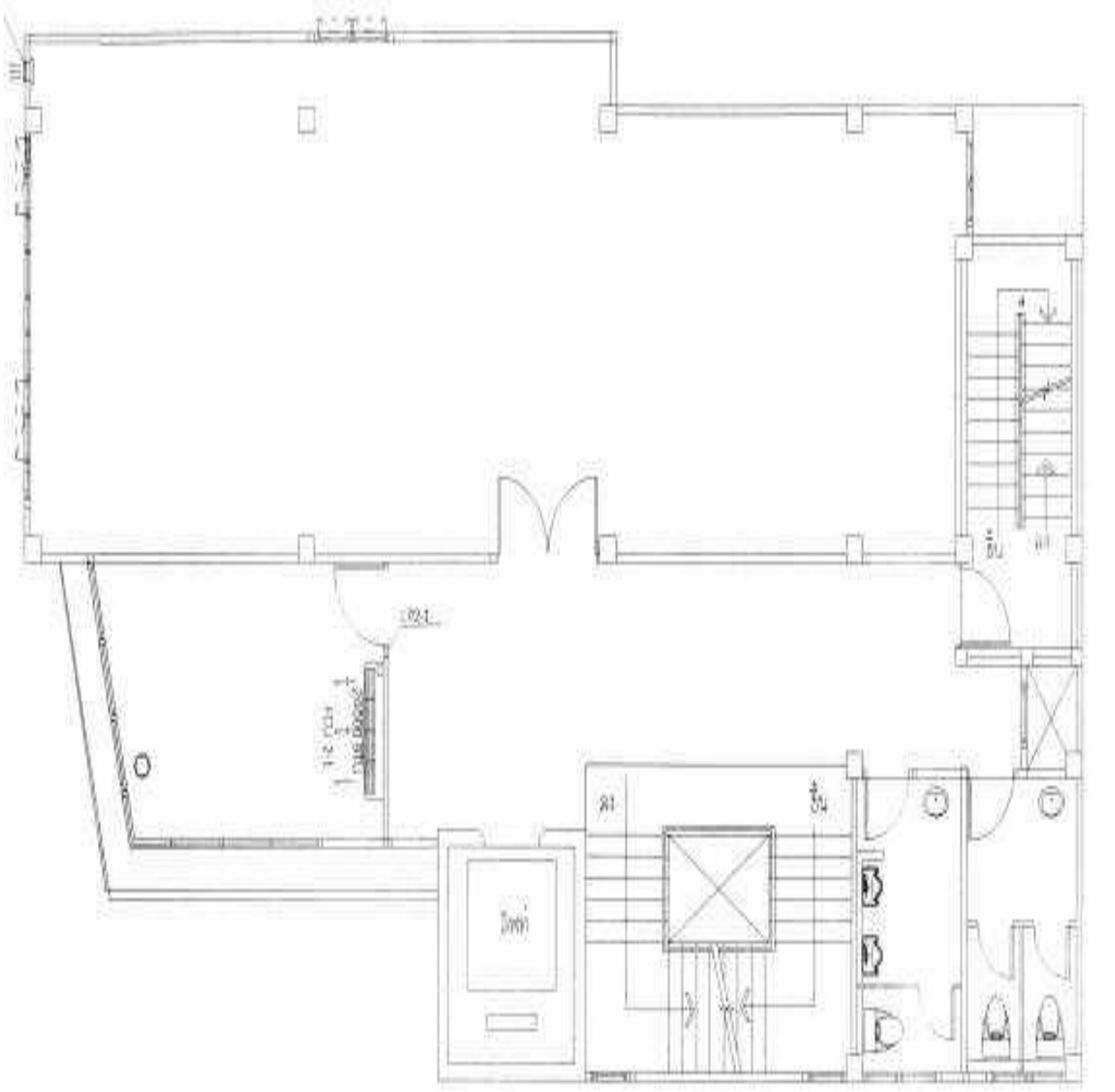
รูปที่ 3.7 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 2

3.9.6 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 2



รูปที่ 3.8 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 2

3.9.7 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 2



รูปที่ 3.9 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 2

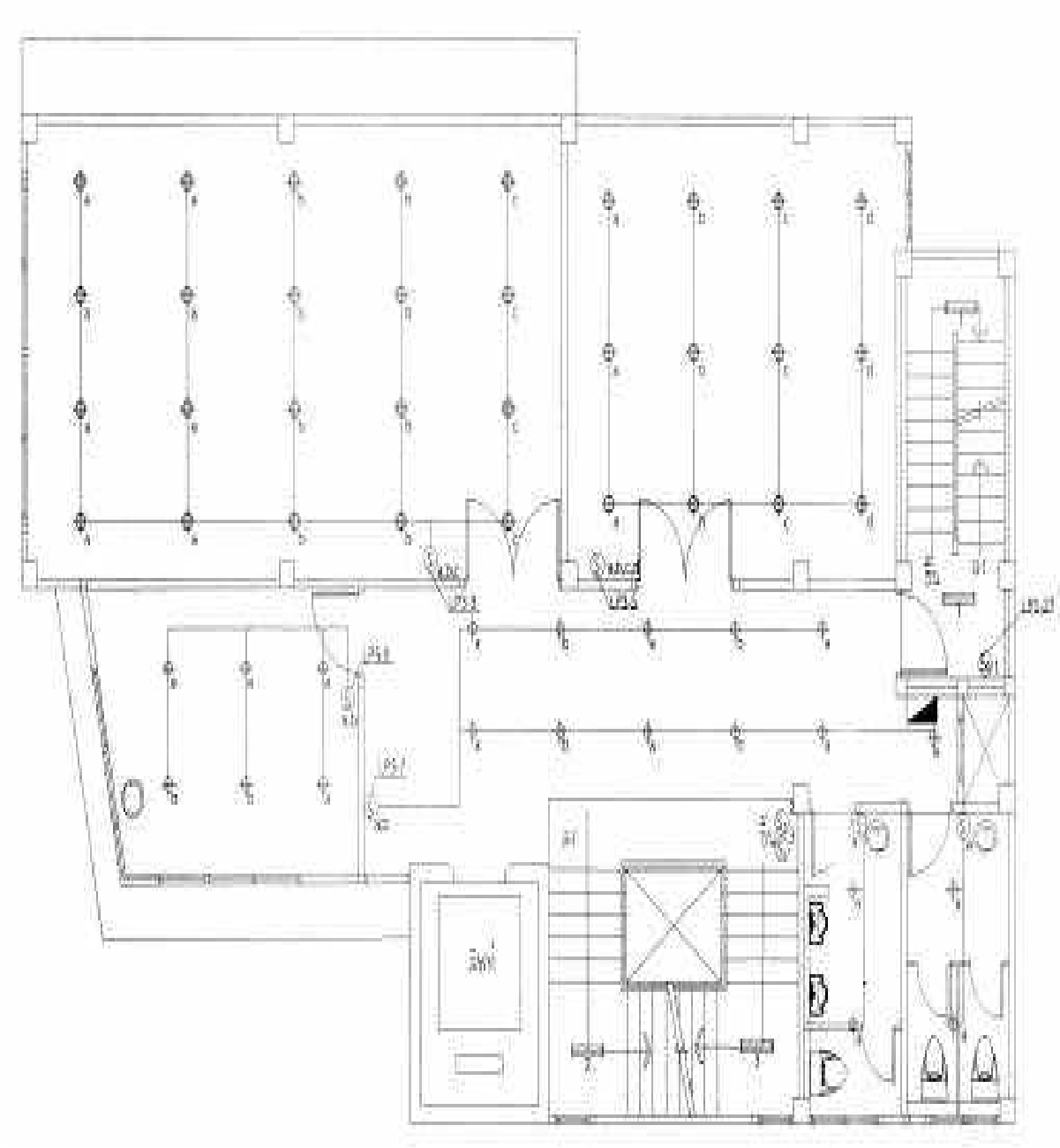
3.9.8 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 2

Panel : LP2
Location : อาคารศึกษานักศึกษา

cct No.	Description	Feeder	Raceway	CB (AT)	pole	IC (KA)	Rated VA phase A	phase B	phase C
1	แอร์ติดผนัง 24000 BTU	THW2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	2600		
3	แสงสว่างห้องสำนักงาน1	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6		432	
5	แสงสว่างห้องสำนักงาน2	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6			288
7	แสงสว่างโถงและห้องน้ำ	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6	135		
9	แสงสว่างทางเดิน	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6		54	
11	เต้ารับห้องห้องสำนักงาน1	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			2500
13									
15	เต้ารับห้องโถงและห้องน้ำ	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6		1500	
17	เต้ารับห้องแม่บ้าน	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			1500
19	ระบบเครื่องสาย	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	300		
21	เต้ารับห้องห้องสำนักงาน2	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6		2000	
23									
25									
27									
29									
2									
4									
6									
8									
10									
12									
14									
16									
18									
20									
22									
24									
26									
28									
30									
Total cct. : 30 CIRCUIT		Total Rated VA					3035	3986	4288
Connected to MDB		Demand actor 100%							
Main CB : 100 A (IC=15KA)		Rated current (A)					13.79	18.11	19.49
		Feeder to : THW 4X50/16G Wireway200x100					Total VA 3 phase = 11309 VA		

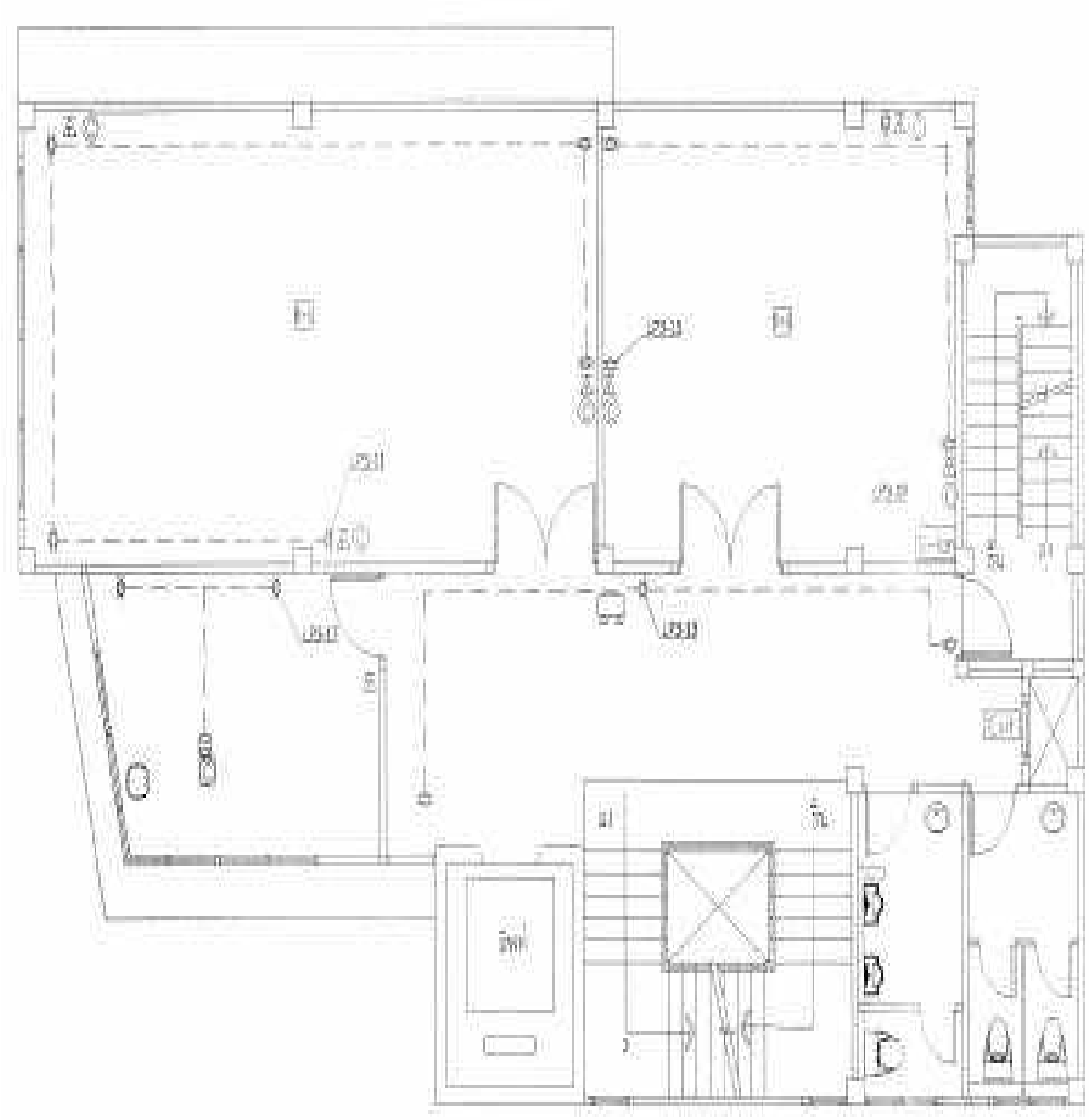
รูปที่ 3.10 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 2

3.9.9 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 3



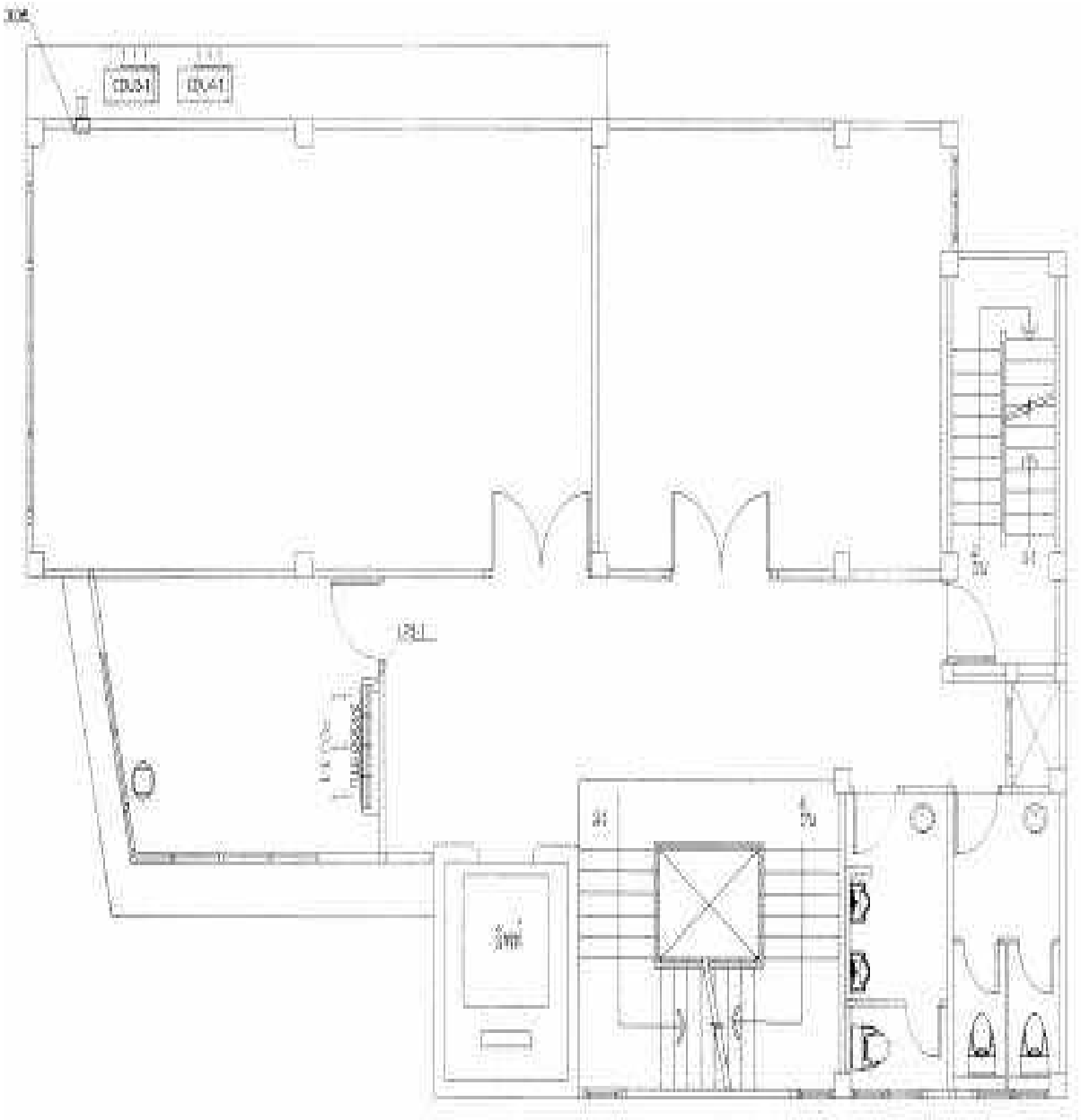
รูปที่ 3.11 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 3

3.9.10 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 3



รูปที่ 3.12 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 3

3.9.11 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 3



รูปที่ 3.13 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 3

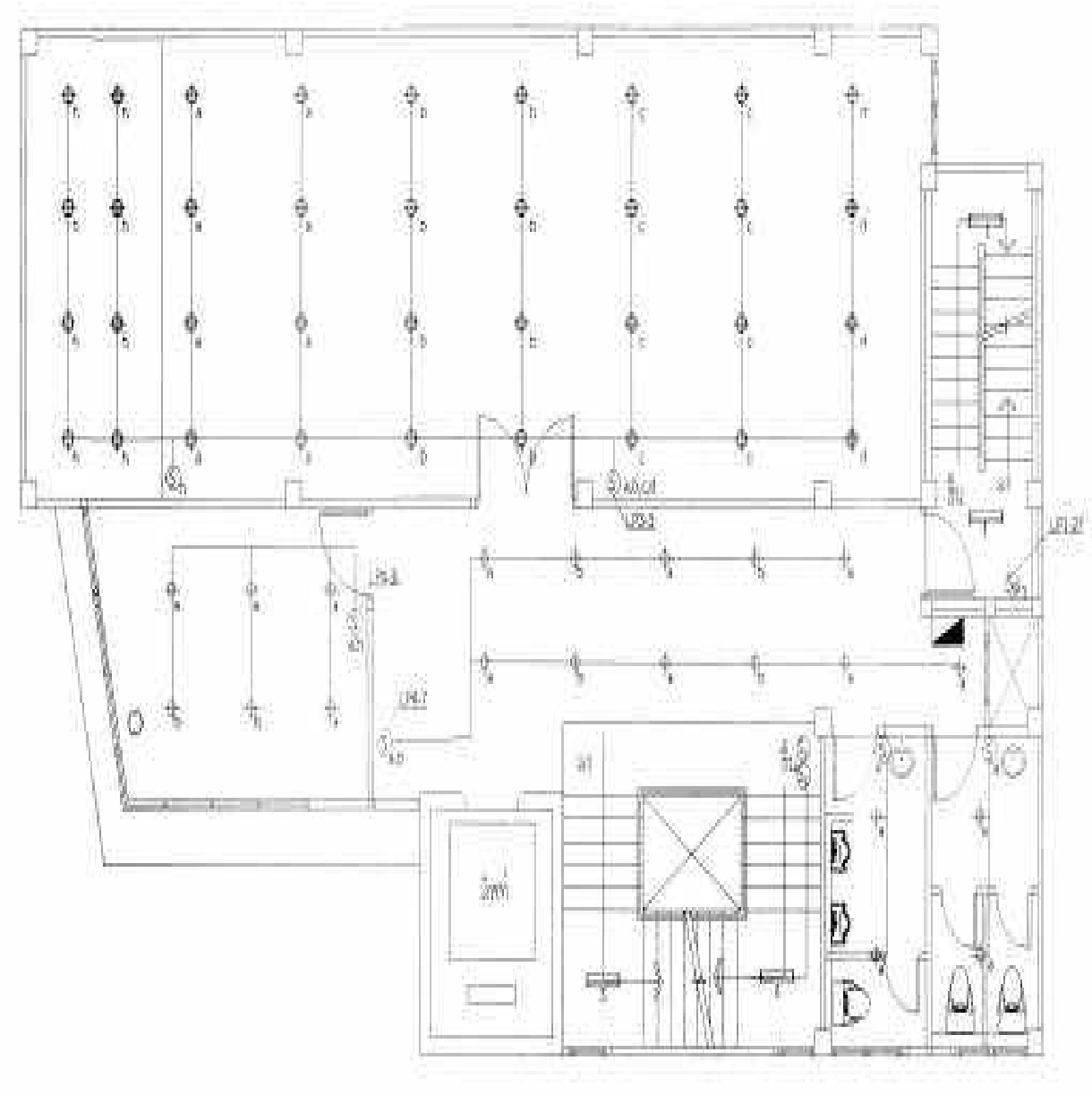
3.9.12 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 3

Panel : LP3
Location : อาคารศิลปการนักศึกษา

cct No.	Description	Feeder	Raceway	CB (AT)	pole	IC (KA)	Rated VA		
							phase A	phase B	phase C
1	แอร์ติดผนัง 24000 BTU	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	2800		
3	แสงสว่างทางเดินชั้นล่าง	THW 2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6		180	
5	แสงสว่างทางเดินชั้นที่	THW 2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6			108
7	แสงสว่างโถงและทางเข้า	THW 2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6	135		
9	แสงสว่างทางเดินแนวยาว	THW 2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6		54	
11	เต้ารับทางทางเดินชั้นล่าง	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			2500
13	เต้ารับทางโถงและทางเข้า	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	1500		
15	เต้ารับทางทางเดินชั้นที่	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6		1500	
17	เต้ารับทางแนวยาว	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			1500
19	ตู้ระบบเครือข่าย	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	300		
21									
23									
25									
27									
29									
2									
4									
6									
8									
10									
12									
14									
16									
18									
20									
22									
24									
26									
28									
30									
Total cct. : 30 CIRCUIT		Total Rated VA					4535	1734	4108
Connected to MDB		Demand actor 100%							
Main CB : 100 A (IC=10KA)		Rated current (A)					20.61	7.88	18.67
		Feeder to : THW 4X50/10G Wireway200x100					Total VA 3 phase = 10377 VA		

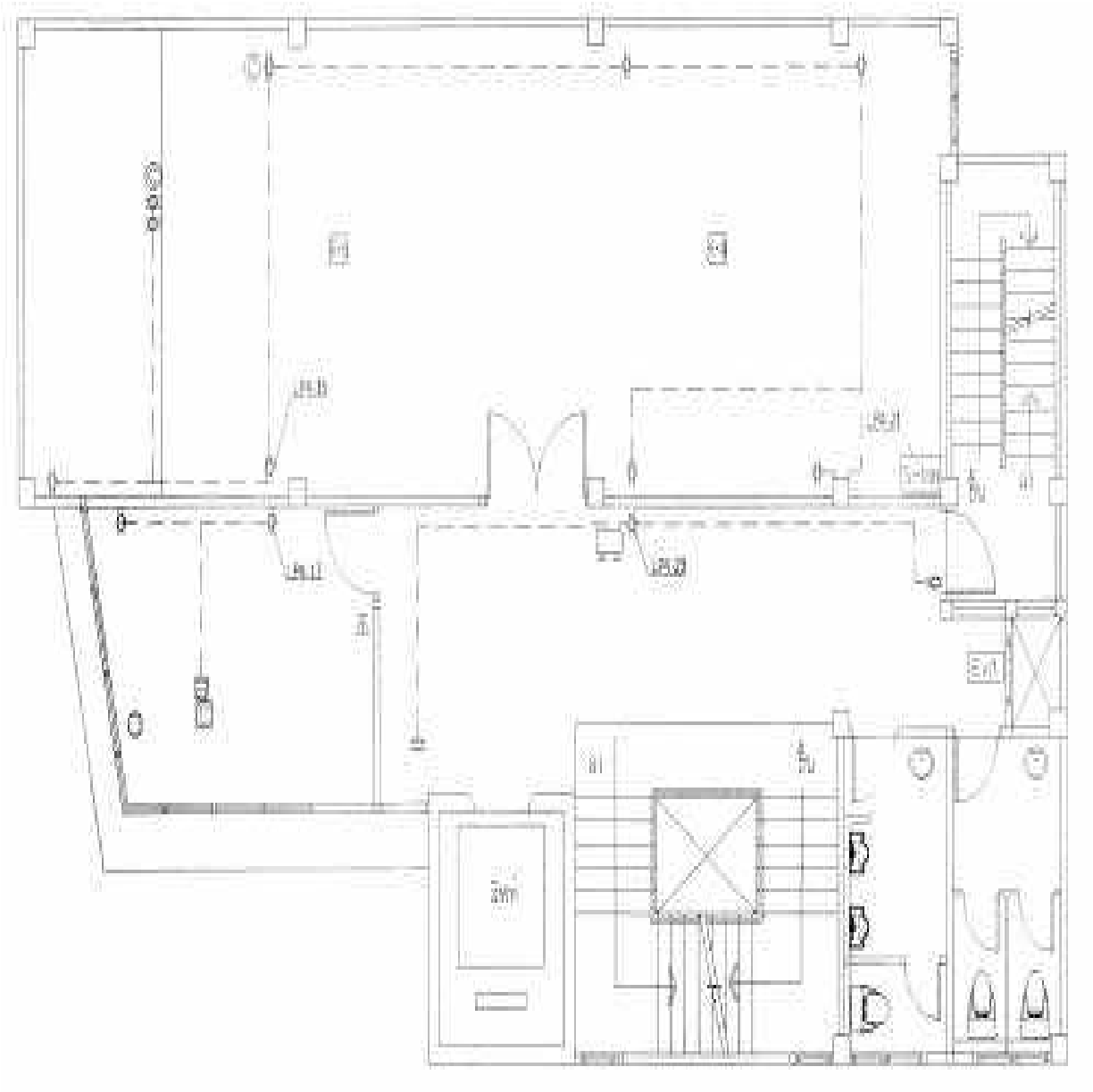
รูปที่ 3.14 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 3

3.9.13 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 4



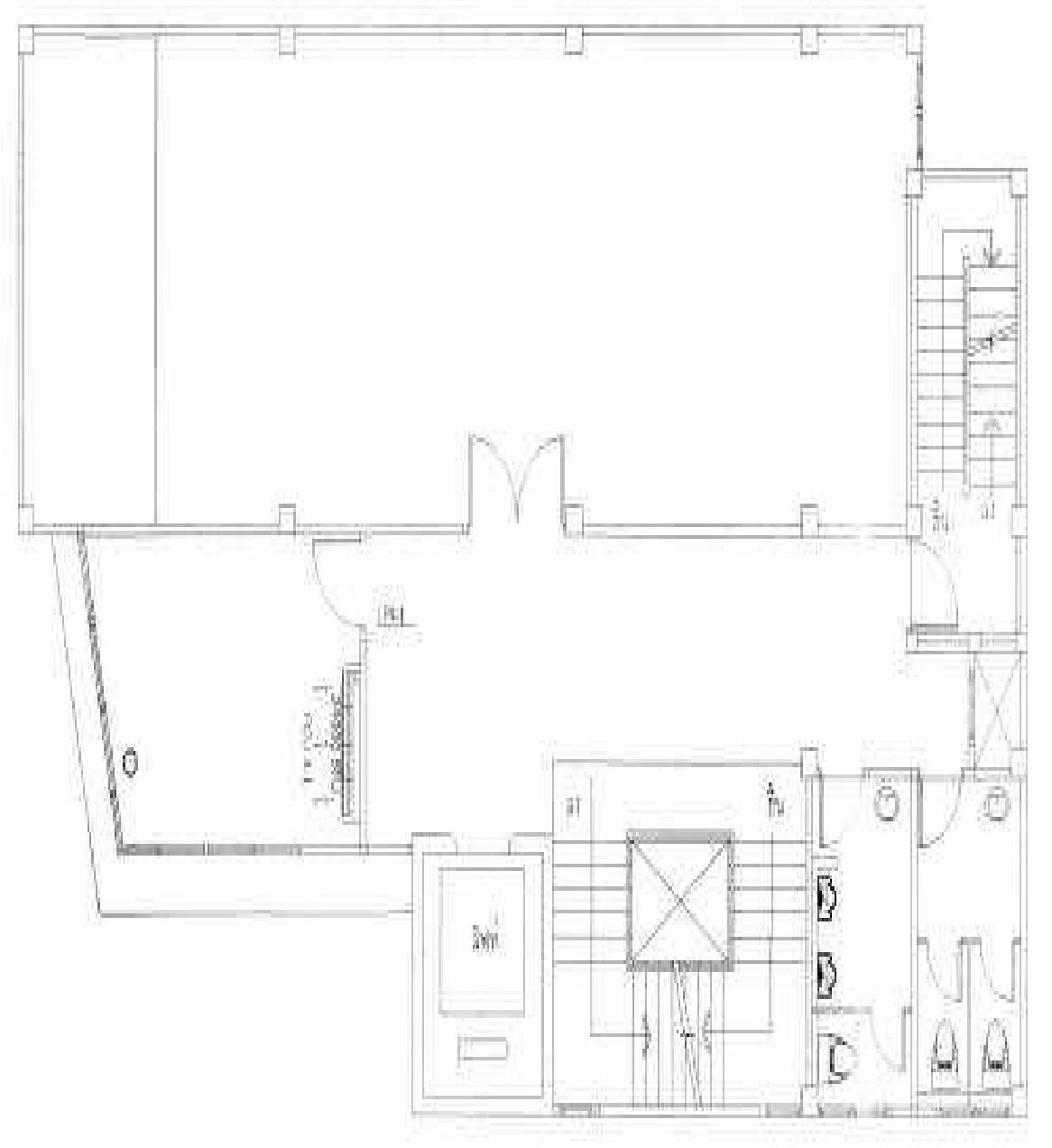
รูปที่ 3.15 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นที่ 4

3.9.14 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 4



รูปที่ 3.16 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นที่ 4

3.9.15 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 4



รูปที่ 3.17 แปลนเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 4

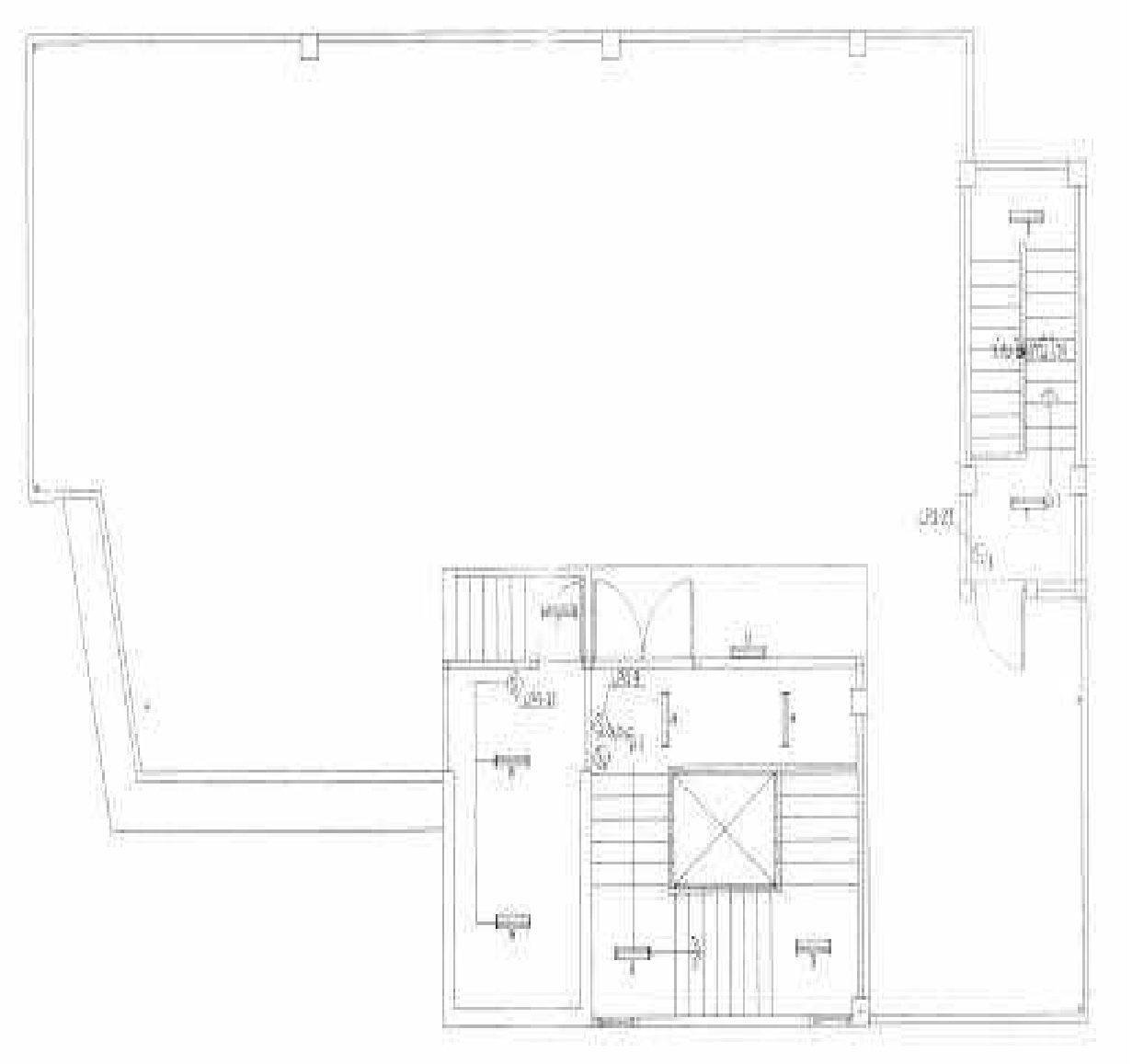
3.9.16 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 4

Panel : LP4
Location : อาคารที่จอดรถนักศึกษา

cct No.	Description	Feeder	Raceway	CB (AT)	pole	IC (KA)	Rated VA		
							phase A	phase B	phase C
1	แอร์ติดผนัง 24000 BTU	THW2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	2800		
3	แสงสว่างดวงประดับ	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6		983	
5	แสงสว่างดวงประดับนอก	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6			54
7	แสงสว่างโถงและห้องน้ำ	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6	135		
9	แสงสว่างลานจอด	THW2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6		200	
11	แสงสว่างดวงดิสก์	THW 2X2.5	EMT 1/2"	16	1	6			300
13	เต้ารับลานจอด	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6	2000		
15	เต้ารับดวงประดับ	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6		4500	
17	เต้ารับดวงประดับนอก	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			1500
19									
21	ตู้ระบบเครือข่าย	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6		300	
23	เต้ารับห้องโถงและห้องน้ำ	THW 2X4/2.5G	EMT 1/2"	20	1	6			1500
25									
27									
29									
2									
4									
6									
8									
10									
12									
14									
16									
18									
20									
22									
24									
26									
28									
30									
Total cct. : 30 CIRCUIT		Total Rated VA					4735	5983	3354
Connected to MDB		Demand actor 100%							
Main CB : 100 A (IC=15KA)		Rated current (A)					21.52	27.10	15.24
		Feeder to : THW 4X50/16G Wireway200x100					Total VA 3 phase = 14052		

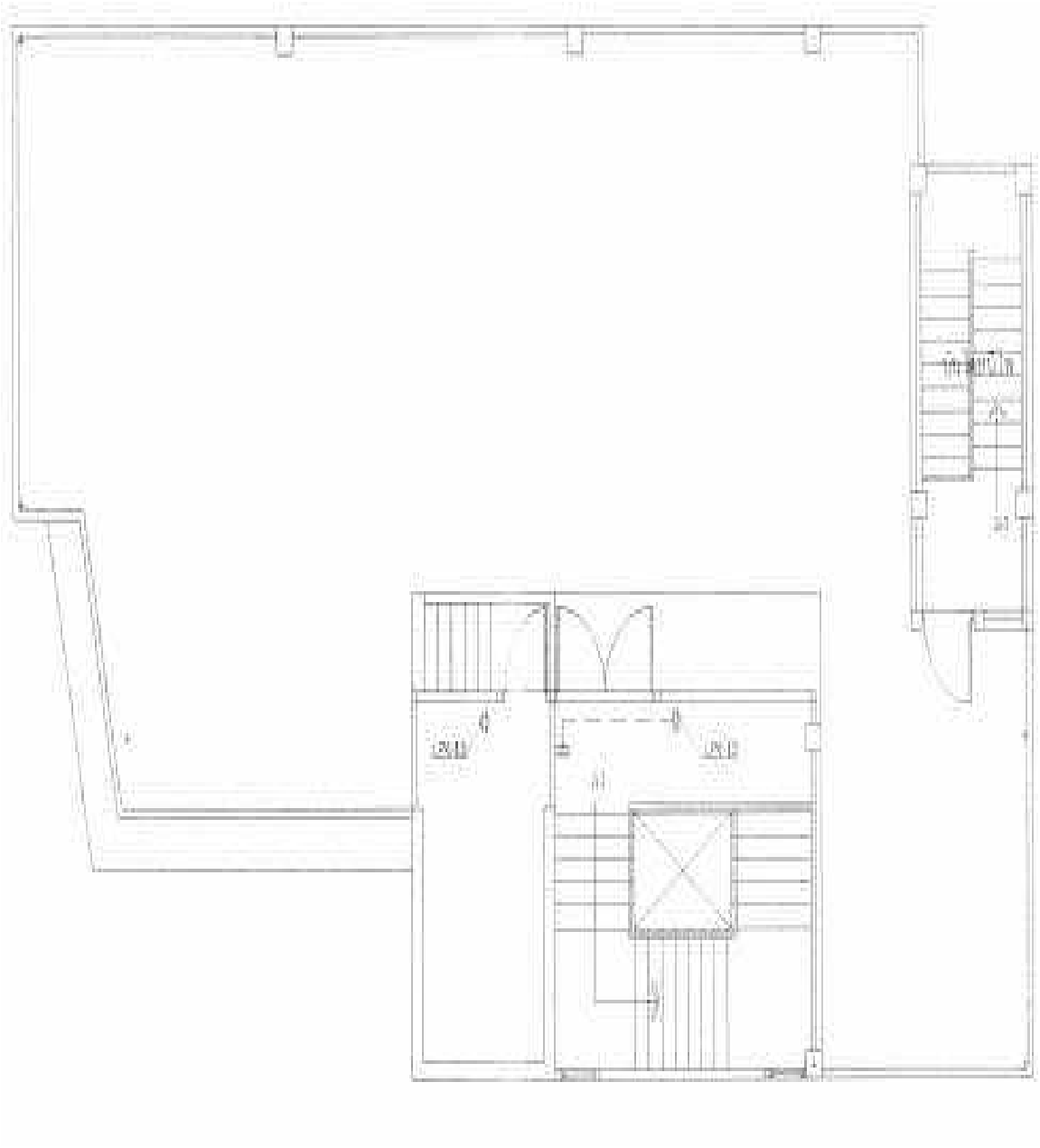
รูปที่ 3.18 ตารางโหลดของ ชั้นที่ 4

3.9.17 แปลนระบบแสงสว่าง ชั้นดาดฟ้า



รูปที่ 3.19 แปลนระบบแสงสว่างชั้นดาดฟ้า

3.9.18 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นดาดฟ้า



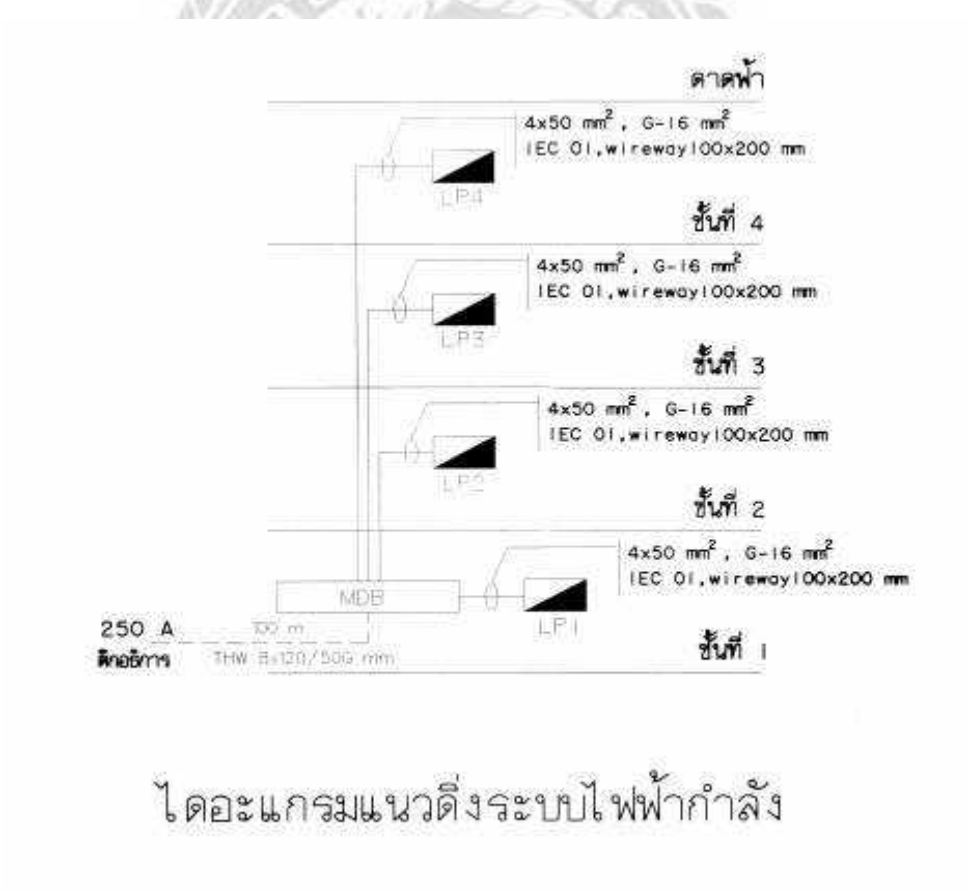
รูปที่ 3.20 แปลนเต้ารับไฟฟ้าและสื่อสาร ชั้นดาดฟ้า

3.9.19 ตารางโหลดรวม

Panel MDB
Location ชั้น 1

cct No.	Description	Feeder	Raceway	CB (AT)	pole	IC (KA)	Rated VA		
							phase A	phase B	phase C
1	LP1	THW 4X50/16G	Wireway4x10"	100	3	25	5207	6018	4660
2	LP2	THW 4X50/16G	Wireway4x10"	100	3	25	3035	3986	4288
3	LP3	THW 4X50/16G	Wireway4x10"	100	3	25	4535	1734	4108
4	LP4	THW 4X50/16G	Wireway4x10"	100	3	25	4735	5963	3354
5	ลิฟท์	THW 4X16/10G	Wireway4x10"	60	3	25	5000	5000	5000
6	SPACE			60	3	25			
7	SPACE			60	3	25			
8	SPACE			60	3	25			
Total cct. : 8 CIRCUIT		Total Rated VA					22512	22701	21410
Connected to : ตึกอธิการ		Demand actor 100%					39744	37731	36742
Main CB		Rated current (A)					102.32	103.18	97.31
		Feeder to : THW 8X120/50G Wireway100x200					Total VA 3 phase =66623 VA		

หมายเหตุ ขนาดบัสบาร์ L-N ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 400A และขนาดบัสบาร์ G ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 50 %

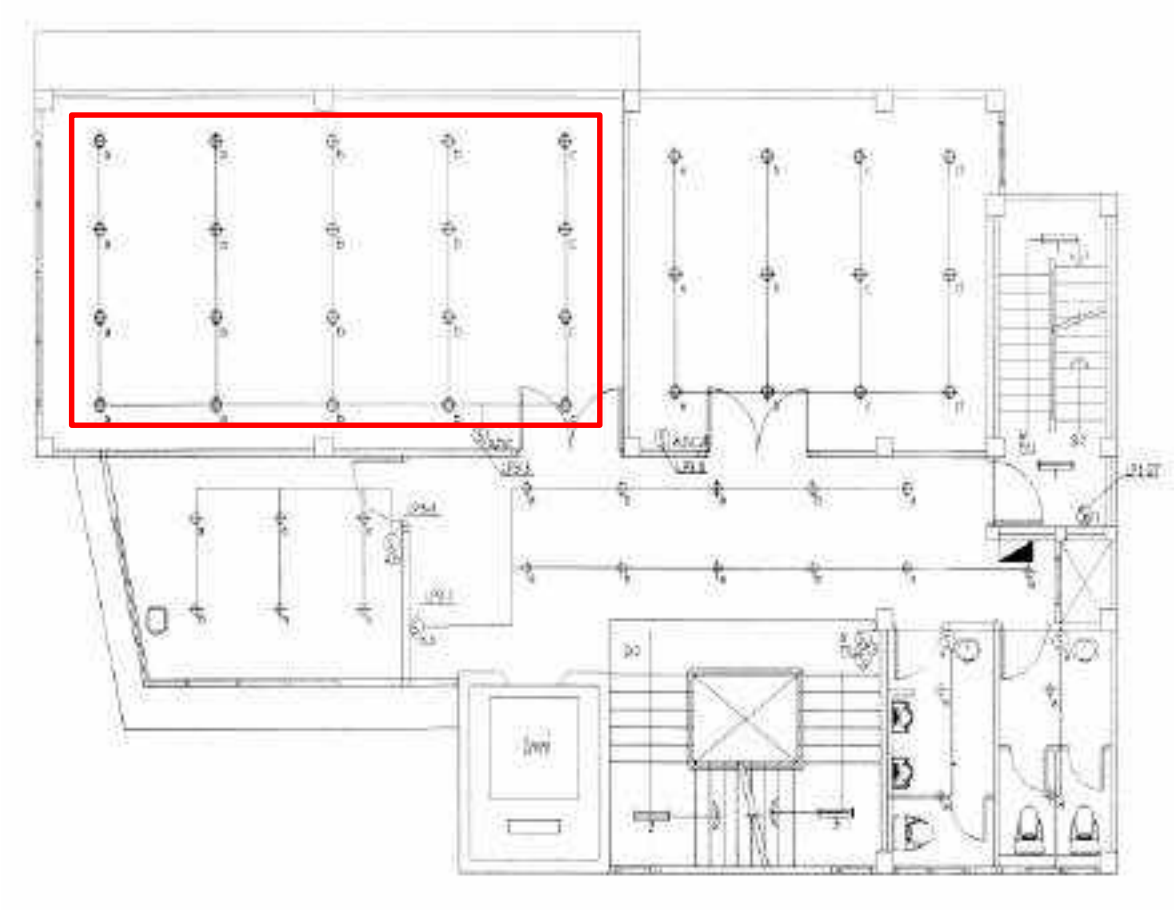


ไดอะแกรมแนวดิ่งระบบไฟฟ้ากำลัง

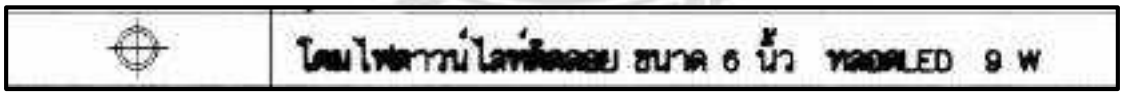
รูปที่ 3.21 ตารางโหลดรวม

3.10 การนำทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติงานจริง

3.10.1 ตัวอย่างการคำนวณแบบแปลนระบบแสงสว่าง



การคำนวณแสงสว่าง จากวงจร LP3-3



จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.11 พิกัดกระแสและกำลังของหลอดแกสดิสชาร์จ

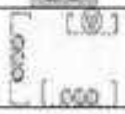
ชนิดของหลอด	กำลังวัตต์	POWER CONSUMPTION			
		LOW POWER FACTOR		HIGH POWER FACTOR	
		กระแส (A)	กำลัง (VA)	กระแส (A)	กำลัง (VA)
คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ SL	9	0.190	41.80 (50)	0.100	22.00 (30)
	13	0.175	38.50 (50)	0.100	22.00 (30)
	18	0.220	48.40 (50)	0.140	30.40 (40)
	25	0.315	69.30 (50)	0.180	39.60 (50)

ใช้ค่า ที่ Low power factor ที่ 50 VA มี 20 หลอด = 20 หลอด × 50 VA = 1,000 VA

1. คำนวณกระแสโหลดในวงจร $= \frac{1,000}{220} = 4.54$ A , I = 4.54 A
2. คำนวณขนาดของสาย = I × 1.25 คูณ 1.25 เนื่องจากวงจรแสงสว่างเป็นโหลดต่อเนื่อง

   = 4.54 A × 1.25 = 5.675 A

ใช้สาย THW ตารางที่ 2.3 วิธีการติดตั้งที่ 3

วิธีที่	วิธีการติดตั้ง	รูปแสดง
1	การเดินสายบนผิวของอาคาร	
2	การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคาร	
3	การเดินสายในท่อสายบนผิวภายในอาคาร หรือในท่อสายฝังในพื้นคอนกรีต ผนังปูนฉาบ	
4	การเดินสายในท่อฝังดิน	
5	การเดินสายฝังดินโดยตรง	
6	การเดินสายในรางเดินสาย (wireways)	
7	การเดินสายในรางเคเบิลแบบบันได (cable ladder)	

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)								
	การติดตั้ง (ดูตารางหมายเหตุ)								
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		วิธีที่ 4		วิธีที่ 5	วิธีที่ 6	วิธีที่ 7
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ			
0.5	8	9	8	7	10	9	-	8	-
1	11	14	11	10	15	13	21	11	-
1.5	15	17	14	13	18	16	26	14	-
2.5	20	23	18	17	24	21	34	18	-
4	27	31	24	23	32	28	45	24	-
6	35	42	31	30	42	36	56	31	-
10	50	60	43	42	58	50	75	45	-
16	66	81	56	54	77	65	97	61	-
25	89	111	77	74	103	87	125	84	-
35	110	137	95	91	126	105	150	104	-
50	-	169	119	114	156	129	177	128	151
70	-	217	148	141	195	160	216	163	196
95	-	271	187	180	242	200	259	202	239
120	-	316	214	205	279	228	294	236	278
150	-	364	251	236	322	259	330	270	323
185	-	424	287	269	370	296	372	311	371
240	-	509	344	329	440	352	431	369	438
300	-	592	400	373	508	400	487	424	506
400	-	696	474	416	599	455	552	489	607
500	-	818	541	496	684	516	623	558	693

จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.4

3. เลือกวิธีที่ 3 เดินสายไฟฟ้าในท่อโลหะ ขนาด 2.5 sq.mm. ขนาดกระแส 18 A

จากข้อกำหนดของการไฟฟ้ากำหนดให้วงจรย่อย ให้ใช้ขนาดสายต่ำสุด 2.5 sq.mm.

4. การเลือกขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้า

พื้นที่หน้าตัดระบุของสายไฟฟ้า (ตร.มม)		จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย										
1		6	6	10	18	31	45	-	-	-	-	-
1.5		5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-
2.5		3	3	5	9	16	22	38	-	-	-	-
4		3	3	5	7	13	18	30	47	-	-	-
6		2	2	4	5	10	14	25	36	48	-	-
10		1	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16		1	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25		-	-	-	-	3	4	7	11	16	22	28
35		-	-	-	-	2	3	5	8	13	18	23
50		-	-	-	-	1	2	4	6	9	13	16
70		-	-	-	-	1	1	3	5	8	10	15
95		-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	11
120		-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
150		-	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
185		-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
240		-	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
300		-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
400		-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
500		-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย	มิลลิเมตร	12.7	16	19	25	32	38	50	60	75	90	100
	นิ้ว	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4

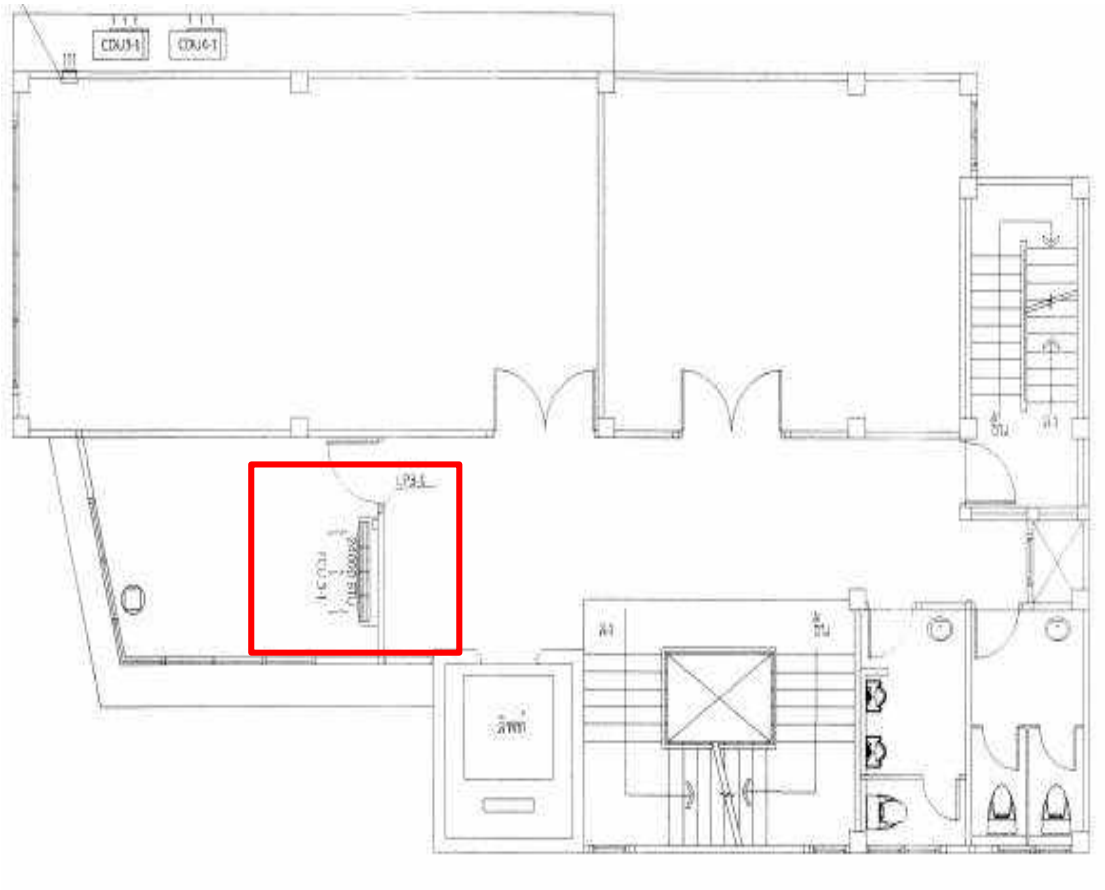
จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.5 จะได้ จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อ 3 เส้น ขนาด 1/2 นิ้ว หรือ 12.7 มิลลิเมตร ขนาด สายไฟฟ้า 2.5 sq.mm.

5. การเลือกขนาดของเซอร์กิต เบรกเกอร์

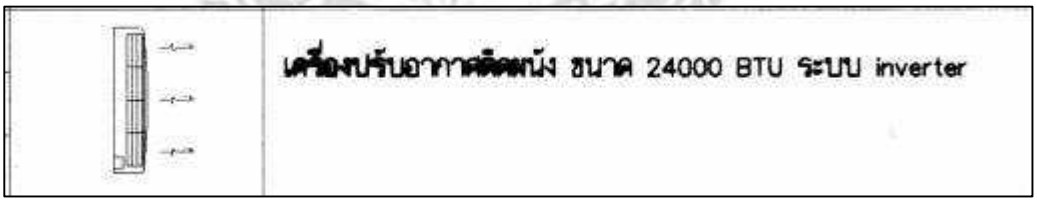
จากข้อที่ 2 การคำนวณขนาดของสาย ได้ 5.675 A จากตารางที่ 2.9 ตัวอย่างตาราง Circuit Breaker ของยี่ห้อฮิตาชิ เลือก 15 AT 30 AF 2P IC 2.5 kA

FRAME (AF)	TYPE	INTERRUPTING CAPACITY (kA)		Rate current (AT)	MCCB Pole Unit price (THB)			ACCESSORIES Unit price (THB)					
		230V	400V		2P	3P	4P	Alarm contact AL-1C	Auxiliary contact AUX-1C	Shunt trip SHT	Under voltage trip UVT	TERMINAL BLOCK TBA	Ass'y Charge
30	S-30S	2.5	1.5	3, 5, 10, 15, 20, 30	590	850	-	-	-	-	-	-	-
32	SXK32	15	7.5	3, 5, 10, 15, 20, 32	1,000	1,400	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
50	FXK50-HU	100	50	3, 5, 10	3,760	4,400	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
63	SXK63	15	7.5	5,10, 15, 20, 32, 40, 50, 63	1,010	1,470	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK63	25	10	5,10, 15, 20, 32, 40, 50, 63	1,240	1,750	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
100	F-100KB	85	50	15, 20, 30, 40, 50, 63, 75, 100	-	-	8,190	1,640	1,200	2,190	5,570	280	260
	F-100GB	100	75	15, 20, 30, 40, 50, 63, 75, 100	-	-	8,370	1,640	1,200	2,190	5,570	280	260
125	SXK125-SA	35	10	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	1,860	2,350	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK125-SA	50	25	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,020	2,530	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK125-S	50	30	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,340	3,290	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-M	70	36	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,850	3,880	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-H	100	50	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	3,980	5,680	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-G	100	75	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	-	5,790	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
225	SXK225	35	15	125, 150, 175, 200, 225	3,690	5,130	-	1,780	1,450	2,300	-	280	390
	FXE225-S	50	30	125/150/175/200/225 adjustable	-	10,400	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	FXE225-H	100	50	125/150/175/200/225 adjustable	-	11,400	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390

3.10.2 ตัวอย่างการคำนวณแบบแปลนระบบเครื่องปรับอากาศ



การคำนวณเครื่องปรับอากาศ จากวงจร LP3-1



จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.12 ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศ

ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 1 เฟส 230V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
1	12,000	1.50
1.5	18,000	1.70
2	24,000	2.60
3	36,000	4.20

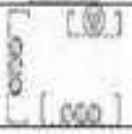
ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 3 เฟส 400V

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
4	48,000	6.12
5	60,000	7.83
6	72,000	9.74
7	84,000	12.18
8	96,000	12.97
9	108,000	14.02
10	120,000	16.45
12.5	150,000	18.82
15	180,000	22.90
20	240,000	35.54

ใช้ค่าที่ 24,000 BTU = 2,600 VA มี 1 เครื่อง = 1×2,600 = 2,600 VA

1. คำนวณกระแสโหลดในวงจร $= \frac{2,600}{220} =$ 11.818 A , I = 11.818 A
2. คำนวณขนาดของสาย = I × 1.25 คูณ 1.25 เนื่องจากวงจรเครื่องปรับอากาศเป็นโหลดต่อเนื่อง = 11.818 A × 1.25 = 14.7725 A

ใช้สาย THW ตารางที่ 2.3 วิธีการติดตั้งที่ 3

วิธีที่	วิธีการติดตั้ง	รูปแสดง
1	การเดินสายบนผิวของอาคาร	
2	การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคาร	
3	การเดินสายในท่อสายบนผิวภายในอาคาร หรือในท่อสายฝังในพื้นคอนกรีต หนังปูนฉาบ	
4	การเดินสายในท่อฝังดิน	
5	การเดินสายฝังดินโดยตรง	
6	การเดินสายในรางเดินสาย (wireways)	
7	การเดินสายในรางเคเบิลแบบบันได (cable ladder)	

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)								
	การติดตั้ง (ดูตารางหมายเหตุ)								
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		วิธีที่ 4		วิธีที่ 5	วิธีที่ 6	วิธีที่ 7
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ			
0.5	8	9	8	7	10	9	-	8	-
1	11	14	11	10	15	13	21	11	-
1.5	15	17	14	13	18	16	26	14	-
2.5	20	23	18	17	24	21	34	18	-
4	27	31	24	23	32	28	45	24	-
6	35	42	31	30	42	36	56	31	-
10	50	60	43	42	58	50	75	45	-
16	66	81	56	54	77	65	97	61	-
25	89	111	77	74	103	87	125	84	-
35	110	137	95	91	126	105	150	104	-
50	-	169	119	114	156	129	177	128	151
70	-	217	148	141	195	160	216	163	196
95	-	271	187	180	242	200	259	202	239
120	-	316	214	205	279	228	294	236	278
150	-	364	251	236	322	259	330	270	323
185	-	424	287	269	370	296	372	311	371
240	-	509	344	329	440	352	431	369	438
300	-	592	400	373	508	400	487	424	506
400	-	696	474	416	599	455	552	489	607
500	-	818	541	496	684	516	623	558	693

จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.4

3. เลือกวิธีที่ 3 เดินสายไฟฟ้าในท่อโลหะ ขนาด 6 sq.mm. ขนาดกระแส 31 A

จากข้อกำหนดของการไฟฟ้ากำหนดให้วงจรย่อยเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้ขนาดสายต่ำสุด 4 sq.mm.

4. การเลือกขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้า

พื้นที่หน้าตัดระบุของสายไฟฟ้า (ตร.มม)		จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย										
1		6	6	10	18	31	45	-	-	-	-	-
1.5		5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-
2.5		3	3	5	9	16	22	38	-	-	-	-
4		3	3	5	7	13	18	30	47	-	-	-
6		2	2	4	5	10	14	25	36	48	-	-
10		1	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16		1	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25		-	-	-	-	3	4	7	11	16	22	28
35		-	-	-	-	2	3	5	8	13	18	23
50		-	-	-	-	1	2	4	6	9	13	16
70		-	-	-	-	1	1	3	5	8	10	13
95		-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	11
120		-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
150		-	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
185		-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
240		-	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
300		-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
400		-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
500		-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย	มิลลิเมตร	12.7	16	19	25	32	38	50	60	75	90	100
	นิ้ว	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4

จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.5 จะได้ จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อ 4 เส้น ขนาด 3/4 นิ้ว หรือ 19 มิลลิเมตร ขนาด สายไฟฟ้า 6 sq.mm.

5. การเลือกขนาดของเซอร์กิต เบรกเกอร์

จากข้อที่ 2 การคำนวณขนาดของสาย ได้ 14.7725 A จากตารางที่ 2.9 ตัวอย่างตาราง Circuit Breaker ของยี่ห้อฮิตาชิ เลือก 20 AT 30 AF 2P IC 2.5 kA

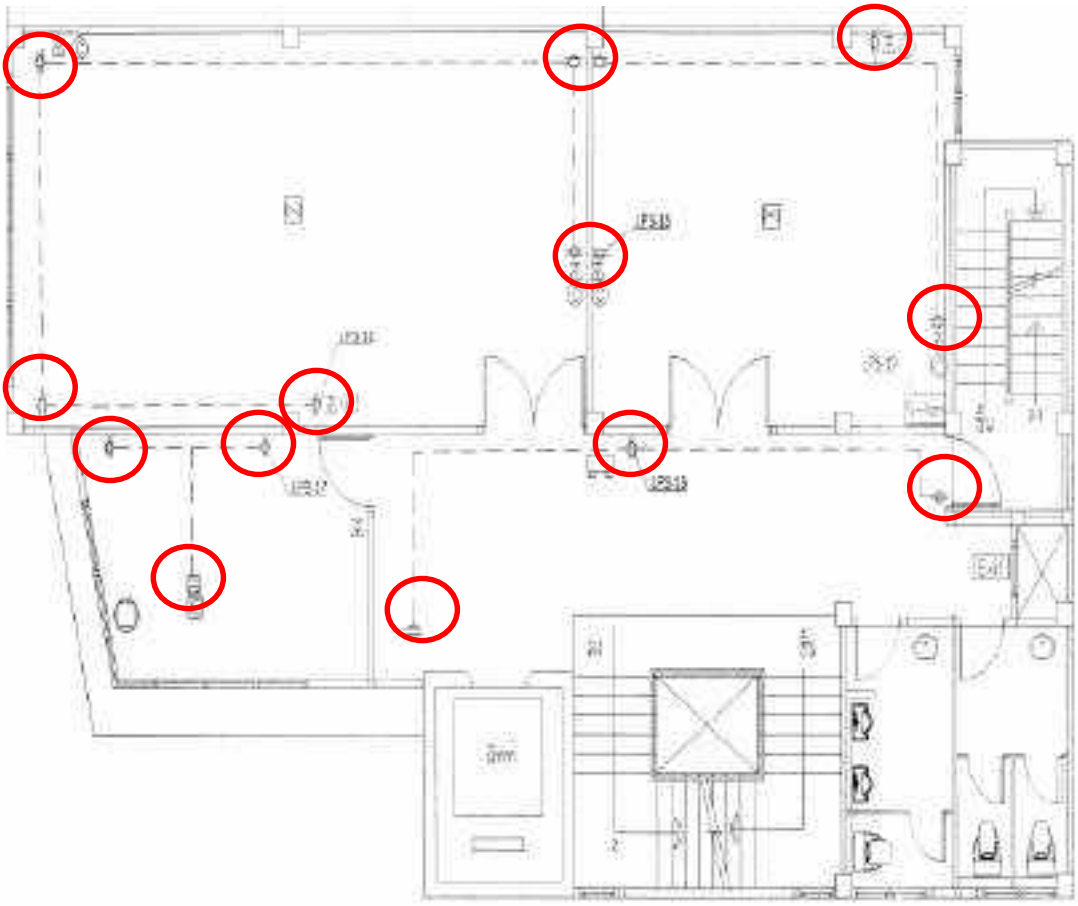
FRAME (AF)	TYPE	INTERRUPTING CAPACITY (kA)		Rate current (AT)	MCCB Pole Unit price (THB)			ACCESSORIES Unit price (THB)					
		230V	400V		2P	3P	4P	Alarm contact AL-1C	Auxiliary contact AUX-1C	Shunt trip SHT	Under voltage trip UVT	TERMINAL BLOCK TBA	Ass'y Charge
30	S-30S	2.5	1.5	3, 5, 10, 15, 20, 30	590	850	-	-	-	-	-	-	-
32	SXK32	15	7.5	3, 5, 10, 15, 20, 32	1,000	1,400	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
50	FXK50-HU	100	50	3, 5, 10	3,760	4,400	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
63	SXK63	15	7.5	5,10, 15, 20, 32, 40, 50, 63	1,010	1,470	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK63	25	10	5,10, 15, 20, 32, 40, 50, 63	1,240	1,750	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
100	F-100KB	85	50	15, 20, 30, 40, 50, 63, 75, 100	-	-	8,190	1,640	1,200	2,190	5,570	280	260
	F-100GB	100	75	15, 20, 30, 40, 50, 63, 75, 100	-	-	8,370	1,640	1,200	2,190	5,570	280	260
125	SXK125-SA	35	10	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	1,860	2,350	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK125-SA	50	25	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,020	2,530	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK125-S	50	30	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,340	3,290	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-M	70	36	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,850	3,880	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-H	100	50	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	3,980	5,680	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-G	100	75	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	-	5,790	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
225	SXK225	35	15	125, 150, 175, 200, 225	3,690	5,130	-	1,780	1,450	2,300	-	280	390
	FXE225-S	50	30	125/150/175/200/225 adjustable	-	10,400	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	FXE225-H	100	50	125/150/175/200/225 adjustable	-	11,400	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390

6. การเลือกขนาดสายดิน

จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.8 ขนาดสายดินของอุปกรณ์ เลือกใช้ สายขนาด 4 Sq.mm. เพราะเราใช้ Circuit Breaker ขนาด 20 AT

พิกัดกระแสลัดวงจรของอุปกรณ์ป้องกัน (แอมแปร์)	ขนาดสายดินชนิดสายทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
15	2.5
20	4
60	6
100	10
200	16
300	25
500	35
600	50
1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185
3000	240
4000	300
6000	400

3.10.3 ตัวอย่างการคำนวณแบบแปลนระบบเต้ารับไฟฟ้า



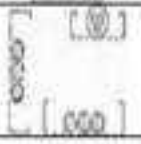
การคำนวณเครื่องปรับอากาศ จากวงจร LP3-13 , LP3-11 , LP3-17 , LP3-15 นับรวมกัน จะได้ 15 เต้ารับ

	เต้ารับไฟฟ้าคู่ชนิดมีกราวด์ ฝังผนัง
	เต้ารับไฟฟ้าคู่ชนิดมีกราวด์ ฝังพื้น

คิดเต้ารับจุดละ 180 VA = 180 VA มี 15 เต้ารับ = 180×15 = 2,700 VA

1. คำนวณกระแสโหลดในวงจร $= \frac{2,700}{220} =$ 12.27 A , I = 12.27 A
2. คำนวณขนาดของสาย = I × 1.25 คูณ 1.25 เนื่องจากวงจรเต้ารับไฟฟ้าเป็นโหลดต่อเนื่อง = 12.27 A × 1.25 = 15.3375 A

ใช้สาย THW ตารางที่ 2.3 วิธีการติดตั้งที่ 3

วิธีที่	วิธีการติดตั้ง	รูปแสดง
1	การเดินสายบนผิวของอาคาร	
2	การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคาร	
3	การเดินสายในท่อสายบนผิวภายในอาคาร หรือในท่อสายฝังในพื้นคอนกรีต ผนังปูนฉาบ	
4	การเดินสายในท่อฝังดิน	
5	การเดินสายฝังดินโดยตรง	
6	การเดินสายในรางเดินสาย (wireways)	
7	การเดินสายในรางเคเบิลแบบบันได (cable ladder)	

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม)	ขนาดกระแส (แอมแปร์) การติดตั้ง (ดูตารางหมายเหตุ)								
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		วิธีที่ 4		วิธีที่ 5	วิธีที่ 6	วิธีที่ 7
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ			
0.5	8	9	8	7	10	9	-	8	-
1	11	14	11	10	15	13	21	11	-
1.5	15	17	14	13	18	16	26	14	-
2.5	20	23	18	17	24	21	34	18	-
4	27	31	24	23	32	28	45	24	-
6	35	42	31	30	42	36	56	31	-
10	50	60	43	42	58	50	75	45	-
16	66	81	56	54	77	65	97	61	-
25	89	111	77	74	103	87	125	84	-
35	110	137	95	91	126	105	150	104	-
50	-	169	119	114	156	129	177	128	151
70	-	217	148	141	195	160	216	163	196
95	-	271	187	180	242	200	259	202	239
120	-	316	214	205	279	228	294	236	278
150	-	364	251	236	322	259	330	270	323
185	-	424	287	269	370	296	372	311	371
240	-	509	344	329	440	352	431	369	438
300	-	592	400	373	508	400	487	424	506
400	-	696	474	416	599	455	552	489	607
500	-	818	541	496	684	516	623	558	693

จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.4

3. เลือกวิธีที่ 3 เดินสายไฟฟ้าในท่อโลหะ ขนาด 2.5 sq.mm. ขนาดกระแส 18 A

4. การเลือกขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้า

พื้นที่หน้าตัดระบุของสายไฟฟ้า (ตร.มม)		จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย										
1		6	6	10	18	31	45	-	-	-	-	-
1.5		5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-
2.5		3	3	5	9	16	22	38	-	-	-	-
4		3	3	5	7	13	18	30	47	-	-	-
6		2	2	4	5	10	14	25	36	48	-	-
10		1	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16		1	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25		-	-	-	-	3	4	7	11	16	22	28
35		-	-	-	-	2	3	5	8	13	18	23
50		-	-	-	-	1	2	4	6	9	13	16
70		-	-	-	-	1	1	3	5	8	10	13
95		-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	11
120		-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
150		-	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
185		-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
240		-	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
300		-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
400		-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
500		-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย	มิลลิเมตร	12.7	16	19	25	32	38	50	60	75	90	100
	นิ้ว	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4

จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.5 จะได้ จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อ 5 เส้น ขนาด 3/4 นิ้ว หรือ 19 มิลลิเมตร ขนาด สายไฟฟ้า 2.5 sq.mm.

5. การเลือกขนาดของเซอร์กิต เบรกเกอร์

จากข้อที่ 2 การคำนวณขนาดของสาย ได้ 15.3375 A จากตารางที่ 2.9 ตัวอย่างตาราง Circuit Breaker ของยี่ห้อฮิตาชิ เลือก 20 AT 30 AF 2P IC 2.5 kA

FRAME (AF)	TYPE	INTERRUPTING CAPACITY (kA)		Rate current (AT)	MCCB Pole Unit price (THB)			ACCESSORIES Unit price (THB)					
		230V	400V		2P	3P	4P	Alarm contact AL-1C	Auxiliary contact AUX-1C	Shunt trip SHT	Under voltage trip UVT	TERMINAL BLOCK TBA	Ass'y Charge
30	S-30S	2.5	1.5	3, 5, 10, 15, 20, 30	590	850	-	-	-	-	-	-	-
32	SXK32	15	7.5	3, 5, 10, 15, 20, 32	1,000	1,400	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
50	FXK50-HU	100	50	3, 5, 10	3,760	4,400	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
63	SXK63	15	7.5	5,10, 15, 20, 32, 40, 50, 63	1,010	1,470	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK63	25	10	5,10, 15, 20, 32, 40, 50, 63	1,240	1,750	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
100	F-100KB	85	50	15, 20, 30, 40, 50, 63, 75, 100	-	-	8,190	1,640	1,200	2,190	5,570	280	260
	F-100GB	100	75	15, 20, 30, 40, 50, 63, 75, 100	-	-	8,370	1,640	1,200	2,190	5,570	280	260
125	SXK125-SA	35	10	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	1,860	2,350	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK125-SA	50	25	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,020	2,530	-	1,200	1,040	2,000	-	280	260
	FXK125-S	50	30	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,340	3,290	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-M	70	36	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	2,850	3,880	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-H	100	50	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	3,980	5,680	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
	FXK125-G	100	75	15, 20, 32, 40, 50, 63, 75, 100, 125	-	5,790	-	1,640	1,200	2,190	-	280	260
225	SXK225	35	15	125, 150, 175, 200, 225	3,690	5,130	-	1,780	1,450	2,300	-	280	390
	FXE225-S	50	30	125/150/175/200/225 adjustable	-	10,400	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390
	FXE225-H	100	50	125/150/175/200/225 adjustable	-	11,400	-	1,780	1,560	3,120	6,770	280	390

6. การเลือกขนาดสายดิน

จากทฤษฎีบทที่ 2 ตารางที่ 2.8 ขนาดสายดินของอุปกรณ์ เลือกใช้ สายขนาด 4 Sq.mm. เพราะเราใช้ Circuit Breaker ขนาด 20 AT

พิกัดกระแสลัดวงจรของอุปกรณ์ป้องกัน (แอมแปร์)	ขนาดสายดินชนิดสายทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
15	2.5
20	4
60	6
100	10
200	16
300	25
500	35
600	50
1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185
3000	240
4000	300
6000	400

บทที่ 4

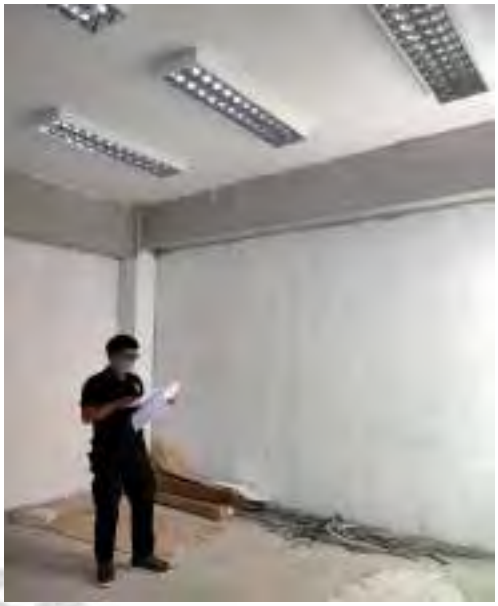
ผลการปฏิบัติงาน

จากการได้ฝึกสหกิจศึกษา ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์ ระหว่างวันที่ 23 สิงหาคม ถึง 10 ธันวาคม พ.ศ. 2564 ผลการปฏิบัติงานมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 สำรวจหน้างาน และตรวจสอบตามแบบ

รูปที่ 4.1 รูปอ่านแบบระบบไฟฟ้ากับแบบสถาปัตยกรรม

รูปที่ 4.2 ตรวจสอบระบบไฟฟ้าหน้างานจริงกับแบบแปลน



รูปที่ 4.2 (ต่อ) ตรวจสอบระบบไฟฟ้าหน้างานจริงกับแบบแปลน

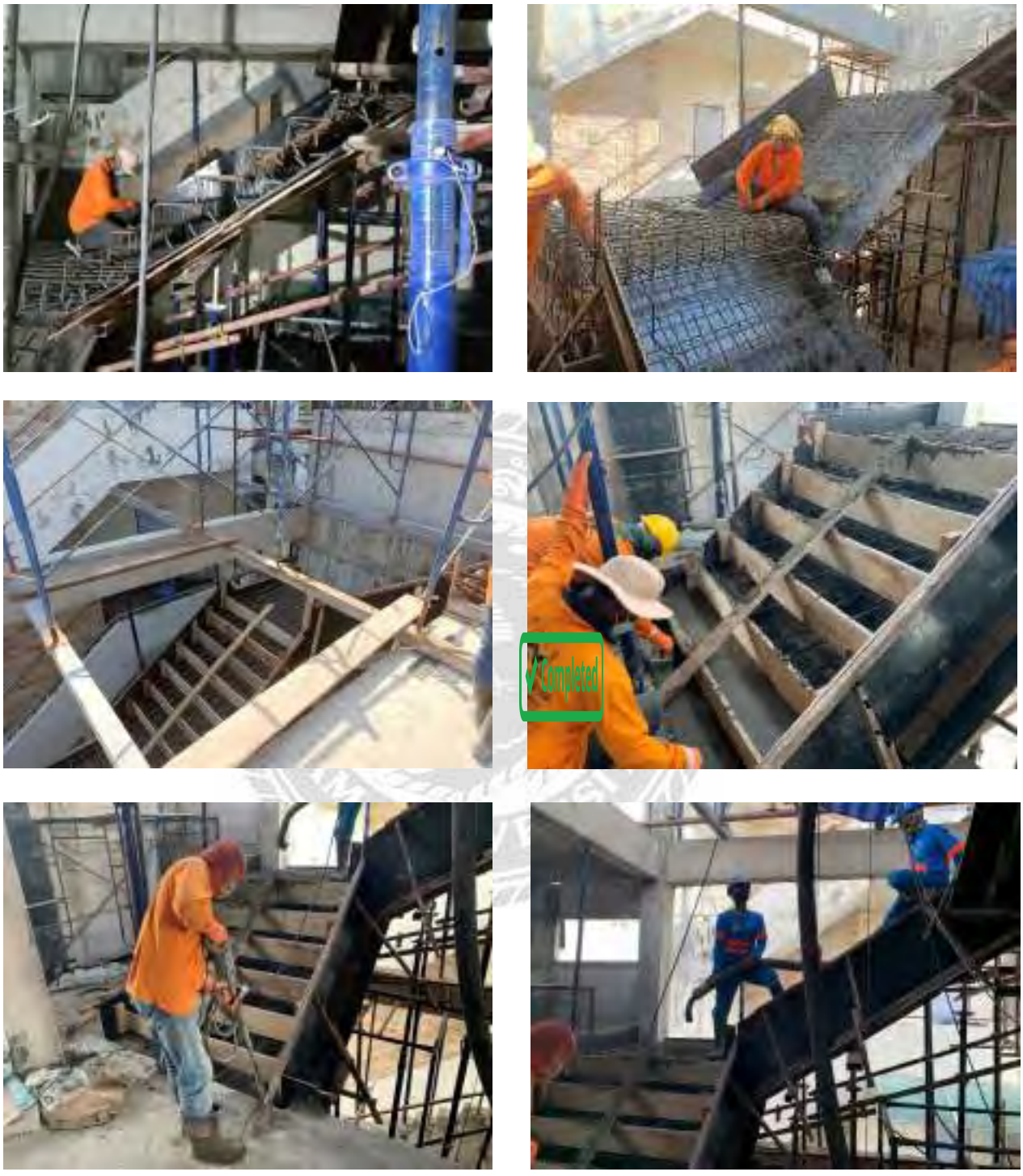
4.2 ความคืบหน้าของโครงงาน

ความคืบหน้าของโครงการ ณ ปัจจุบัน โดยมีบริษัทผู้รับเหมา กิจการร่วมค้า เจวาย กรุ๊ป และ เอสเอ็นเทค แอนด์ ซัพพลาย เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง มีการดำเนินการดังนี้

1. หล่อคอนกรีตโครงสร้างพื้นชั้นดาดฟ้า
2. หล่อคอนกรีตโครงสร้างห้องลิฟต์ชั้นดาดฟ้า
3. หล่อคอนกรีตบันไดชั้นที่ 4 – ดาดฟ้า
4. ก่ออิฐผนังและติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่างไม้ชั้นที่ 4
5. ฉาบปูนผนังชั้น 2
6. เดินท่อประปา - สุขาภิบาลชั้น 4
7. เดินสายไฟฟ้าชั้นที่ 4
8. งานฝ้าเพดานชั้นที่ 1
9. งานผิวพื้น - ผนัง ชั้น 1
10. ติดตั้งดวงโคมชั้น 1

รูปที่ 4.3 ภาพหล่อคอนกรีตโครงสร้างพื้นชั้นดาดฟ้า

รูปที่ 4.4 ภาพหล่อคอนกรีตโครงสร้างลิฟต์ชั้นดาดฟ้า



รูปที่ 4.5 ภาพหล่อคอนกรีตบันไดชั้นที่ 4 – ดาดฟ้า

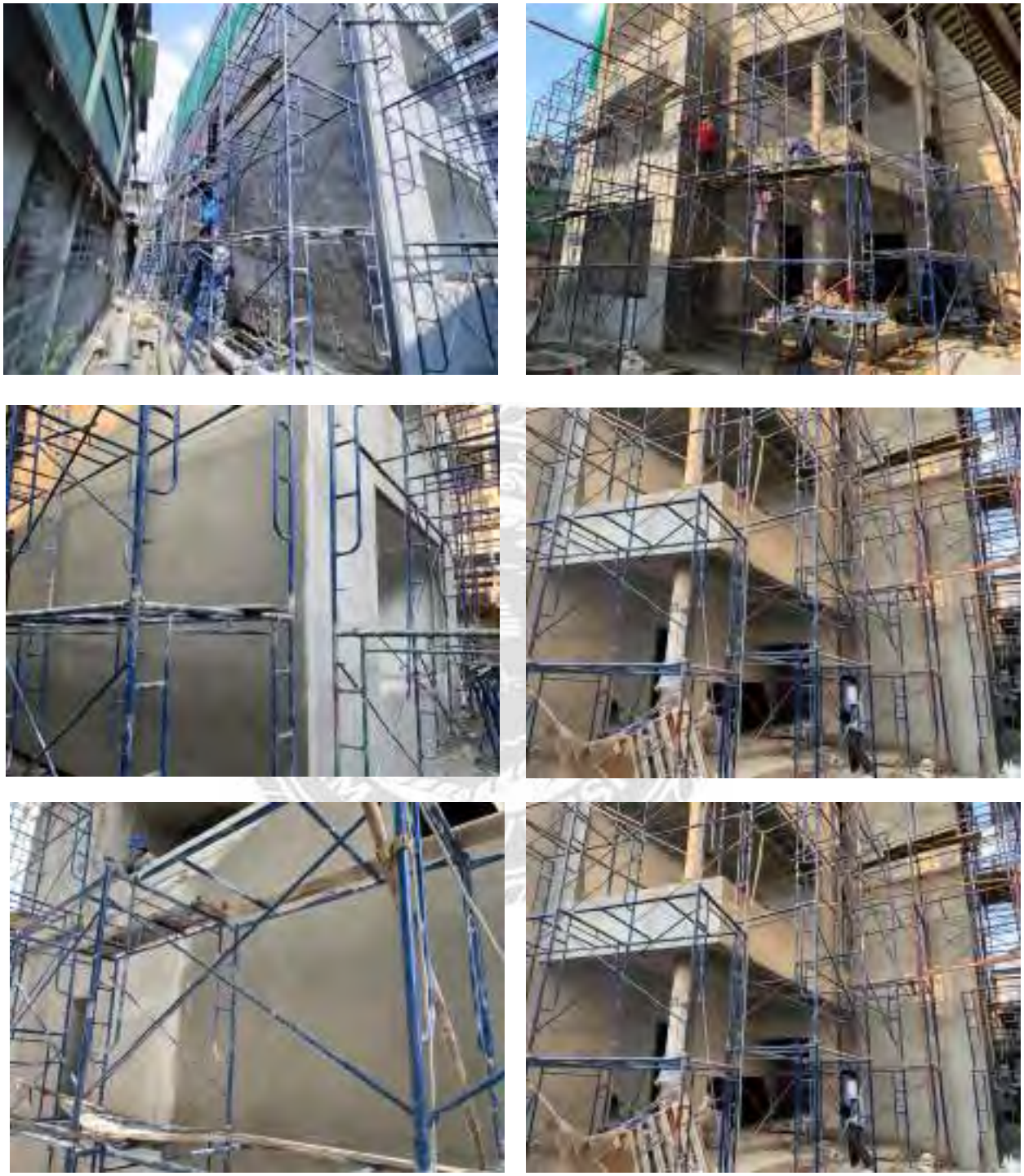
รูปที่ 4.6 ก่ออิฐผนังและติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่างไม้ชั้นที่ 4

รูปที่ 4.7 ฉาบปูนผนังชั้น 2

รูปที่ 4.8 เดินท่อประปา - สุขาภิบาลชั้น 4

รูปที่ 4.9 เดินสายไฟฟ้าชั้นที่ 4

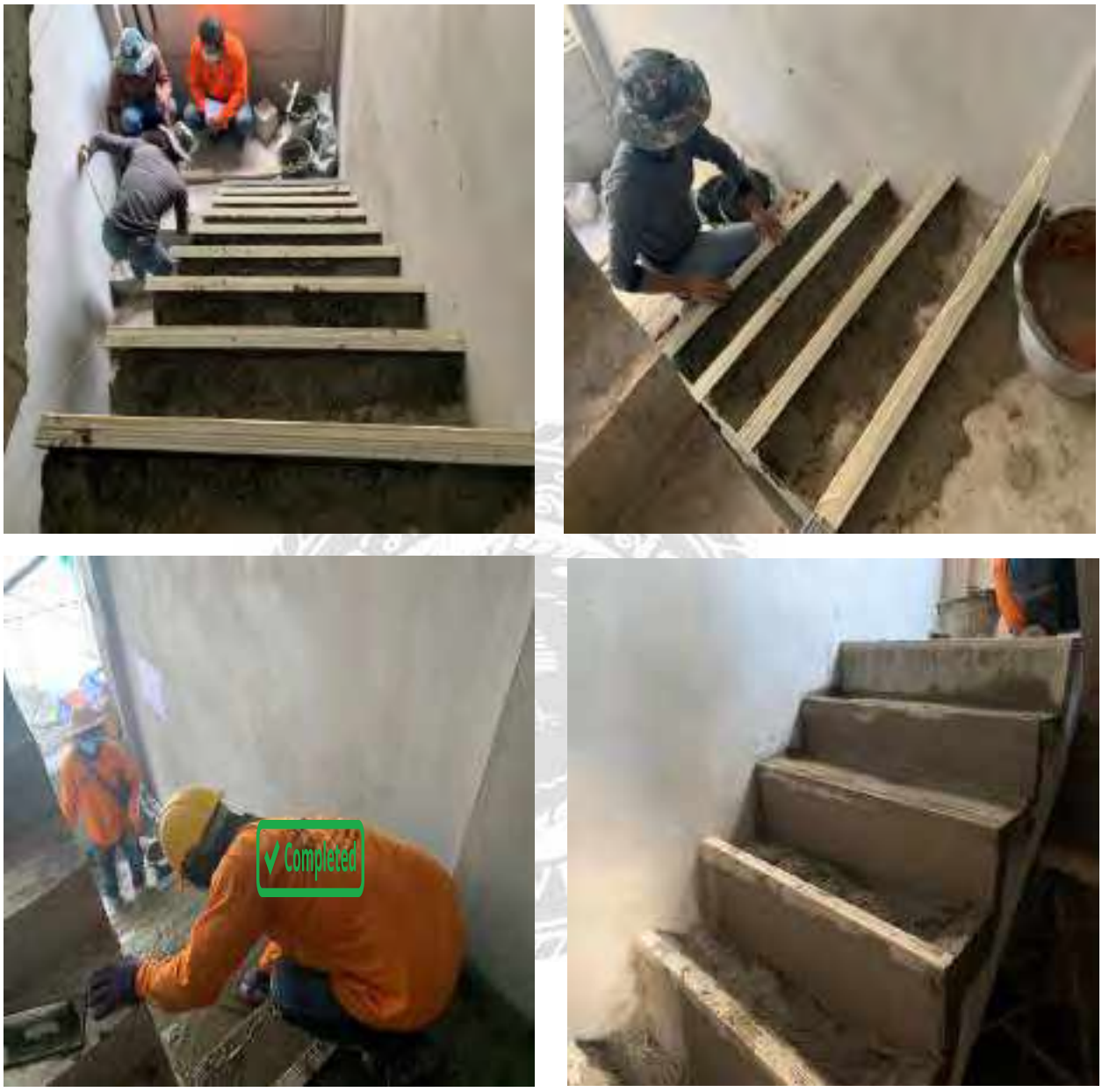
รูปที่ 4.10 งานฝ้าเพดานชั้นที่ 1



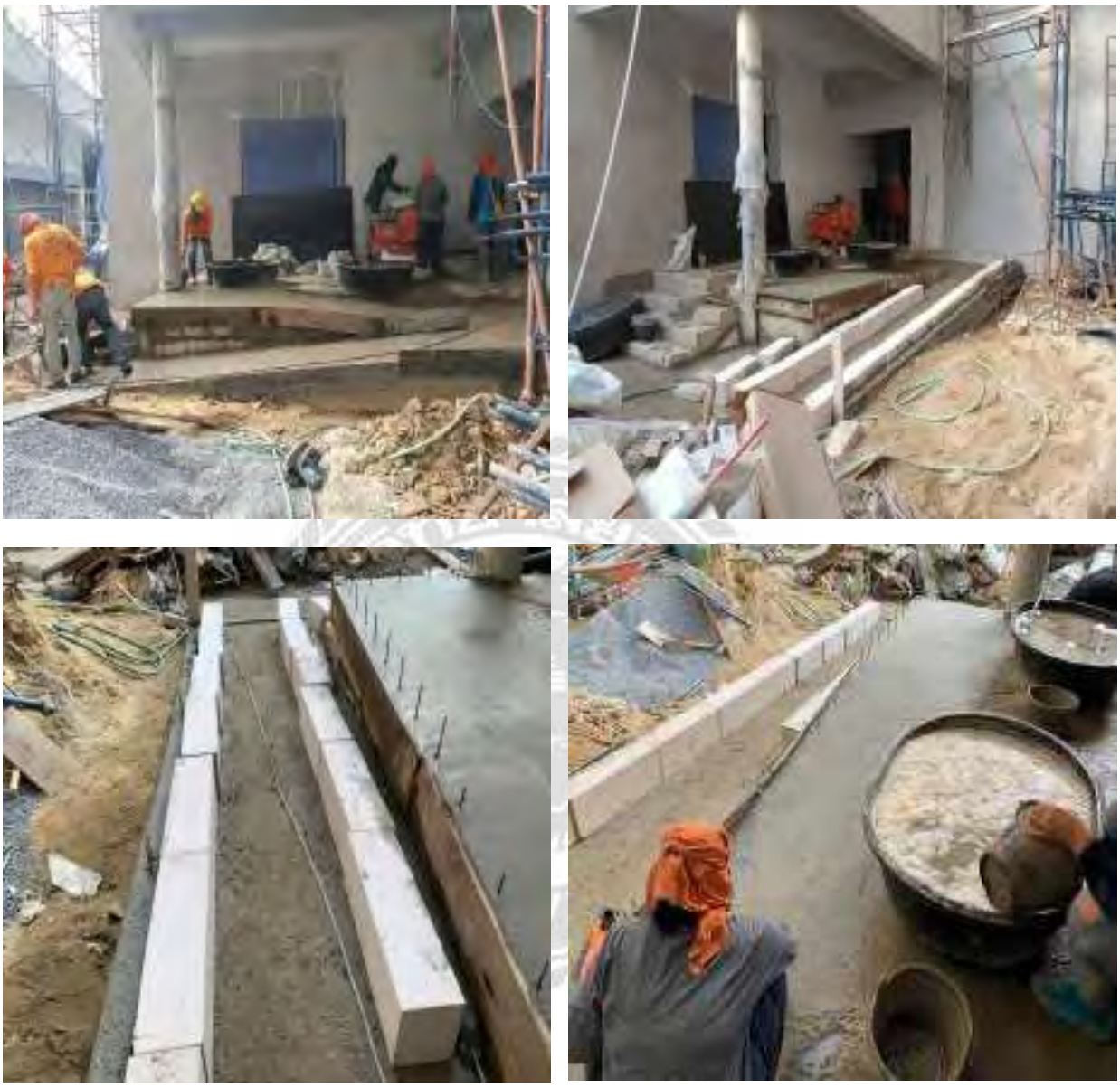
รูปที่ 4.11 งานผิวพื้น - ผนัง (งานฉาบด้านนอก)

รูปที่ 4.12 งานผิวพื้น - ผนัง (บริเวณห้องน้ำชั้นที่ 1)

รูปที่ 4.13 งานผิวพื้น – ผนัง (บริเวณภายในห้องชั้นที่ 1)



รูปที่ 4.14 งานผิวพื้น - ผนัง (บริเวณบันไดหนีไฟชั้นที่ 1)



รูปที่ 4.15 งานผิวพื้น - ผนัง (บริเวณบันไดทางขึ้นไปชั้นที่ 1)

รูปที่ 4.16 งานผิวพื้น - ผนัง (บริเวณผนังลิฟท์ชั้นที่ 1)

รูปที่ 4.17 งานติดตั้งดวงโคมชั้นที่ 1

4.3 ภาพลงพื้นที่ปฏิบัติงาน

ผู้จัดทำได้ลงพื้นที่ปฏิบัติงาน ตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม ถึง 10 ธันวาคม พ.ศ. 2564 มีภาพการลงพื้นที่ปฏิบัติงาน ดังนี้

รูปที่ 4.18 การก่อสร้างและทำการออกแบบลิฟต์ภายในอาคาร

รูปที่ 4.19 รูปการผูกเหล็กเสา เพื่อไว้สำหรับเทปูน

รูปที่ 4.20 รูปช่างกำลังฉาบปูนที่ผนังและกำแพง ชั้นที่ 1

รูปที่ 4.21 รูปช่างกำลังทำการเทปูนผนังลิฟต์

รูปที่ 4.22 รูปช่างกำลังทำการเทปูนเสาหลัก บันไดจากชั้น 3 ไปบันไดชั้น 4

รูปที่ 4.23 รูปช่างกำลังก่อผนังชั้น 3 , ชั้น 4 และกำลังฉาบกำแพงชั้น 2

รูปที่ 4.24 รูปช่างกำลังทำการฉากเข้ามุมเสาและก่อผนังห้องน้ำ ชั้น 3

รูปที่ 4.25 รูปผูกเหล็กเสา ชั้น 4

รูปที่ 4.26 รูปช่างกำลังทำการสกินโค๊ดหรือเรียกอีกอย่างว่า ฉาบผิวเรียบแบบบางๆ บริเวณชั้น 2 และ ชั้น 3

รูปที่ 4.27 ตั้งค้ำยันชั้น 4 และเข้าแบบคาน

รูปที่ 4.28 รูปช่างกำลังฉาบปูนผนังภายในอาคาร ชั้น 2 และ ชั้น 3

รูปที่ 4.29 รูปวางเหล็กพื้นชั้นดาดฟ้าและบันไดชั้นบน

รูปที่ 4.30 รูปเดินท่อประปา ชั้น 3 , ชั้น 4

รูปที่ 4.31 รูปช่างกำลังทำการเดินท่อเหล็กพร้อมร้อยสายไฟฟ้า ชั้นที่ 1

รูปที่ 4.32 รูปชั้นที่ 2 เดินท่อร้อยสายไฟฟ้าแต่ยังไม่ได้เดินสายไฟ

รูปที่ 4.33 รูปช่างกำลังติดตั้งโครงฝ้าชั้นที่ 1

รูปที่ 4.34 รูปช่างกำลังติดตั้งโคมไฟ ชั้นที่ 1

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน

ผู้จัดทำได้ศึกษาแบบสถาปัตยกรรม และระบบไฟฟ้า ของอาคารกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์ ลำดับแรกผู้จัดทำได้ศึกษาแบบสถาปัตยกรรม เพราะเป็นรูปแบบรายการที่แสดงขนาดและรูปทรงอาคาร รวมถึงรายละเอียดการจัดวางตำแหน่งต่างๆ ซึ่งจะเป็นแบบก่อสร้างที่จะแสดงลักษณะและรายละเอียดของอาคารเมื่อก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ ดังนั้นในการก่อสร้างจะต้องพยายามก่อสร้างให้ได้ลักษณะ และรายละเอียดตามที่แสดงไว้ในแบบสถาปัตยกรรม หากแบบวิศวกรรมโครงสร้าง หรือแบบประเภทอื่น ขัดแย้งหรือไม่สอดคล้องกับแบบสถาปัตยกรรม ควรพยายามแก้ไขแบบประเภทอื่นก่อน และลำดับถัดมาผู้จัดทำได้อ่านแบบระบบไฟฟ้าเป็นความรู้พื้นฐาน ของวิศวกรไฟฟ้าเนื่องจากเป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างช่างไฟฟ้าและบุคคลที่เกี่ยวข้องต่องานระบบไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งอุปกรณ์ หรือระบบไฟฟ้าต่างๆ ทั้งนี้ในแบบไฟฟ้าของอาคาร จะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ เต้ารับ เป็นต้น ดังนั้นในการออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องเข้าใจในการใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบไฟฟ้า ชนิดการใช้งาน การติดตั้งต้องทราบพิกัดและตำแหน่ง เพื่อสื่อสารกับผู้ออกแบบให้มีความเข้าใจตรงกัน เพื่อให้งานเป็นไปอย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานและตามแบบที่ได้วางไว้

หลังจากได้ศึกษาแบบผู้จัดทำได้มีความรู้ความเข้าใจในการอ่านแบบมากขึ้น และเห็นภาพรวมของอาคารก่อนการลงพื้นที่ปฏิบัติงาน และสามารถสื่อสารกับผู้รับเหมาให้มีความเข้าใจตรงกัน และจากการลงพื้นที่ปฏิบัติงานทำให้ผู้จัดทำได้เรียนรู้ขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบและการแก้ไขปัญหากรณีเกิดความขัดแย้งหรืองานไม่เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

5.2 ปัญหาระหว่างปฏิบัติงาน

5.2.1 การอ่านแบบระบบไฟฟ้า และระบบต่างๆ ยังต้องสร้างความเข้าใจและเพิ่มความรู้ทางด้านทฤษฎีให้มากขึ้น

5.2.2 ในการปฏิบัติงานด้านการติดตั้งระบบไฟฟ้า ต้องรอให้การก่อสร้างขึ้นโครงอาคารแล้วเสร็จ จึงจะสามารถติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเดินระบบได้ ทำให้ในระหว่างสหกิจศึกษาทำให้ไม่สามารถตรวจสอบ และเปรียบเทียบกับแบบได้ทั้งหมด

5.2.3 เกิดปัญหาด้านโควิด-19 ทำให้มีผู้ติดโควิด ทำให้ไซต์งานหยุดหลายเดือน จึงทำให้การก่อสร้างอาคารและการเดินระบบไฟฟ้าภายในอาคารต้องเกิดความล่าช้า

5.2.4 ผู้รับเหมาทิ้งงานหรือไม่มีคนมารับช่วงการก่อสร้างต่อ จึงทำให้การก่อสร้างอาคารและการเดินระบบไฟฟ้าภายในอาคารต้องเกิดความล่าช้า

5.3 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.3.1 การเข้าปฏิบัติงานทุกครั้งผู้ปฏิบัติงานต้องทำความเข้าใจรายละเอียดมาตรฐานข้อกำหนดต่างๆ ขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นอันดับแรก

5.3.2 – สอบถามพนักงานที่มีทักษะและความชำนาญในการดูแบบแปลนทางวิศวกรรมและแบบแปลนสถาปัตยกรรม

บรรณานุกรม

Napat Watjanatepin. (ม.ป.ป.).*สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบไฟฟ้า*. วันที่สืบค้น 28 ธันวาคม 2564, จาก http://g-tech.ac.th

Nootjaree Lohakarn. (2551). *สัญลักษณ์ประตู – หน้าต่าง*. วันที่สืบค้น 20 ธันวาคม 2564, จาก https://sites.google.com/

การออกแบบระบบไฟฟ้าและการคำนวณโหลดระบบไฟฟ้า. (ม.ป.ป.). วันที่สืบค้น 26 ธันวาคม 2564, จาก https://blog.rmutl.ac.th

บริษัท ไทยอิเล็คทริคเวิร์ค จำกัด. (2557). *ชนิดและการใช้งานของสายไฟฟ้า*. วันที่สืบค้น 12 มกราคม 2565, จาก https://www.thai-electricworks.com

บริษัท คชา (ไทยแลนด์) จำกัด. (ม.ป.ป.). *ชนิดและการใช้งานของสายไฟฟ้า*. วันที่สืบค้น 14 มกราคม 2565, จาก https://www.kachathailand.com

บริษัท คชา (ไทยแลนด์) จำกัด. (ม.ป.ป.). *ท่อร้อยสายไฟ*. วันที่สืบค้น 14 มกราคม 2565, จาก https://www.kachathailand.com

บริษัท ปลื้มบุญ เน็ทเวอร์ค บิส จำกัด. (2556.). *ตารางเซอร์กิตเบรกเกอร์ Hitachi*. วันที่สืบค้น 17 มกราคม 2565, จาก https://www.pnbmart.com

ประเภทของการเขียนแบบ. (ม.ป.ป). วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2564, จาก https://sites.google.com

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. (2018). *ผู้บริหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*. วันที่สืบค้น 17 ธันวาคม 2564, จาก https://www.rmutp.ac.th

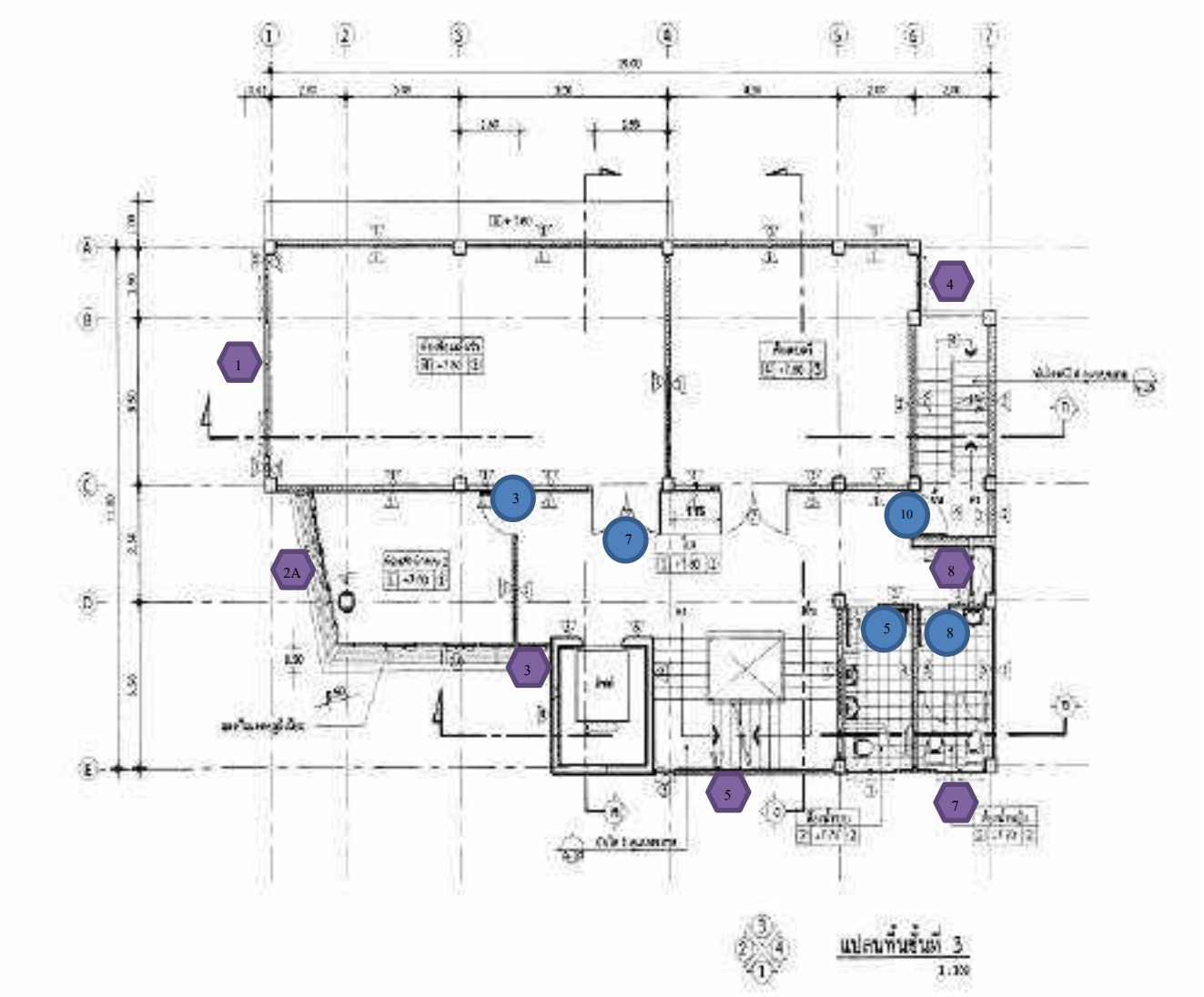
สัญลักษณ์ในแบบแปลน. (ม.ป.ป.). วันที่สืบค้น 25 ธันวาคม 2564, จาก https://dsignsomething.com

ห้องเรียนออนไลน์ By ครูตุ้ง วิทยาลัยอาชีวศึกษาพิจิตร. (ม.ป.ป.). *ตารางกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟชนิดต่างๆ*. วันที่สืบค้น 14 มกราคม 2565, จาก https://elearnkrutung.blogspot.com

ภาคผนวก

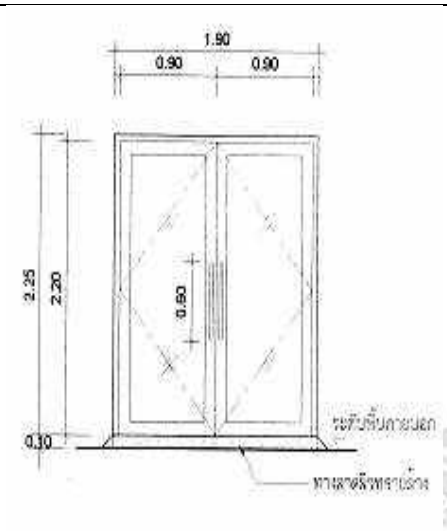
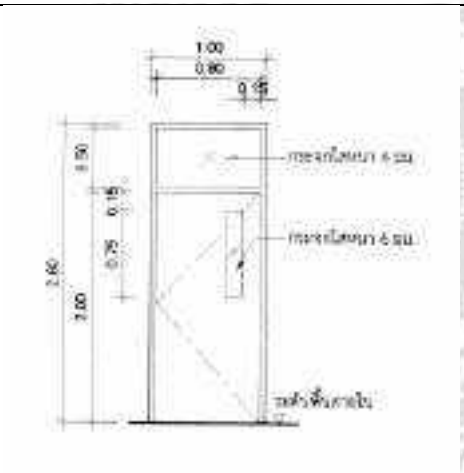
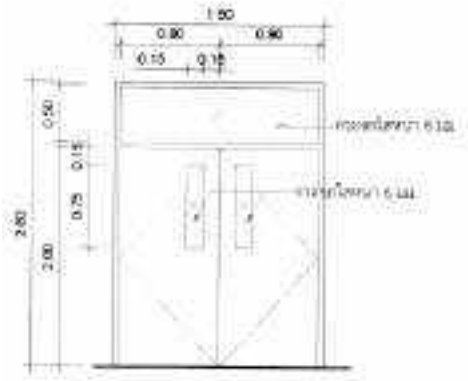
ภาคผนวก ก

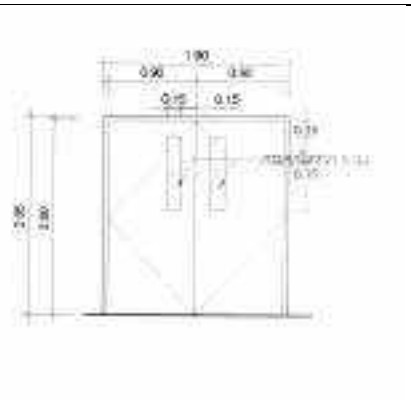
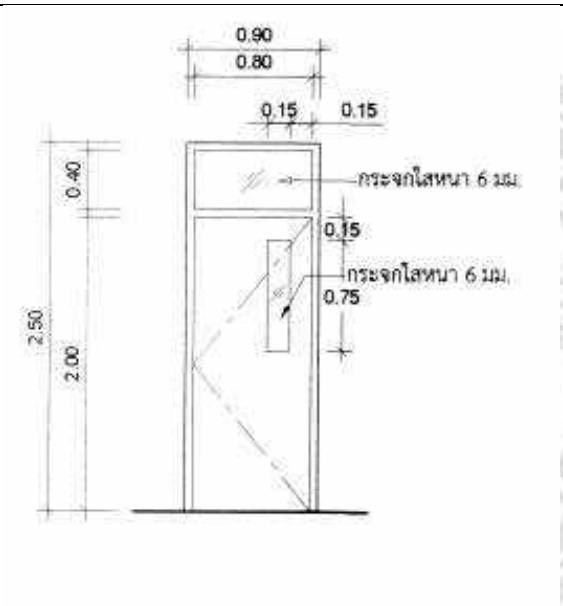
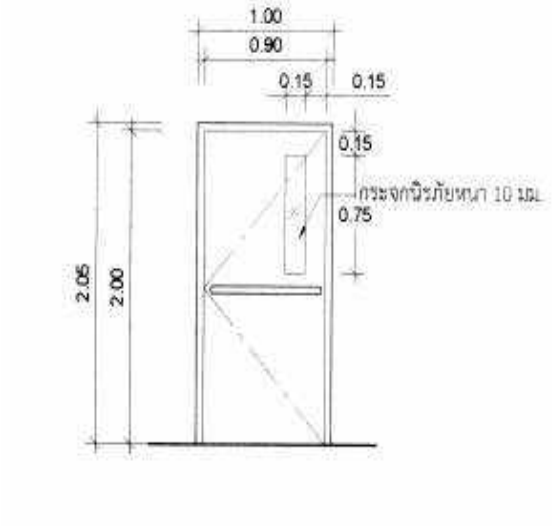
ตัวอย่างผังสถาปัตยกรรมในโครงงาน

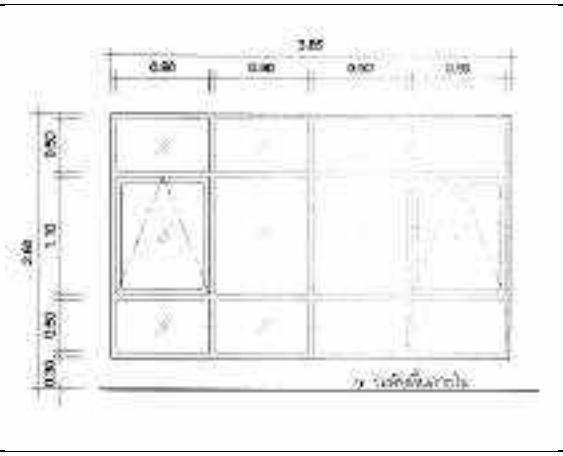
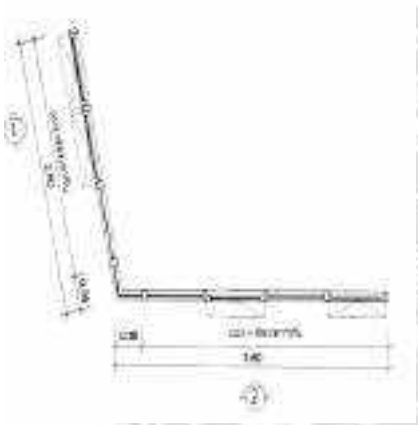
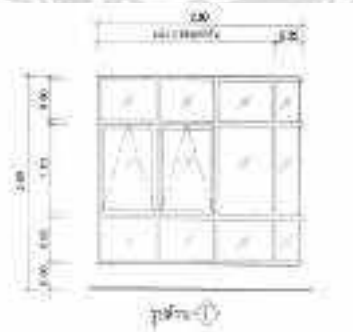
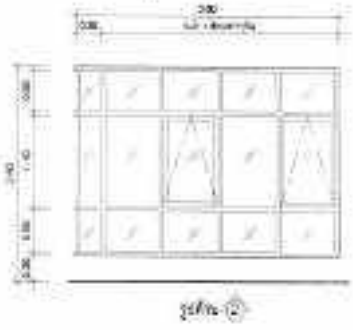


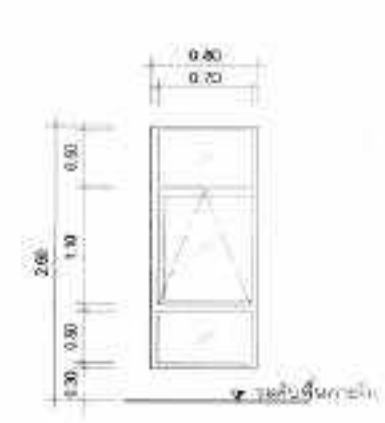
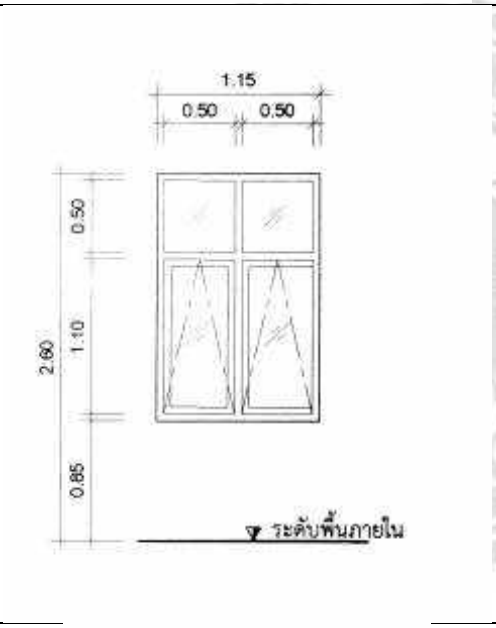
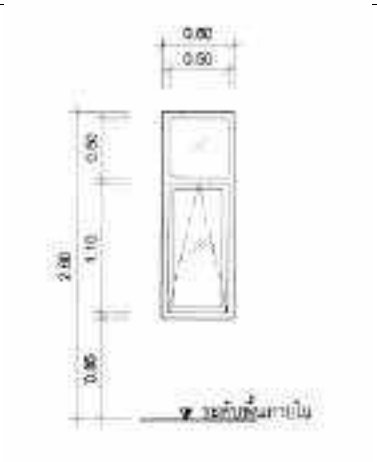
รูปแบบผังงานสถาปัตยกรรม

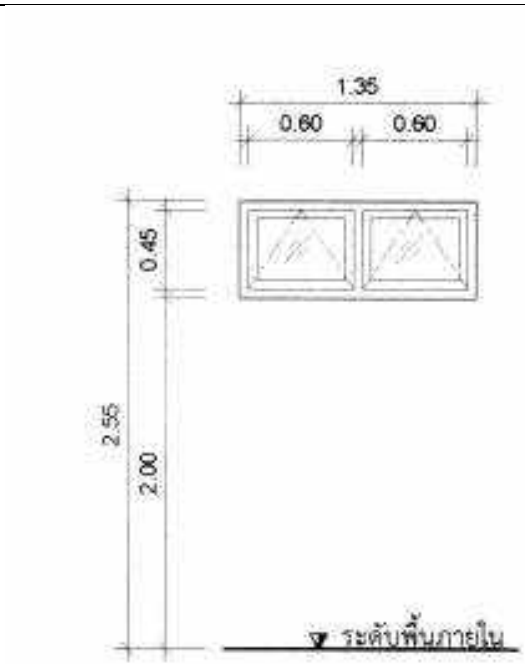
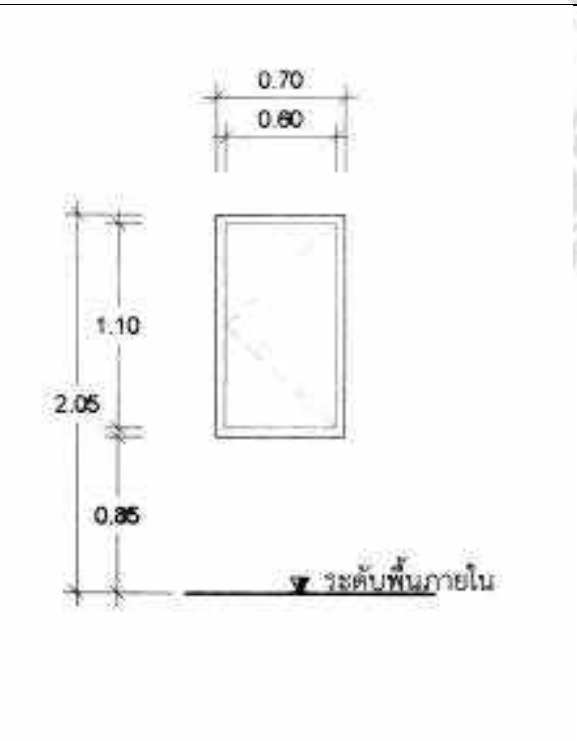
ตาราง แบบสัญลักษณ์งานสถาปัตยกรรมในโครงงาน

หมายเลข	แบบสถาปัตยกรรม	รายละเอียด
1		**ลักษณะ :** ประตูบานคู่ **วงกบ :** อลูมิเนียม ขนาด 1 3/4"×4" หนา 1.5 มม. **กรอบบาน :** อลูมิเนียมลูกฟักกระจกใสสีเขียว หนา 6 มม. **อุปกรณ์ :** ตามมาตราฐานผู้ผลิต
3		**ลักษณะ :** ประตูบานเปิดเดี่ยวพร้อมช่องแสง **วงกบ :** ไฟเบอร์กลาส 2'×4' **กรอบบาน :** บานไฟเบอร์กลาส หนา 35 มม. ภายในฉีดโพลียูรีเทนโฟม **อุปกรณ์ :** บานพับอลูมิเนียม แหวนสเตนเลส 4'/3 ตัว ลูกบิดส-แตนเลส มีลูกกุญแจและปุ่มล็อค DOOR STOPPER ชนิดแม่เหล็ก
5		**ลักษณะ :** ประตูบานเปิดเดี่ยวพร้อมช่องแสง **วงกบ :** ไฟเบอร์กลาส 2'×4' **กรอบบาน :** บานไฟเบอร์กลาส หนา 35 มม. ภายในฉีดโพลียูรีเทนโฟม **อุปกรณ์ :** บานพับอลูมิเนียม แหวนสเตนเลส 4'/3 ตัว ลูกบิดสแตนเลส มีลูกกุญแจและปุ่มล็อค DOOR STOPPER ชนิดแม่เหล็ก

หมายเลข	แบบสถาปัตยกรรม	รายละเอียด
7		**ลักษณะ :** ประตูบานเปิดคู่ **วงกบ :** ไฟเบอร์กลาส 2’×4’ **กรอบบาน :** บานไฟเบอร์กลาส หนา 35 มม. ภายในฉีดโพลียูรีเทนโฟม **อุปกรณ์ :** บานพับอลูมิเนียม แหวนสเตนเลส 4’/3 ตัว ลูกบิดสแตนเลส มีกุญแจและปุ่มล็อค DOOR STOPPER ชนิดแม่เหล็ก
8		**ลักษณะ :** ประตูบานเปิดเดี่ยวพร้อมช่องแสง **วงกบ :** ไฟเบอร์กลาส 2’×4’ **กรอบบาน :** บานไฟเบอร์กลาส หนา 35 มม. ภายในฉีดโพลียูรีเทนโฟม **อุปกรณ์ :** บานพับอลูมิเนียม แหวนสเตนเลส 4’/3 ตัว ลูกบิดสแตนเลส มีกุญแจและปุ่มล็อค DOOR STOPPER ชนิดแม่เหล็ก
10		**ลักษณะ :** ประตูบานเปิดเดี่ยวพร้อมเกล็ดระบายอากาศพร้อมกระจกนิรภัยติดตาย **วงกบ :** วงกบเหล็ก พับขึ้นรูป 50×100×1.6 มม. **กรอบบาน :** กรอบบานเหล็ก พับขึ้นรูปภายในเสริมเหล็กตัว U ฉีดโฟม **อุปกรณ์ :** บานพับ HEAVY DUTY ชนิดมีลูกปืนภายใน 3 ตัว/บาน ทำจากเหล็ก อุปกรณ์ตามมาตราฐานการใช้งานครบชุด พร้อม AUTOMATIC DOOR

หมายเลข	แบบสถาปัตยกรรม	รายละเอียด
1		**ลักษณะ :** หน้าต่างบานกระทุ้งพร้อมช่องแสง **วงกบ :** อลูมิเนียม ขนาด 1 3/4"×4" หนา 1.5 มม. **กรอบบาน :** อลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใสสีเขียวตัดแสง หนา 6 มม. **อุปกรณ์ :** อุปกรณ์ตามมาตราฐานผู้ผลิต
2A	  	**ลักษณะ :** หน้าต่างบานกระทุ้งพร้อมช่องแสง **วงกบ :** อลูมิเนียม ขนาด 1 3/4"×4" หนา 1.5 มม. **กรอบบาน :** อลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใสสีเขียวตัดแสง หนา 6 มม. **อุปกรณ์** : อุปกรณ์ตามมาตราฐานผู้ผลิต

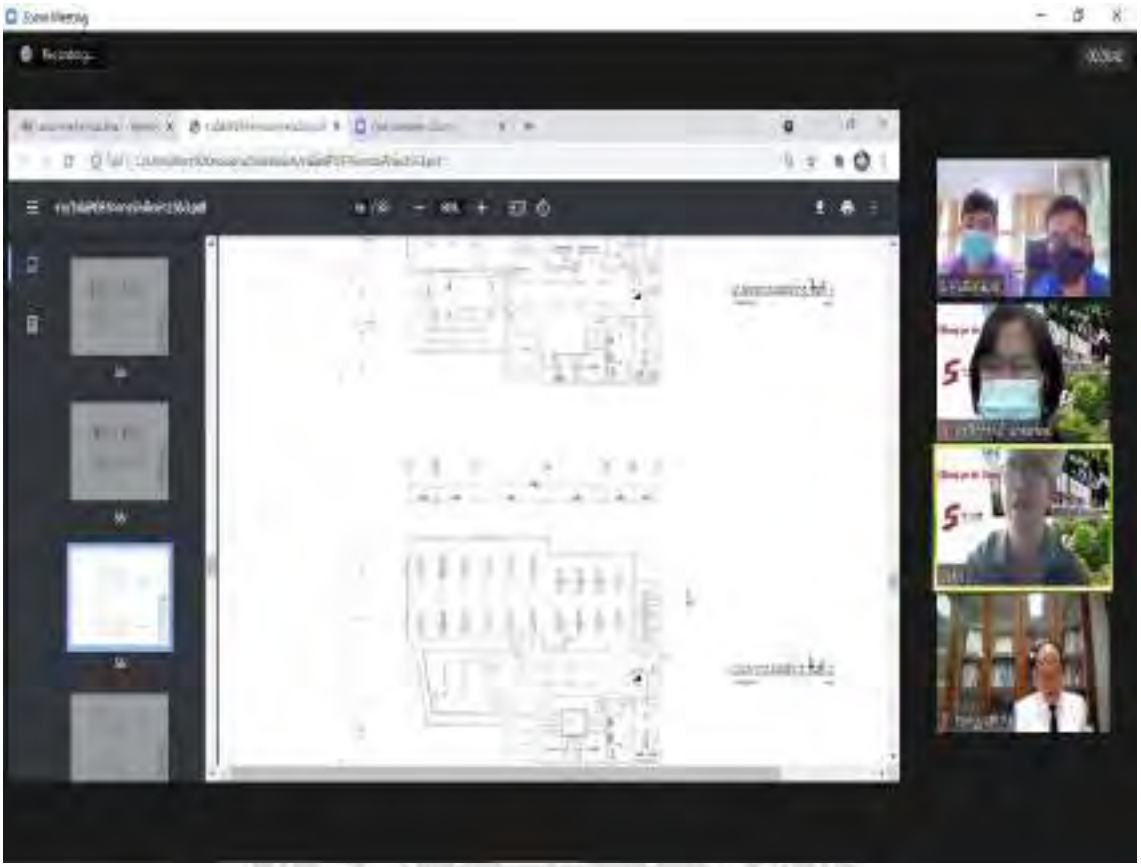
หมายเลข	แบบสถาปัตยกรรม	รายละเอียด
3		**ลักษณะ :** หน้าต่างบานกระทุ้งพร้อมช่องแสง **วงกบ :** อลูมิเนียม ขนาด 1 3/4"×4” หนา 1.5 มม. **กรอบบาน :** อลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใสสีเขียวตัดแสง หนา 6 มม. **อุปกรณ์ :** อุปกรณ์ตามมาตราฐานผู้ผลิตครบชุด
4		**ลักษณะ :** หน้าต่างบานกระทุ้งพร้อมช่องแสง **วงกบ :** อลูมิเนียม ขนาด 1 3/4"×4” หนา 1.5 มม. **กรอบบาน :** อลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใสสีเขียวตัดแสง หนา 6 มม. **อุปกรณ์ :** อุปกรณ์ตามมาตราฐานผู้ผลิตครบชุด
5		**ลักษณะ :** หน้าต่างบานกระทุ้งพร้อมช่องแสง **วงกบ :** อลูมิเนียม ขนาด 1 3/4"×4” หนา 1.5 มม. **กรอบบาน :** อลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใสสีเขียวตัดแสง หนา 6 มม. **อุปกรณ์ :** อุปกรณ์ตามมาตราฐานผู้ผลิตครบชุด

หมายเลข	แบบสถาปัตยกรรม	รายละเอียด
7		**ลักษณะ :** หน้าต่างบานกระทุ้ง วงกบ : อลูมิเนียม ขนาด 1 3/4"×4" หนา 1.5 มม. กรอบบาน : อลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใสสีเขียวตัดแสง หนา 6 มม. อุปกรณ์ : อุปกรณ์ตามมาตราฐานผู้ผลิตครบชุด
8		**ลักษณะ :** หน้าต่างบานเปิด (ชนิดสปริงกดกระเด้ง) **วงกบ :** วงกบไฟเบอร์กลาส 2"×4" **กรอบบาน :** กรอบบานไฟเบอร์กลาส **อุปกรณ์ :** อุปกรณ์ตามมาตราฐานผู้ผลิต

ภาคผนวก ข

การนิเทศงานผ่านโปรแกรม ZOOM

รูปการนิเทศสหกิจผ่านโปรแกรม Zoom



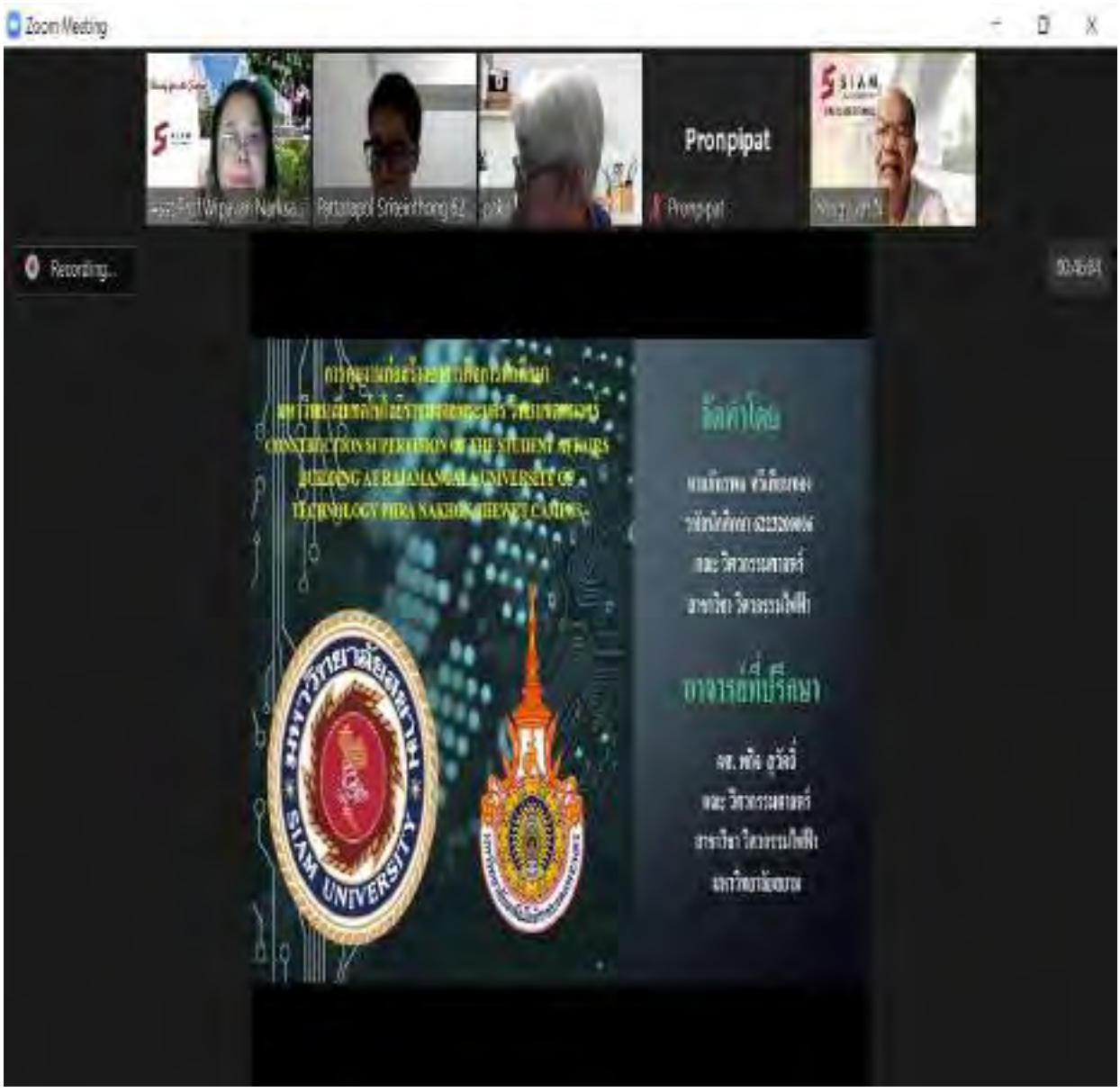
รูปการนิเทศสหกิจผ่านโปรแกรม Zoom

รูปการนิเทศสหกิจผ่านโปรแกรม Zoom

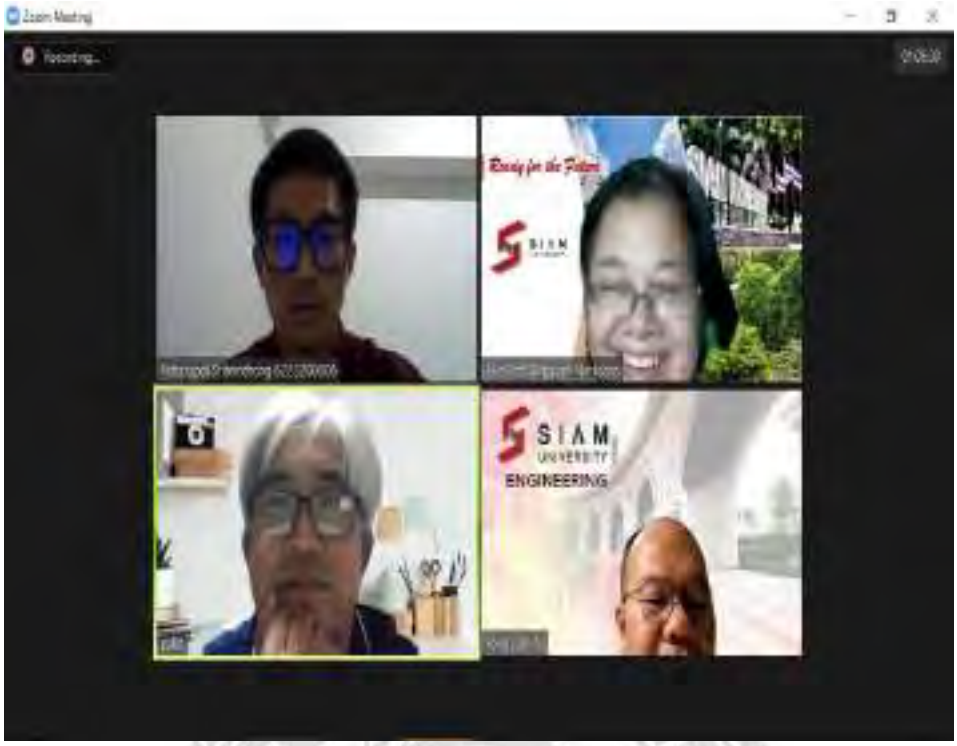
รูปการนิเทศสหกิจผ่านโปรแกรม Zoom

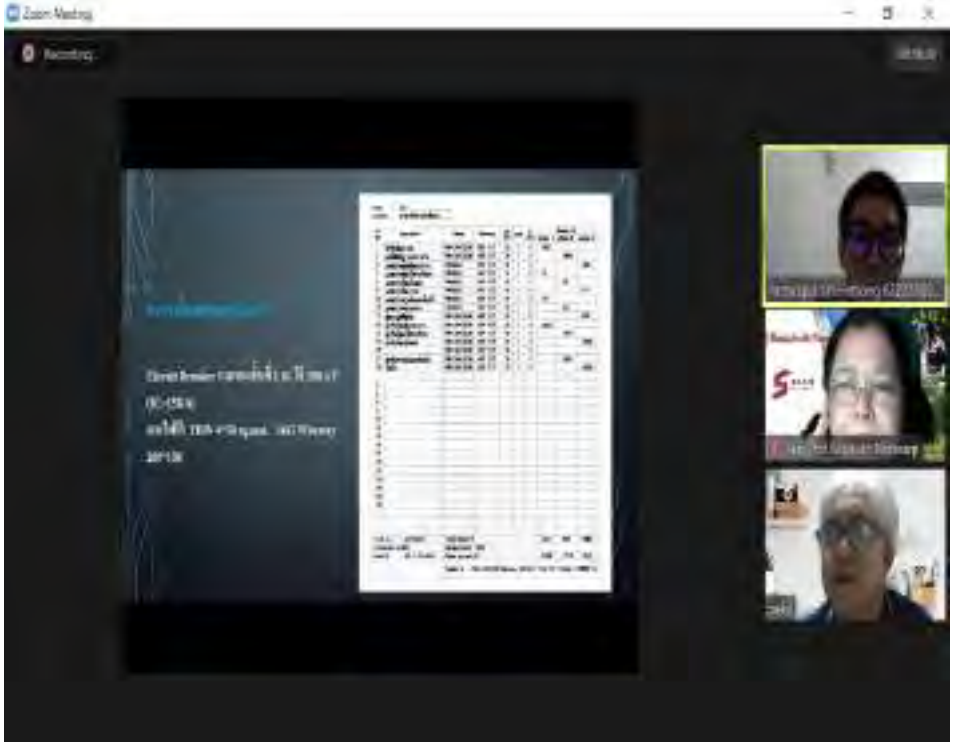
ภาคผนวก ค

การสอบโครงงานสหกิจผ่านสื่อออนไลน์ Zoom



รูปการสอบโครงงานสหกิจผ่านสื่อออนไลน์ Zoom





รูปการสอบโครงงานสหกิจผ่านสื่อออนไลน์ Zoom

รูปการสอบโครงงานสหกิจผ่านสื่อออนไลน์ Zoom

ภาคผนวก ง

ระบบตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ โดย อักขราวิสุทธิ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Plagiarism Checking Report

Created on Feb 17, 2022 at 15:44 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
2402736	Feb 17, 2022 at 15:44 PM	pattarapol.sri@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	ไฟล์ 6223200006.pdf	Completed	3.35%

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	แนวทางการตรวจสอบระบบไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย,Guildeline for electrical system inspection in residential buildings	ยุทธพงศ์ นันทพงศ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2.51 %
2	สายไฟฟ้า	วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี	Wikipedia	0.52 %
3	การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสามเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	ชริบรัต จันโตบด	มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี	0.40 %
4	การปรับปรุงอาคารพาณิชย์,Commercial Building Improvement	ศรัญญู เย็นใจ ,สุรชัย พิกแก้ว ,กิตติ์ศักดิ์ ดาคำ	มหาวิทยาลัยนเรศวร	0.34 %

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล : นายภัทรพล ศรีเทียนทอง

รหัสนักศึกษา : 6223200006

เกิด : วันจันทร์ที่ 30 มิถุนายน 2540

ที่อยู่ : 9/129 ม.รัชชา 5 ซ.6 ม.14 ต.บางม่วง อ.บางใหญ่ จ.นนทบุรี 11140

โทรศัพท์ : 092-928-3760

E-mail : Pattarapol.sri@siam.edu

ประวัติการศึกษา :

- **ปวช.** โรงเรียนกองทัพบกอุปถัมภ์ ช่างกล ขส.ทบ.
- **ปวส.** วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม(สยามเทค)
- **ปริญญาตรี** กำลังศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศบ.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม