



## รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้อง

เครื่องสำรองไฟฟ้าสำหรับห้างสยามพรีเมียมเอาต์เล็ต

A Design of Working Space for the Main Distribution Board

Room and Generator Room in Siam Premium Outlet

Department Store

โดย

นางสาวปวีณา บุญนำ

6224220001

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงการ การออกแบบพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก  
และห้องสำรองไฟฟ้าสำหรับห้างสยามพรีเมียมเอาท์เล็ต  
รายชื่อผู้จัดทำ นางสาว ปวีณา บุญนำ รหัสนักศึกษา 622422001  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา โทมร สุนทรนภา

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชา  
วิศวกรรมไฟฟ้าประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563

คณะกรรมการสอบโครงการ

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ โทมร สุนทรนภา)

  
.....พนักงานที่ปรึกษา

(คุณวิชัย โลหรัตน์วิศิษฐ์)

  
.....กรรมการกลาง

(ผศ.ดร.ทัศนัย พลอยสุวรรณ)

  
.....กรรมการกลาง

(อาจารย์ จักรกฤษณ์ จันท์เขียว)

  
.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผศ.ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

## จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2564

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา  
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ โทมร สุนทรนภา

ตามที่คุณจัดทำนางสาว ปวีณา บุญนำ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามได้ไปปฏิบัติสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 11 มกราคม พ.ศ.2564 ถึงวันที่ 30 เมษายน พ.ศ.2564 ในตำแหน่ง เจ้าหน้าที่เขียนแบบ ณ บริษัท สยามเอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง การออกแบบพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องสำรองไฟฟ้าสำหรับห้างสยามพรีเมียมเอาร์ทเล็ด

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป  
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ  
นางสาว ปวีณา บุญนำ  
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

## กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท สยามเอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 11 มกราคม พ.ศ.2564 ถึงวันที่ 30 เมษายน พ.ศ.2564 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานสหกิจศึกษาระดับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. บริษัท สยามเอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด
2. คุณ วิชัย โลหรัตน์วิศิษฐ์ พนักงานที่ปรึกษา
3. คุณ ชีวินัน บุญมาก พนักงานที่ปรึกษา
4. อาจารย์ โทมัส สุนทรนภา อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นางสาว ปวีณา บุญนำ

วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2564

ชื่อโครงการ	: การออกแบบพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องสำรองไฟฟ้าสำหรับห้างสยามพรีเมียมเอาร์ทเล็ท
หน่วยกิต	: 5 หน่วยกิต
ผู้จัดทำ	: นางสาว ปวีณา บุญนำ
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์ โตมร สุนทรนภา
ระดับการศึกษา	: ปริญญาตรี
สาขาวิชา	: วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	: 2/2563

### บทคัดย่อ

รายงานโครงการสหกิจศึกษานี้นำเสนอผลการปฏิบัติงาน ณ บริษัท สยามเอ็นจิเนียริ่งคอนซัลแตนต์ จำกัด ภายใต้ฝ่ายออกแบบระบบวิศวกรรมไฟฟ้า ได้รับมอบหมายให้เขียนแบบงานระบบไฟฟ้า ภายในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก และห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าสำหรับห้างสยามพรีเมียมเอาร์ทเล็ท ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการใช้งานของระบบไฟฟ้า การเข้าปฏิบัติงานครั้งนี้ ได้ศึกษามาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยและมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อนำไปออกแบบโดยการคำนวณโหลด การหาขนาดพิกัดบริภัณฑ์ไฟฟ้า และใช้โปรแกรม AutoCAD จัดวางบริภัณฑ์ไฟฟ้าให้ตรงตามมาตรฐาน วสท. การออกแบบดังกล่าว ช่วยลดการผิดพลาด สามารถนำแบบไปติดตั้งหน้างานได้จริง ภายในห้องมีพื้นที่ปฏิบัติงานได้สะดวก ซ่อมแซมบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้า และมีความปลอดภัย

**คำสำคัญ :** ระบบไฟฟ้า ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า มาตรฐาน วสท.

**Project Title** : A Design of Working Space for the Main Distribution Board Room and Generator Room in Siam Premium Outlet Department Store

**Credits** : 5 credits

**By** : Miss Phaweena Boonnum

**Advisor** : Mr. Tomorn Soontornnapa

**Degree** : Bachelor of Engineering

**Major** : Electrical Engineering

**Faculty** : Engineering

**Semester / Academic year** : 2/2020

### Abstract

This cooperative education project report presented the results of an internship at Siam Engineering Consultants Co., Ltd. under the Electrical Engineering System Design Department. The apprenticeship was assigned to draft electrical work in the main distribution room and generator room for Siam Premium Outlets, which is a very important part of the electrical system. For this work, the student had to study electrical installation standards for Thailand and standards for design and installation of generators for design by load calculation are introduced. There was also a sizing of electrical equipment and the use of an AutoCAD program to arrange electrical equipment in order to meet the standards of the EIT. The design reduced errors and can be installed on-site. Inside the room, there is an area for convenient operation, repair, maintenance of electrical equipment and safety.

**Keywords:** Electrical System, Main Power Distribution Room, Generator Room, EIT Standard

Approved by

.....

## สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ค
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า	2
2.2 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า ฐานแท่นเครื่องและความต้องการในการติดตั้ง (Generator room, foundation and Installation requirements)	11
2.3 บริษัทไฟฟ้า (Electrical Equipment)	18
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	28
3.2 ลักษณะการประกอบการผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร	29
3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร	29
3.4 บทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	29
3.5 ชื่อและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา	29
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	30
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	30
3.8 ขอบเขตของงานที่ดำเนินการ	30
3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	30
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน	
4.1 จัดเตรียมข้อมูลพื้นที่ก่อสร้าง	31
4.2 การคำนวณโหลด	32
4.3 การจัดวางบริษัทไฟฟ้าตามมาตรฐาน วสท.	37

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	50
5.2 ข้อเสนอแนะการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	50
5.3 สรุปผลการจัดทำโครงการสหกิจศึกษา หรือการวิจัยสหกิจศึกษา	50
5.4 ข้อเสนอแนะการจัดทำโครงการสหกิจศึกษา หรือการวิจัยสหกิจศึกษา	51
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	53
ประวัติผู้จัดทำ	58





## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2. 1 ความลึก (Depth) ต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบรืภัณฑ์ไฟฟ้า ระบบแรงต่ำ	3
ตารางที่ 2. 2 ความลึก (Depth) ต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบรืภัณฑ์ไฟฟ้า ระบบแรงสูง	7
ตารางที่ 2. 3 ระดับความสูงของส่วนที่มีไฟฟ้าและไม่มีที่กั้น	10
ตารางที่ 3. 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	30
ตารางที่ 4. 1 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง 1 และ 2 สำหรับอาคาร 2A, 2B, 3, 9A, 9B และ 15A-15E	32
ตารางที่ 4. 2 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง 3 และ 4 สำหรับอาคาร 1A, 1B, 8A, 8B, 8C, 9C, 9D และ 15P-15U	33
ตารางที่ 4. 3 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง 5 และ 6 สำหรับอาคาร 6A, 7A, 7B, 10A, 10C, 14 และ 15J-15N	33
ตารางที่ 4. 4 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง 7 และ 8 สำหรับอาคาร 4A, 4B, 5A, 10B, 10D, 11A, 13 และ 15F-15H	34
ตารางที่ 4. 5 ขนาดพิกัดรวมของ Capacitor	34
ตารางที่ 4. 6 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 สำหรับอาคาร 2A, 2B, 3, 9A, 9B และ 15A-15E	35
ตารางที่ 4. 7 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 สำหรับอาคาร 1A, 1B, 8A, 8B, 8C, 9C, 9D และ 15P-15U	35
ตารางที่ 4. 8 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 สำหรับอาคาร 6A, 7A, 7B, 10A, 10C, 14 และ 15J-15N	36
ตารางที่ 4. 9 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 4 สำหรับอาคาร 4A, 4B, 5A, 10B, 10D, 11A, 13 และ 15F-15H	36

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2. 1 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ	2
รูปที่ 2. 2 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ (151 – 600 โวลต์)	3
รูปที่ 2. 3 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ กรณีที่ 1	4
รูปที่ 2. 4 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ กรณีที่ 2	4
รูปที่ 2. 5 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ กรณีที่ 3	5
รูปที่ 2. 6 ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงสูง	6
รูปที่ 2. 7 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของระบบแรงสูง (601 – 2500 โวลต์) สำหรับกรณีที่ 1	7
รูปที่ 2. 8 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของระบบแรงสูง (601 – 2500 โวลต์) สำหรับกรณีที่ 2	8
รูปที่ 2. 9 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของระบบแรงสูง (601 – 2500 โวลต์) สำหรับกรณีที่ 3	8
รูปที่ 2. 10 ทางเข้าและที่ว่างปฏิบัติงาน	9
รูปที่ 2. 11 แสดงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ	12
รูปที่ 2. 12 แสดงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และตำแหน่งของอากาศเข้า	13
รูปที่ 2. 13 แสดงการติดตั้งจำนวนมากกว่า 1 ชุดและตำแหน่งของช่องอากาศเข้า	13
รูปที่ 2. 14 แสดงตำแหน่งช่องอากาศเข้า-ออกที่เหมาะสม และไม่เหมาะสม	14
รูปที่ 2. 15 แสดงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบนฐานแทนเครื่อง	16
รูปที่ 2. 16 แสดงการระยาระการติดตั้งภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า	18
รูปที่ 2. 17 รिंगเมนยูนิท (Ring Main Units : RMU)	19
รูปที่ 2. 18 หม้อแปลงน้ำมัน (Oil-type Transformers)	20
รูปที่ 2. 19 หม้อแปลง Cast Resin (Cast Resin Transformers)	21
รูปที่ 2. 20 แผงสวิตช์ (Switchboards)	22
รูปที่ 2. 21 คาปาซิเตอร์ แบงก์ แรงต่ำ (LV Capacitor Bank)	24
รูปที่ 2. 22 เครื่องสำรองไฟฟ้า (Generator)	25
รูปที่ 2. 23 Block Diagram การควบคุมแรงดันแบบ Self Excited	26
รูปที่ 2. 24 Block Diagram การควบคุมแรงดันแบบ Separately Excited	27
รูปที่ 3. 1 ตราสัญลักษณ์ (Logo) บริษัท สยาม เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนส์ จำกัด	28
รูปที่ 3. 2 แผนที่ บริษัท สยาม เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนส์ จำกัด	28
รูปที่ 4. 1 แปลนแสดงตำแหน่งห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก และห้องไฟฟ้าสำรอง	31
รูปที่ 4. 2 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 2B	37

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4. 3 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 2B	37
รูปที่ 4. 4 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 8A	38
รูปที่ 4. 5 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 8A	38
รูปที่ 4. 6 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 7A	39
รูปที่ 4. 7 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 7A	39
รูปที่ 4. 8 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 4B	40
รูปที่ 4. 9 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 4B	40
รูปที่ 4. 10 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 2B	41
รูปที่ 4. 11 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 8A	42
รูปที่ 4. 12 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 7A	42
รูปที่ 4. 13 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 4B	43
รูปที่ 4. 14 การคำนวณแสงสว่างของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 2B	43
รูปที่ 4. 15 การคำนวณแสงสว่างของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 2B	44
รูปที่ 4. 16 การคำนวณแสงสว่างของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 4B	44
รูปที่ 4. 17 การคำนวณแสงสว่างของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 4B	45
รูปที่ 4. 18 การคำนวณแสงสว่างของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 7A	45
รูปที่ 4. 19 การคำนวณแสงสว่างของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 7A	46
รูปที่ 4. 20 การคำนวณแสงสว่างของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 8A	46
รูปที่ 4. 21 การคำนวณแสงสว่างของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 8A	47
รูปที่ 4. 22 การจัดวางโคมไฟในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 2B	47
รูปที่ 4. 23 การจัดวางโคมไฟในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 4B	48
รูปที่ 4. 24 การจัดวางโคมไฟในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 7A	48
รูปที่ 4. 25 การจัดวางโคมไฟในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 8A	49

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากที่ผู้จัดทำได้ไปศึกษาฝึกปฏิบัติงานที่บริษัท สยามเอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนซ์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำงานการออกแบบงานระบบวิศวกรรม ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบปรับอากาศ ทางผู้จัดทำได้รับมอบหมายจากบริษัทให้เข้าไปศึกษาและทำรายงานเรื่อง การออกแบบพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องสำรองไฟฟ้าสำหรับห้างสยามพรีเมียมเอาท์เล็ต จึงได้นำประสบการณ์และ สิ่งที่ได้รับจากการทำงานมาจัดทำรายงานสหกิจศึกษา

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อเรียนรู้ขั้นตอนการทำงาน และหลักการการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องสำรองไฟฟ้า
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการออกแบบที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับห้องบริเวณไฟฟ้าและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.
- 1.2.3 เพื่อเรียนรู้การใช้โปรแกรม AutoCad สำหรับงานออกแบบระบบไฟฟ้า

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 การออกแบบที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับห้องบริเวณไฟฟ้าและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.
- 1.3.2 การเขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AutoCad

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในหลักการการทำงานการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องสำรองไฟฟ้า
- 1.4.2 เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในรายละเอียดของการคำนวณโหลดไฟฟ้า
- 1.4.3 เพื่อสามารถใช้โปรแกรม AutoCad ในการออกแบบระบบไฟฟ้า

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า

เป็นพื้นที่ใช้ปฏิบัติการ ซ่อมแซม บำรุงรักษา ตัวบริษัทไฟฟ้า ให้มีขนาดเพียงพอสำหรับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้มีความสะดวกและปลอดภัย

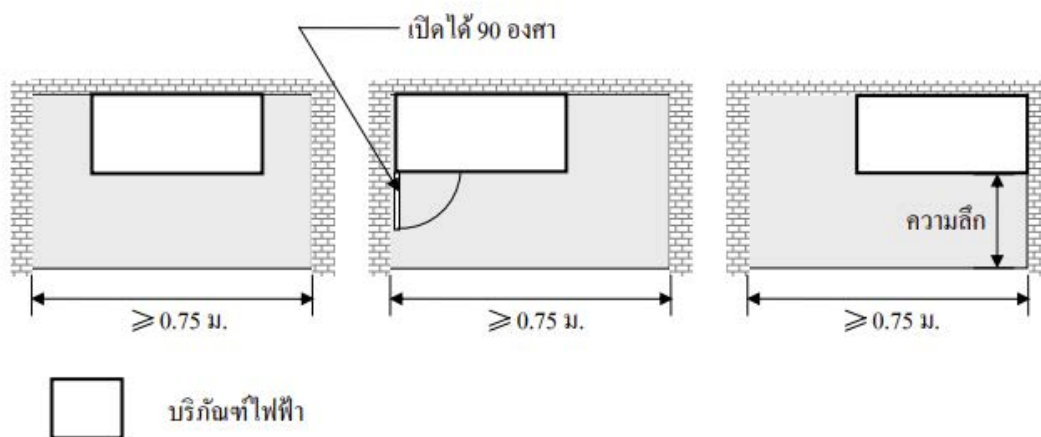
ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้าแบ่งเป็น

1. ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงต่ำ แรงดันวัดเทียบกับดินไม่เกิน 600V
2. ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงสูง แรงดันวัดเทียบกับดินเกิน 600V

##### 2.1.1 สำหรับระบบแรงต่ำ

##### 2.1.1.1 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน

ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้าที่มีโอกาสตรวจสอบ ปรับแต่งหรือบำรุงรักษาขณะมีไฟ ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร และไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของบริษัทไฟฟ้าและความลึกต้องเป็นไปตามในตารางที่ 2.1 และที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานเพียงพอสำหรับการเปิดประตูตู้หรือฝาตู้อย่างน้อย 90 องศา ทุกกรณี คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง ให้ถือเป็นส่วนต่อลงดิน



รูปที่ 2.1 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ

### 2.1.1.2 การวัดความลึก

ความลึกให้วัดจากส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ หรือวัดจากด้านหน้าของเครื่องหุ้มหุ้มถ้าส่วนที่มีไฟฟ้ามีการห่อหุ้ม

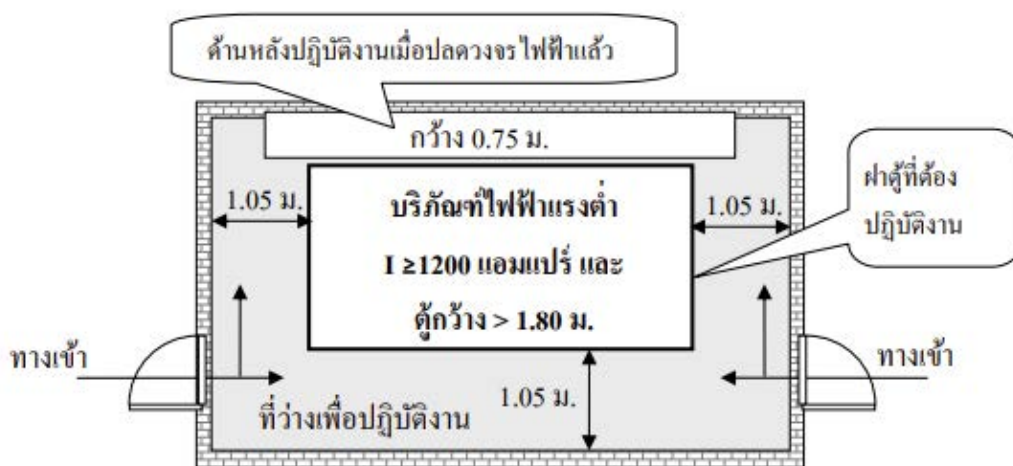
### 2.1.1.3 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน

- ต้องมีทางเข้าขนาดไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร ที่จะเข้าถึงที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบริเวณไฟฟ้า ได้อย่างน้อยหนึ่งทาง

- สำหรับแผงสวิตช์และแผงควบคุม ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 1,200 แอมแปร์ขึ้นไป และกว้างเกิน 1.80 เมตร ต้องมีทางเข้าทั้งสองแผงที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตรและความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร

ข้อยกเว้นข้อที่ 1 ถ้าด้านหน้าของแผงสวิตช์หรือแผงย่อยเป็นที่ว่าง สามารถออกไปยังทางเข้าได้โดยตรงและไม่มีสิ่งกีดขวาง อนุญาตให้มีทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทางเดียวได้

ข้อยกเว้นที่ 2 ในกรณีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานมีความลึกเป็น 2 เท่าที่กำหนดในข้อ 2.1.1.1 มีทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทางเดียวได้ ทางเข้าต้องอยู่ห่างจากแผงสวิตช์หรือแผงย่อยไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 2.1 ด้วย

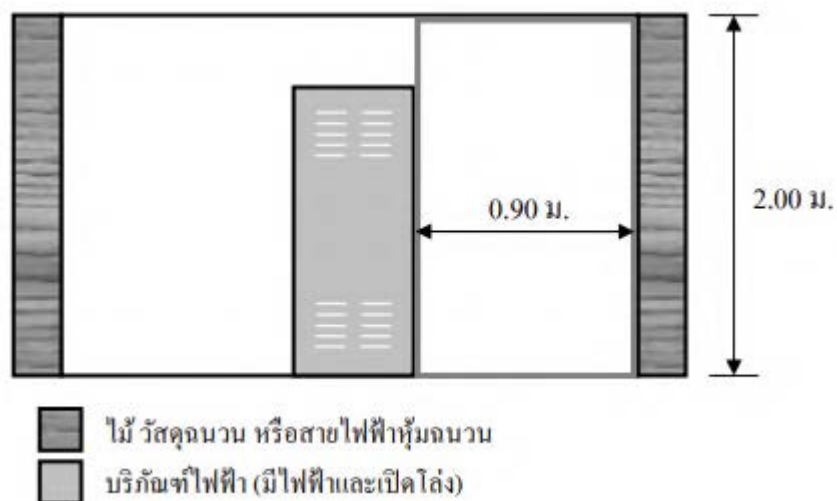


รูปที่ 2. 2 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ (151 – 600 โวลต์)

ตารางที่ 2. 1 ความลึก (Depth) ต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบริเวณไฟฟ้า ระบบแรงต่ำ

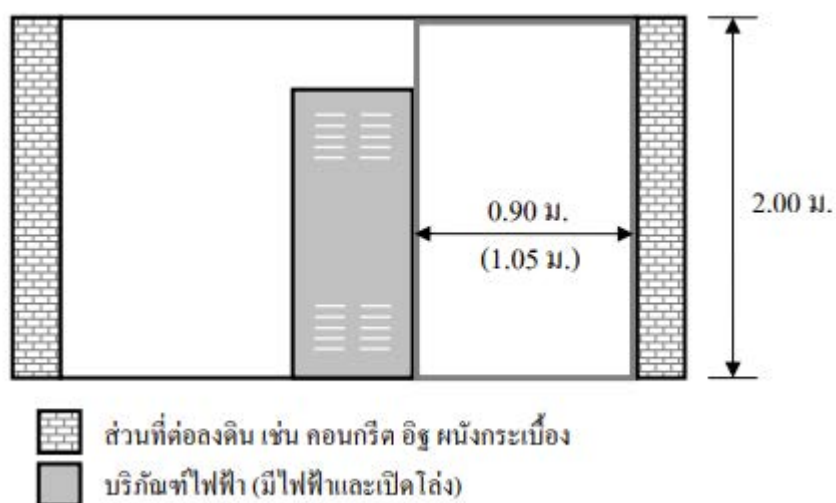
แรงดันไฟฟ้า วัดเทียบกับดิน (โวลต์)	ความลึกต่ำสุด (เมตร)		
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
0-150	0.90	0.90	0.90
151-600	0.90	1.10	1.20

กรณีที่ 1 มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน และอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานไม่มีทั้งส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งและส่วนที่ต่อลงดินหรือมีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทั้งสองด้านของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน แต่ไม่มีการกันด้วยวัสดุที่เหมาะสมเช่น ไม้ หรือวัสดุฉนวนอื่น



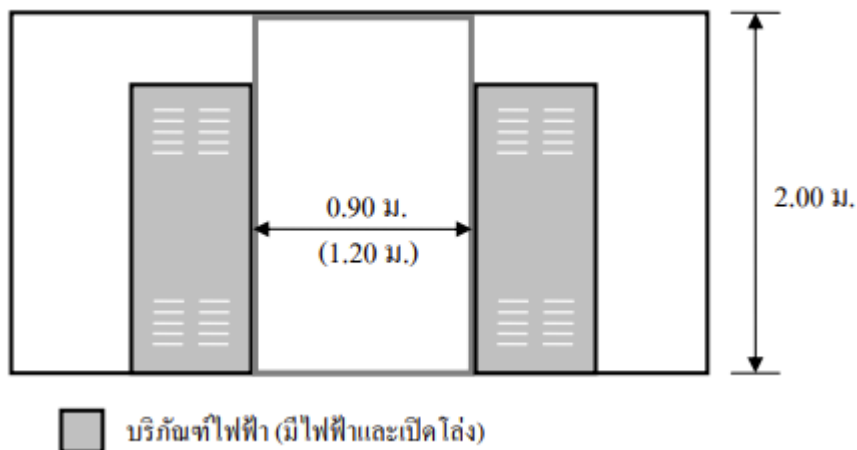
รูปที่ 2.3 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ กรณีที่ 1

กรณีที่ 2 มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน และอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานเป็นส่วนที่ต่อลงดิน



รูปที่ 2.4 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ กรณีที่ 2

กรณีที่ 3 มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทั้งสองด้านของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (ไม่มีการกั้นตามกรณีที่ 1) โดยผู้ปฏิบัติงานจะอยู่ระหว่างนั้น



### รูปที่ 2.5 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ กรณีที่ 3

ข้อยกเว้นที่ 1 บริษัทที่เข้าถึงเพื่อปฏิบัติงานได้จากด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านหลังไม่ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านหลังของบริษัทก็ได้

ข้อยกเว้นที่ 2 ส่วนที่ไม่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง มีแรงดันไม่เกิน 30 VAC หรือ 60 VAC และสามารถเข้าถึงได้ ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานอาจเล็กกว่าที่กำหนดได้ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าก่อน

ข้อยกเว้นที่ 3 บริษัทที่เข้าถึงเพื่อปฏิบัติงานจากด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านหลัง ไม่ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านหลังของบริษัทก็ได้ ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานแนวนอนไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร ตลอดแนวของบริษัท

#### 2.1.1.4 แสงสว่าง

เมนสวิตช์ แผงสวิตช์และแผงย่อย หรือเครื่องควบคุมมอเตอร์ เมื่อติดตั้งอยู่ในอาคาร ต้องมีแสงสว่างบริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานอย่างเพียงพอที่ปฏิบัติงานได้ทันที โดยที่ความส่องสว่างเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 200 ลักซ์ ยกเว้น เมนสวิตช์หรือแผงย่อย (เดี่ยวหรือกลุ่ม) ในสถานที่อยู่อาศัยมีขนาดรวมกันไม่เกิน 100 แอมแปร์

#### 2.1.1.5 ที่ว่างเหนือพื้นที่เพื่อปฏิบัติงาน (Headroom)

บริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับเมนสวิตช์ แผงสวิตช์และแผงย่อย หรือเครื่องควบคุมมอเตอร์ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร และส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร หากเป็นเพดานไม่ติดไฟ หรือมีแผ่นกั้นที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ระยะห่าง

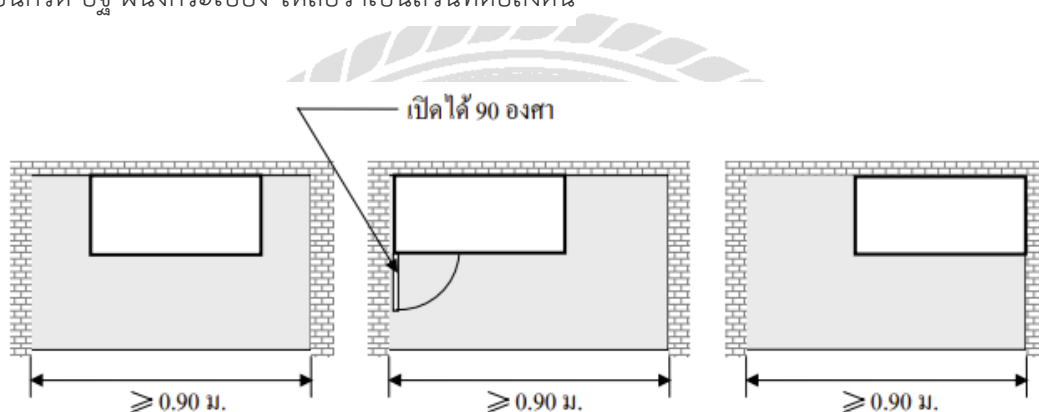


ระหว่างส่วนบนของแผงสวิตช์และเพดานต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร ยกเว้น เมนสวิตช์หรือแผงย่อย  
ในสถานที่อยู่อาศัยมีขนาดรวมกันไม่เกิน 200 แอมแปร์

## 2.1.2 สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

### 2.1.2.1 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน

ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานอย่างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้สะดวกและปลอดภัยในการ  
บำรุงรักษาบริภัณฑ์ ในที่ซึ่งมีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องมีความสูงไม่น้อย  
กว่า 2.00 เมตร กว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และความลึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 2.2  
และว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องพอเพียงสำหรับการเปิดประตูตู้หรือฝาตู้ได้อย่างน้อย 90 องศา ในทุกกรณี  
คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน



รูปที่ 2. 6 ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงสูง

### 2.1.2.2 การวัดความลึก

ความลึกให้วัดจากส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ หรือวัดจากด้านหน้าของเครื่องห่อหุ้ม

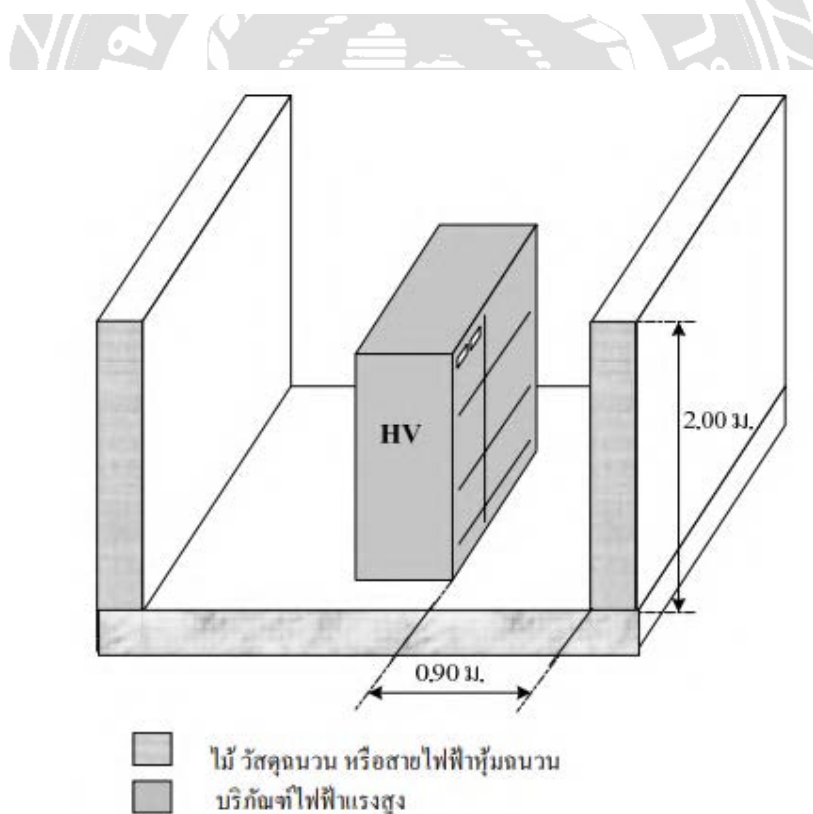
### 2.1.2.3 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน

- ต้องมีอย่างน้อย 1 ทาง ที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร
- เมื่อมีตัวนำเปลือยไม่ว่าระดับแรงดันใด หรือตัวนำหุ้มฉนวนที่มีแรงดันมากกว่า 1,000 โวลต์ อยู่ใกล้เคียงกับทางเข้า ต้องมีกั้นตามข้อ 2.1.3
- ต้องมีบันไดถาวรที่เหมาะสมในการเข้าไปยังที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในกรณีที่บริภัณฑ์ติดตั้งแบบยกพื้น ชั้นลอย หรือลักษณะ เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 2.2 ความลึก (Depth) ต่ำสุดของที่วางเพื่อปฏิบัติงานกับบริเวณที่ไฟฟ้า ระบบแรงสูง

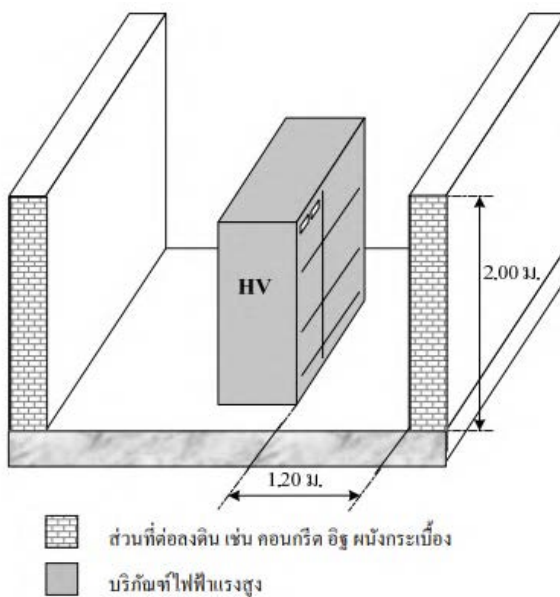
แรงดันไฟฟ้า วัดเทียบกับดิน (โวลต์)	ความลึกต่ำสุด (เมตร)		
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
601-2,500	0.90	1.20	1.50
2,501-9000	1.20	1.50	1.80
9,001-25,000	1.50	1.80	2.80
25,001-75,000	1.80	2.50	3.00

กรณีที่ 1 มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทางด้านหนึ่งของที่วางเพื่อปฏิบัติงาน และอีกด้านหนึ่งของที่วางเพื่อปฏิบัติงานไม่มีทั้งส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งและส่วนที่ต่อลงดินหรือมีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทั้งสองด้านของที่วางเพื่อปฏิบัติงานหรือไม่มีที่กั้นด้วยวัสดุที่เหมาะสม เช่น ไม้ หรือวัสดุฉนวนอื่น สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนอื่น สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนหรืออับสาร์หุ้มฉนวนที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 300 โวลต์ ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ไม่มีไฟฟ้า



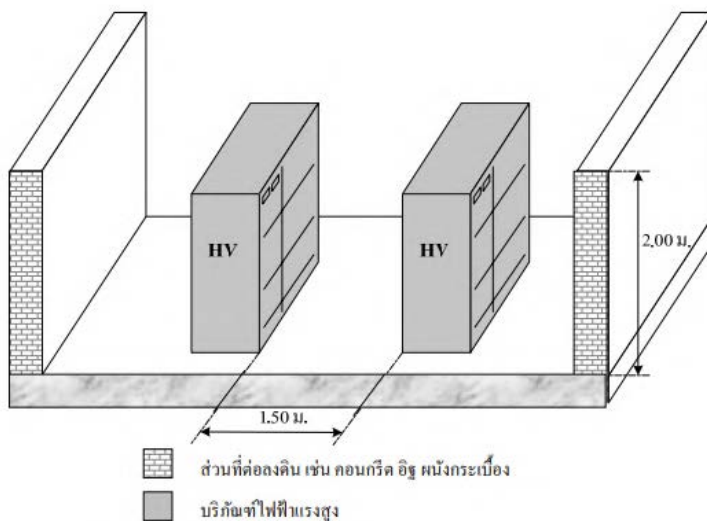
รูปที่ 2.7 ที่วางเพื่อการปฏิบัติงานของระบบแรงสูง (601 – 2500 โวลต์) สำหรับกรณีที่ 1

กรณีที่ 2 มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน และอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานเป็นส่วนที่ต่อลงดิน



รูปที่ 2. 8 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของระบบแรงสูง (601 – 2500 โวลต์) สำหรับกรณีที่ 2

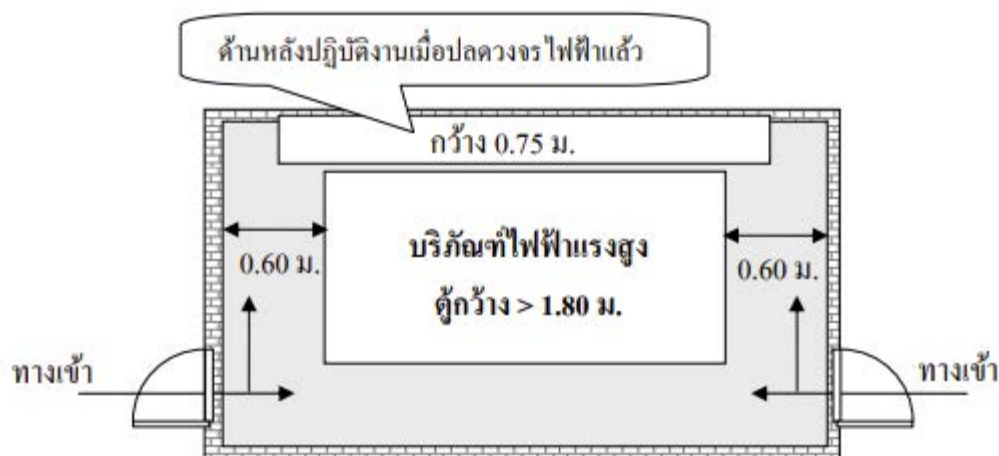
กรณีที่ 3 มีส่วนไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทั้งสองด้านของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (ไม่มีที่กั้นตามกรณีที่ 1) โดยผู้ปฏิบัติงานจะอยู่ระหว่างนั้น



รูปที่ 2. 9 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของระบบแรงสูง (601 – 2500 โวลต์) สำหรับกรณีที่ 3

ยกเว้น บริเวณที่เข้าถึงเพื่อปฏิบัติงานจากด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านหลังไม่ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน ด้านหลังของบริเวณนี้ก็ได้อื่นที่ซึ่งต้องเข้าถึงทางด้านหลังเพื่อทำงานในส่วนที่ได้ปลดวงจรไฟฟ้าออก แล้วต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในแนวนอนไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร ตลอดแนวของบริเวณนี้

- แผงสวิตช์และแผงควบคุมที่มีความกว้างเกิน 1.80 เมตร ต้องมีทางเข้าทั้งสองข้างของแผง สวิตช์ ยกเว้น เมื่อด้านหน้าของตู้อุปกรณ์ ไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานเป็นสองเท่าของที่กำหนดไว้ในตาราง 1-2 ยอมให้มาทางเข้าทางเดียว ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งและอยู่ใกล้กับทางเข้า ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องมีการกั้นอย่างเหมาะสม



รูปที่ 2. 10 ทางเข้าและที่ว่างปฏิบัติงาน

#### 2.1.2.4 แสงสว่างเหนือที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน

ต้องมีแสงสว่างเพียงพอเหนือพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยที่ความส่องสว่างเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 200 ลักซ์ และจัดให้สามารถซ่อมหรือเปลี่ยนดวงโคมได้โดยไม่เกิดอันตรายจากส่วนที่มีไฟฟ้า

#### 2.1.2.5 ที่ว่างเหนือพื้นที่เพื่อปฏิบัติงาน (Headroom)

บริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร และส่วนบนของแผงสวิตช์ ต้องอยู่ห่างจากเพดานติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร หากเป็นเพดานไม่ติดไฟ หรือมีแผ่นกั้นที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ระยะห่างระหว่างส่วนบนของแผงสวิตช์และเพดานต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

### ตารางที่ 2.3 ระดับความสูงของส่วนที่มีไฟฟ้าและไม่มีที่กัน

แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นไฟ (โวลต์)	ระดับความสูง (เมตร)
1,000-7,500	2.80
7,501-35,000	2.90
>35,00	2.90 + 0.01 (เมตร/กิโลวัตต์)

#### 2.1.3 เครื่องห่อหุ้มบริภัณฑ์และการกันส่วนที่มีไฟฟ้า

ส่วนที่มีไฟฟ้าบริภัณฑ์ที่มีแรงดันเกิน 50 โวลต์ขึ้นไป ต้องมีการกันเพื่อป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ การกันอาจใช้เครื่องห่อหุ้มหรือวิธีการใดการหนึ่งที่เหมาะสมดังนี้

##### 2.1.3.1 สำหรับระบบแรงต่ำ

##### 1. การกันอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งต่อไปนี้

- อยู่ในห้องหรือเครื่องห่อหุ้มที่มีลักษณะคล้ายกันซึ่งอนุญาตให้เข้าได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น
- อยู่ในสถานที่ซึ่งมีแผงหรือรั้วตาข่ายกันที่ถาวรและเหมาะสม และการเข้าไปยังที่ว่างซึ่งอาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้นั้นทำได้เฉพาะบุคคลที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ช่องเปิดใดๆที่กันหรือปิดบังต้องมีขนาดหรืออยู่ในตำแหน่งที่บุคคลอื่นไม่สามารถสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้โดยบังเอิญ หรือไม่อาจนำวัตถุซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้านั้นได้โดยบังเอิญ
- ติดตั้งแยกส่วนในพื้นที่หรือบริเวณ เพื่อไม่ให้บุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปได้ เช่น ติดตั้งบนระเบียง บนกันสาด หรือบนนั่งร้าน
- ติดตั้งยกขึ้นเหนือพื้นหรือพื้นที่ทำงานไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร
- ในที่ซึ่งมีการติดตั้ง สวิตช์ หรือบริภัณฑ์อื่นในระบบแรงต่ำ ต้องมีการกันแยกออกจากระบบแรงสูงด้วยแผ่นกัน รั้ว หรือตาข่ายที่เหมาะสม

##### 2.1.3.2 สำหรับระบบแรงสูง

1. การติดตั้งทางไฟฟ้าในห้องที่ปิดล้อม หรือบริเวณที่ล้อมด้วยกำแพง ผนัง หรือรั้ว โดยมีการปิดกันทางเข้าออกด้วยกุญแจ หรือวิธีการอื่นที่ได้รับการรับรองแล้ว ให้ถือว่าเป็นสถานที่เข้าได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ชนิดของเครื่องห่อหุ้มต้องออกแบบและสร้างให้สอดคล้องกับประเภทและระดับของอันตรายที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง กำแพง ผนัง หรือรั้วมีความสูงน้อยกว่า 2.00 เมตร ไม่ถือว่าเป็นการป้องกันเข้าถึง นอกจากจะมีสิ่งอื่นเพิ่มเติมที่ทำให้การกันนั้นมีคุณสมบัติในการกันเทียบเท่ากับกำแพง ผนัง หรือรั้ว ที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร

##### 2. การติดตั้งภายในอาคาร ในส่วนที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ การติดตั้งทางไฟฟ้าเป็นดังนี้

- เป็นบริภัณฑ์ที่อยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะหรืออยู่ในห้องหรือบริเวณที่ใส่กุญแจได้

- สวิตช์เกียร์ที่อยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ หน่วยสถานีย่อย (Unit Substation) หม้อแปลง ก่อตั้งสาย ก่อตั้งต่อสาย และบริเวณอื่นที่คล้ายกัน ต้องทำป้ายหรือเครื่องหมายเตือนภัยที่เหมาะสม

- ช่องระบายอากาศของหม้อแปลงแบบแห้งหรือช่องของบริเวณอื่นที่คล้ายกัน ต้องออกแบบให้วัสดุจากภายนอกที่อาจลอดเข้าไปให้เบี่ยงเบนพ้นไปจากส่วนที่มีไฟฟ้า

3. การติดตั้งภายนอกอาคาร ในสถานที่ที่มีบุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ การติดตั้งทางไฟฟ้าต้องอยู่ในเครื่องห่อหุ้ม หรือวิธีการอื่นที่ได้รับรองแล้วว่าปลอดภัย

4. สถานที่ซึ่งบริเวณที่ไฟฟ้าอาจได้รับความเสียหายทางกายภาพได้ ในสถานที่ซึ่งบริเวณที่ไฟฟ้าอาจได้รับความเสียหายทางกายภาพได้ ต้องกั้นด้วยที่กั้นหรือเครื่องห่อหุ้มที่มีความแข็งแรง ที่จะป้องกันความเสียหายนั้นได้

5. เครื่องหมายเตือนภัย ทางเข้าห้องหรือที่กั้นมีไฟฟ้าอยู่ภายในและเปิดโล่ง ต้องมีเครื่องหมายเตือนภัยที่ชัดเจนและเห็นได้ง่าย เพื่อห้ามบุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไป

6. ส่วนที่มีประกายไฟ ส่วนของบริเวณที่ซึ่งในขณะที่ใช้งานปกติทำให้เกิดอาร์ก ประกายไฟ เปลวไฟ หรือโลหะ หลอมเหลว ต้องมีการหุ้มหรือปิดกั้นและแยกจากวัสดุที่ติดไฟได้

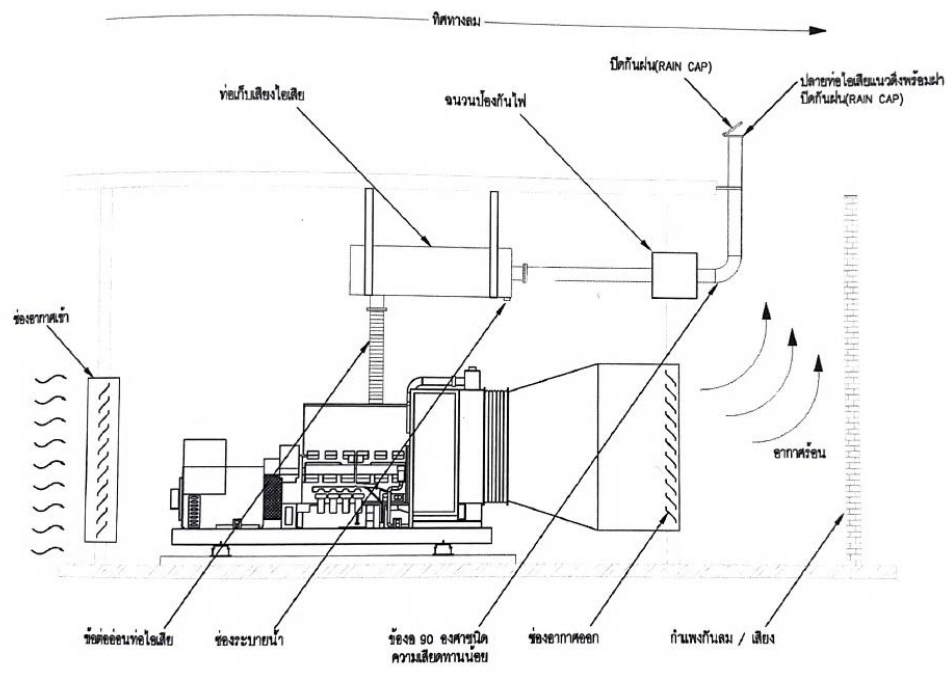
7. การทำเครื่องหมายระบุเครื่องปลดวงจร เครื่องปลดวงจรที่ใช้สำหรับมอเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้า สายเมน สายป้อนหรือวงจรรย่อยทุกเครื่องต้องทำเครื่องหมายระบุวัตถุประสงค์ใช้ชัดเจนติดไว้ที่เครื่องปลดลือวงจรนั้น นอกจากนี้ตำแหน่งและการจัดเครื่องปลดวงจรนั้นชัดเจนอยู่แล้ว เครื่องหมายต้องชัดเจนและทนต่อสภาพแวดล้อม

## 2.2 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า ฐานแท่นเครื่องและความต้องการในการติดตั้ง (Generator room, foundation and Installation requirements)

ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและตำแหน่งติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตและข้อบังคับตามกฎหมายอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังนี้

### 2.2.1 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

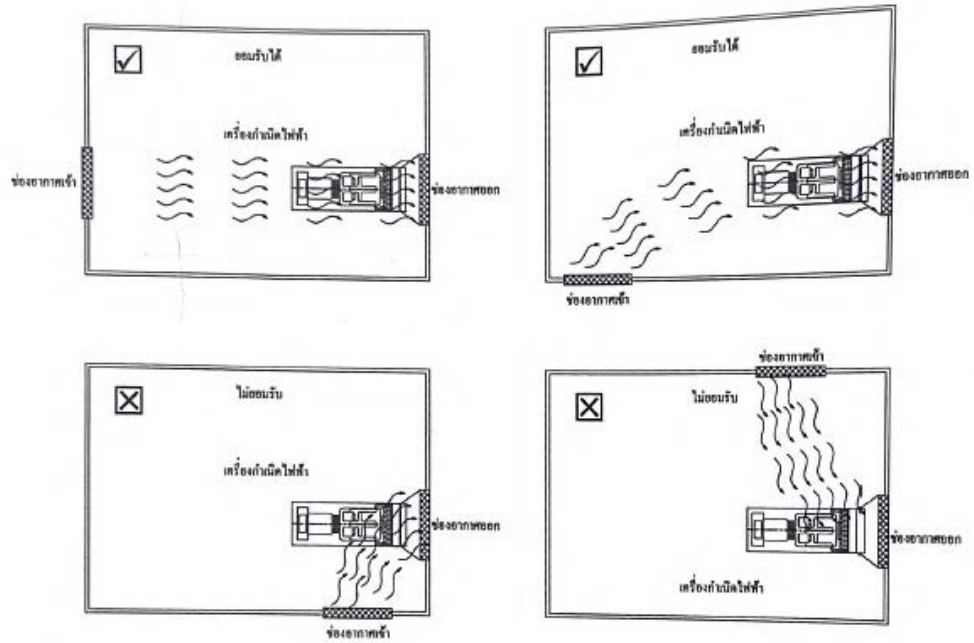
2.2.1.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator set) จะต้องติดตั้งภายในห้องซึ่งแยกต่างหาก ออกจากระบบอื่นๆ และมีการระบายอากาศได้ดี ยกเว้นอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น อะไหล่ เครื่องมือและคู่มือสำหรับซ่อมบำรุงรักษาและซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น อนุญาตให้เก็บหรือติดตั้งภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าหรือตู้ครอบซึ่งสามารถป้องกันฝนเข้ามาภายในตู้ครอบได้ โดยความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดที่ผ่านช่องลมเข้ามาภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าหรือตู้ครอบจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตหรือข้อบังคับต่างๆตามกฎหมาย ทั้งนี้ต้องถูกจำกัดให้อยู่ในช่วง 15-220 เมตรต่อนาที (500-700 ฟุตต่อนาที)



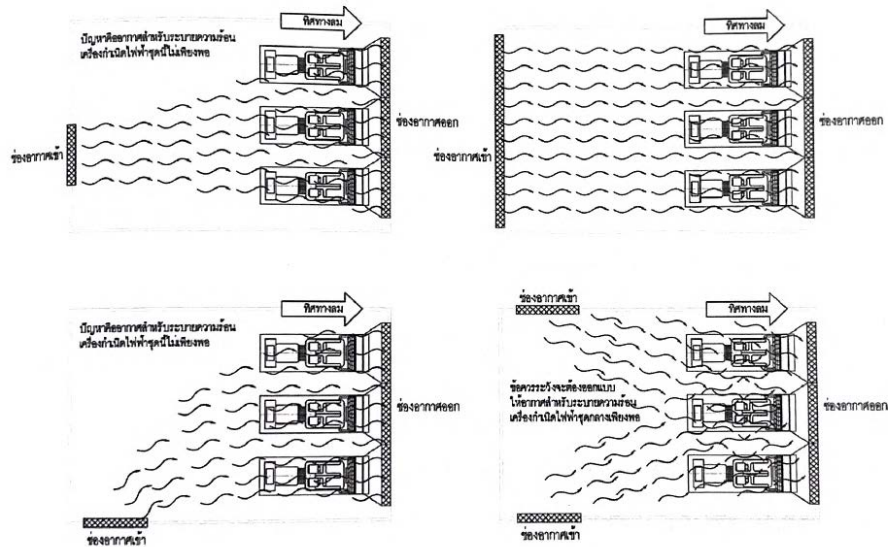
รูปที่ 2.11 แสดงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

2.2.1.2 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนผนังห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2.2.1.3 ตำแหน่งช่องอากาศเข้า (Inlet) ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าจะต้องอยู่ด้านหลังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ตรงข้ามกับชุดรังผึ้งระบายความร้อน (Radiator) หรือช่องอากาศออก (Outlet) จากห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า และต้องไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างช่องลมเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีที่ช่องอากาศไม่สามารถอยู่ด้านหลังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ อนุญาตให้อยู่ตรงตำแหน่งด้านข้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ แต่ต้องไม่เลยชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปด้านเครื่องยนต์ซ์



รูปที่ 2. 12 แสดงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และตำแหน่งของอากาศเข้า

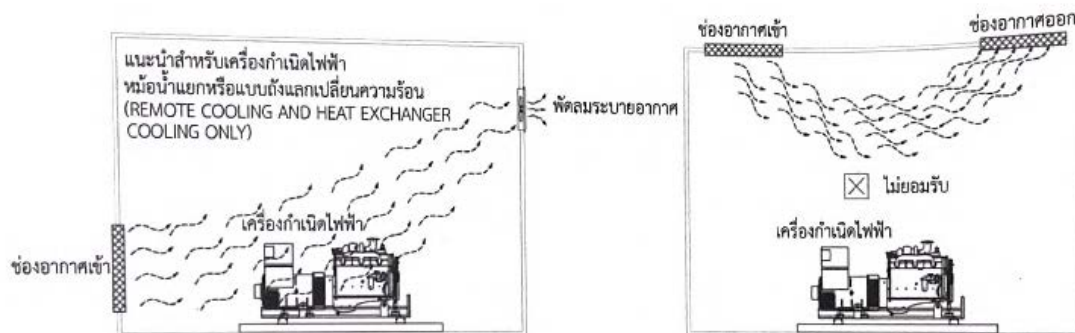


รูปที่ 2. 13 แสดงการติดตั้งจำนวนมากกว่า 1 ชุดและตำแหน่งของช่องอากาศเข้า

2.2.1.4 ตำแหน่งช่องอากาศออกจากห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า จะต้องอยู่ด้านหน้าชุดหม้อน้ำระบายความร้อน ยกเว้น เป็นการระบายความร้อนแบบอื่น เช่น แบบ Heat exchanger cool หรือ Ari cool เป็นต้น โดยความเร็วสูงสุดของอากาศที่ออกจากห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตหรือข้อบังคับต่างๆตามกฎหมาย ทั้งนี้ความเร็วลมจะต้องถูกจำกัดให้อยู่ในช่วง 220-320 เมตรต่อนาที (750-1050 ฟุตต่อนาที)



2.2.1.5 ตำแหน่งช่องอากาศออกภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบรังผึ้งระบายความร้อน แยก (remote radiator) และแบบถังแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger cooling system) จะต้องอยู่ในตำแหน่งสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และตำแหน่งช่องอากาศเข้าจะต้องอยู่ในตำแหน่งต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้



รูปที่ 2. 14 แสดงตำแหน่งช่องอากาศเข้า-ออกที่เหมาะสม และไม่เหมาะสม

2.2.1.6 อากาศเข้าห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า (Fresh air) ต้องถูกนำเข้ามาโดยตรงจากภายนอกอาคารและปริมาณเพียงพอสำหรับการระบายความร้อนและสันดาปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.2.1.7 ตำแหน่งช่องอากาศเข้าห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าจะต้องไม่ติดตั้งใกล้บริเวณปลายท่อไอเสียระยะห่างระหว่างช่องอากาศเข้าและปลายท่อไอเสียต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เมตร

2.2.1.8 ภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าให้มีระยะห่างระหว่างฐานแท่น (Foundation) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและผนังไม่ต่ำกว่า 1 เมตร ด้านท้ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีพื้นที่ว่างสำหรับปฏิบัติงานไม่ต่ำกว่า 1.5 เมตร และไม่ต้องมีฝ้าเพดานภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

2.2.1.9 ระยะห่างระหว่างเพดานห้องเครื่องถึงท่อเก็บเสียงไอเสีย (Exhaust silencer) ต้องมีระยะห่างอย่างน้อย 230 มม. หรือ 9 นิ้ว เพื่อป้องกันความร้อนที่เกิดจากแก๊สไอเสีย

2.2.1.10 ไม่อนุญาตให้เก็บวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า ยกเว้น ถังน้ำมันเชื้อเพลิงประจำเครื่อง (Fuel day tank) และถังน้ำมันเชื้อเพลิงที่ติดตั้งมาจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Integral fuel tank) และไม่อนุญาตให้ใช้วัสดุไวไฟเป็นส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.2.1.11 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าสำรอง จะต้องมีความส่องสว่างเพียงพอสำหรับการทำงานอย่างปลอดภัยโดยมีความส่องสว่างขั้นต่ำโดยเฉลี่ยระดับพื้นผิวทำงาน (Work plan) 200 ลักซ์ เว้นแต่กำหนดเป็นอย่างอื่นโดยมาตรฐานหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องฉบับล่าสุด วงจรไฟฟ้าสำหรับไฟฟ้าแสงสว่างดังกล่าวต้องจ่ายจากด้านจ่ายโหลดของอุปกรณ์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟ (Transfer switch)

2.2.1.12 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าสำรอง จะต้องมียระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำรองฉุกเฉินซึ่งมีแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่แยกต่างหากจากวงจ่ายไฟปกติ โดยมีระยะเวลาการส่องสว่างตามพิกัดที่

กำหนดไว้ติดต่อกันไม่น้อยกว่า 90 นาที โดยระดับความส่องสว่างขั้นต่ำโดยเฉลี่ยของระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำรองฉุกเฉินที่ระดับพื้นผิวการทำงานต้องไม่น้อยกว่า 32.3 ลักซ์ (3 ฟุต-แคนเดิล) เว้นแต่กำหนดเป็นอย่างอื่นโดยมาตรฐานหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องฉบับล่าสุด

2.2.1.13 การออกแบบ ติดตั้งท่อ-ทางเดินสายไฟ ดวงโคมไฟฟ้า ภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินให้พิจารณาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการแผ่ความร้อนในขณะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน

2.2.1.14 ต้องจัดเตรียมเต้ารับไฟฟ้า 1 เฟส พร้อมสายดินอย่างน้อย 2 จุด สำหรับใช้ในการซ่อมบำรุงและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ทั้งนี้ วงจรไฟฟ้าสำหรับเต้ารับนี้จะต้องแยกอิสระจากวงจรไฟฟ้าอื่นและต้องจ่ายไฟจากด้านจ่ายโหลดของอุปกรณ์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟ

2.2.1.15 ต้องจัดเตรียมวงจรย่อยไว้สำหรับอุปกรณ์ประกอบที่มีความจำเป็นทั้งหมดสำหรับการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน วงจรย่อยดังกล่าวนี้จะต้องจ่ายไฟจากด้านจ่ายโหลดของอุปกรณ์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟ หรือขั้วต่อไฟฟ้า (Terminal) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน อุปกรณ์ดังกล่าวได้แก่ เครื่องสูบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องสูบล้อความเย็นของระบบ Remote radiator และระบบระบายอากาศขับด้วยมอเตอร์

2.2.1.16 ต้องจัดเตรียมวงจรย่อยจากระบบจ่ายไฟฟ้าปกติ ไว้สำหรับชุดอัดประจุแบตเตอรี่และชุดในความร้อนสารหล่อเย็น (Coolant heater)

2.2.1.17 ต้องจัดเตรียมระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ฉบับล่าสุด

2.2.1.18 การติดตั้งระบบดับเพลิงภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของ วสท. ฉบับล่าสุดและไม่อนุญาตให้ใช้ระบบหรือสารดับเพลิงดังต่อไปนี้

2.2.1.18.1 ระบบเพลิงชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือสารสะอาด (Clean agent) ยกเว้นไอดี (Combustion air) ของเครื่องต้นกำลัง (Prime mover) ถูกนำเข้ามาโดยตรงจากภายนอกอาคาร

2.2.1.18.2 ผงเคมีแห้งระบบอัตโนมัติ (Automatic dry chemical system) ยกเว้นได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่าผงเคมีแห้งที่ใช้จะไม่มีอันตรายต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่มีผลกระทบต่อการทำงาน หรือทำให้ความสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าลดลง (Reduce its output)

## 2.2.2 ฐานแท่นเครื่อง (Foundation)

2.2.2.1 ฐานแท่นเครื่องจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (skid base) 150 มม. หรือ 6 นิ้ว ทุกด้านเพื่อให้สปริงหรือยางรองแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถติดตั้งบนฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยไม่ตกจากแท่น

2.2.2.2 ฐานแท่นเครื่องจะต้องยกสูงจากพื้นอย่างน้อย 150 มม. หรือ 6 นิ้ว เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุงรักษาชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.2.2.3 กรณีฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแยกออกจากพื้นอาคาร

2.2.2.3.1 น้ำหนักของฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องไม่น้อยกว่า 2 เท่าของน้ำหนักชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อให้สามารถต้านทานไดนามิกส์โหลดได้

2.2.2.2 สามารถคำนวณหาความหนา (h) ของฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้จากสูตร

$$H = w/d.l.w$$

h = ความหนาของฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หน่วยเป็นฟุต (เมตร)

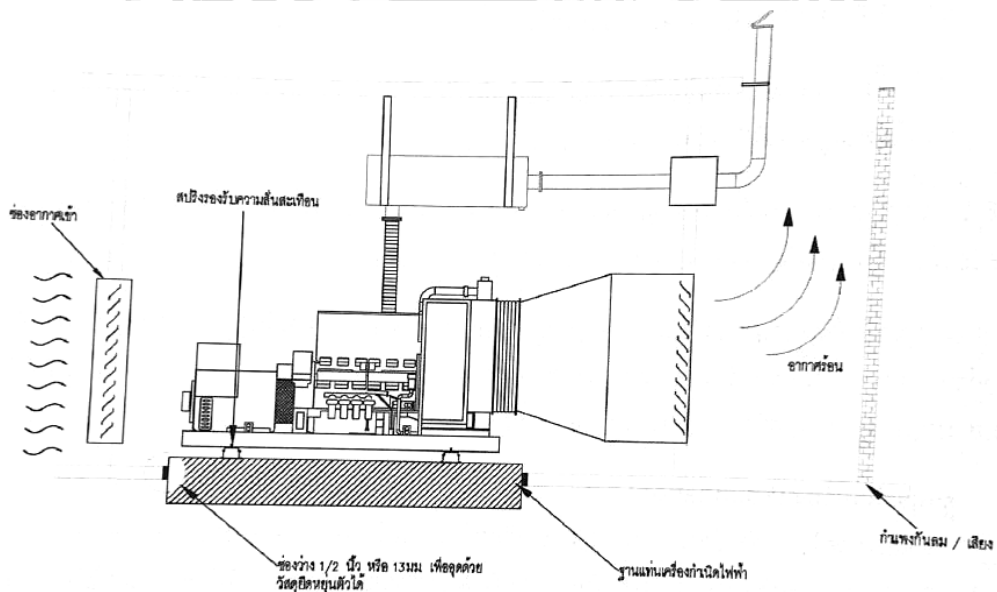
l = ความยาวของฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หน่วยเป็นฟุต (เมตร)

w = ความกว้างของฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หน่วยเป็นฟุต (เมตร)

d = ความหนาแน่นของคอนกรีต

= 145 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต หรือ = 2400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

w = น้ำหนักรวม (Total wet weight of genset) ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หน่วยเป็นปอนด์ (กิโลกรัม)



รูปที่ 2.15 แสดงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบนฐานแท่นเครื่อง

### 2.2.3 ตำแหน่งติดตั้ง

2.2.3.1 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการขนย้ายชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าหรือออกจากห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

2.2.3.2 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าต้องมีปริมาณอากาศที่ใช้ในการระบายความร้อนและการสันดาปเพียงพอ และอยู่ในตำแหน่งที่อากาศดี (Fresh air) สามารถไหลเข้าห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าได้สะดวก

2.2.3.3 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าจะต้องอยู่ในที่ปลอดภัยจากน้ำท่วม สาเหตุเกิดจาก

2.2.3.3.1 น้ำดับเพลิง

2.2.3.3.2 น้ำเสีย หรือแหล่งน้ำอื่นๆ

2.2.3.4 ไม่อนุญาตให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตู้ไฟฟ้า ตู้ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบอื่น สำหรับโหลดระดับ 1 (Level 1) ติดตั้งอยู่ในห้องเดียวกันกับระบบไฟฟ้าอื่นที่มีแรงดันไฟฟ้าเทียบกับดินมากกว่า 150 v และมีพิกัดกระแสมากกว่าหรือเท่ากับ 1000 แอมป์

### 2.2.4 ระยะเวลาติดตั้งของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

ภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

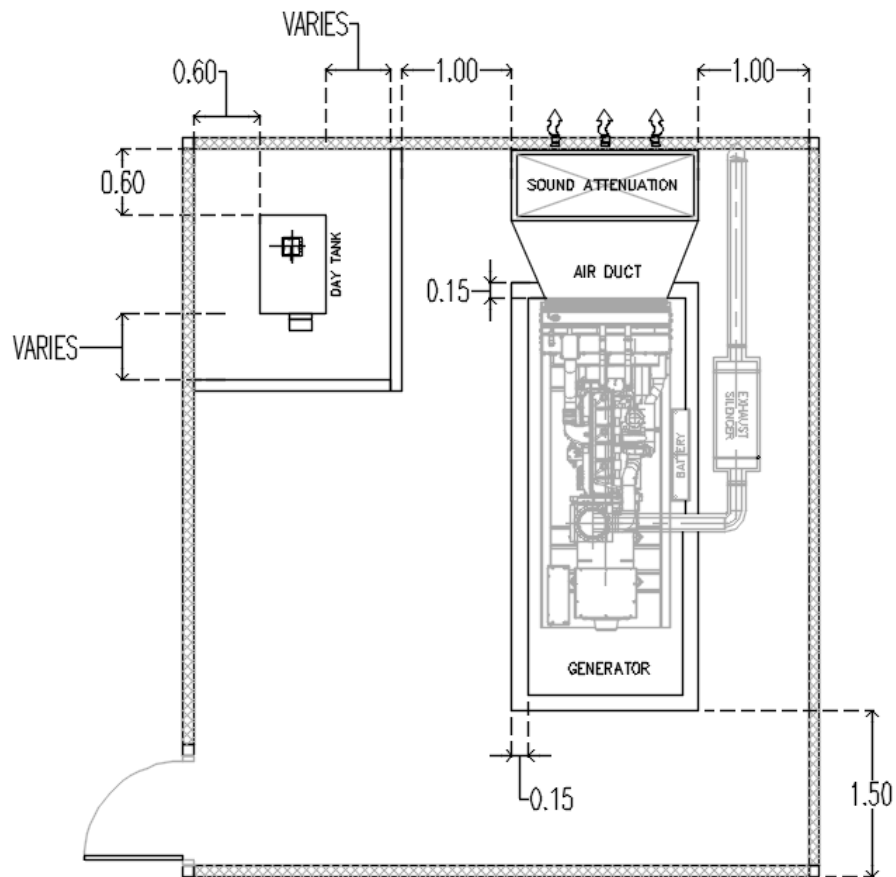
- ให้มีระยะห่าง ระหว่างฐานแท่น (Foundation) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและผนังห้องไม่ต่ำกว่า 1 เมตร

- ด้านท้ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีพื้นที่ว่างสำหรับปฏิบัติงานไม่ต่ำกว่า 1.5

- ไม่มีฝ้าเพดานภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

- ฐานแท่นเครื่องจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (skid base) 150 มม. หรือ 6 นิ้ว ทุกด้านเพื่อให้สปริงหรือยางรองแท่นเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถติดตั้งบนฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยไม่ตกรากจากแท่น

- ฐานแท่นเครื่องจะต้องยกสูงจากพื้น อย่างน้อย 150 มม. หรือ 6 นิ้ว เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุงรักษาชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 2. 16 แสดงการระยาระการติดตั้งภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

## 2.3 บริภัณฑ์ไฟฟ้า (Electrical Equipment)

### 2.3.1 ริงเมนยูนิท (Ring Main Units : RMU)

เป็นบริภัณฑ์ไฟฟ้าระดับแรงดันปานกลาง สำหรับใช้จ่ายไฟฟ้า ให้กับระบบ Open Ring หรือ Open Loop) แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า RMU เป็นสวิตช์เกียร์ซึ่งใช้ SF6 เป็นฉนวน และบรรจุ บริภัณฑ์ด้าน MV ไว้ในตู้โลหะเพียงตู้เดียว (Single Metal Enclosure)

RMU โดยทั่วไปประกอบด้วย

1. Switch Disconnecter 400 A หรือ 630 A แรงดัน 24 kV
2. Fuse สำหรับป้องกันหม้อแปลง
3. CB พิกัดถึง 200 A พร้อม Protective Relay
4. Earthing Switch

สวิตช์เกียร์และ Busbar บรรจุอยู่ใน Housing ซึ่งบรรจุ SF6 และปิดผนึกเพื่อใช้ตลอดอายุการใช้งาน (Sealed For Life)

การเลือกใช้ RMU นั้นจะต้องพิจารณา ดังนี้

1. จำนวนช่องบริภัณฑ์ (Bays) ซึ่ง RMU ตามปกติจะมี 3 ช่อง

2. พิกัดแรงดัน 24 kV, BIL 125 kV
3. พิกัดกระแส Switch 200 A, 400 A, 60 A CB 200 A
4. พิกัดกระแสลัดวงจร 16 kV หรือ 24 kA ที่ 24 kV



รูปที่ 2. 17 รিংเมนยูนิท (Ring Main Units : RMU)

### 2.3.2 หม้อแปลง (Transformers)

หม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เรียกว่า หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformers) ซึ่งจะแปลงแรงดันไฟฟ้า จากระบบแรงดันปานกลาง (MV) ไปเป็นระบบแรงดันต่ำ (LV) โดยทั่วไปหม้อแปลงชนิดนี้จะมีพิกัดถึง 2000 kVA แต่บางกรณีอาจมีพิกัดสูงถึง 3150 kVA ชนิดของหม้อแปลง ตามปกติเรียกชื่อตามวัสดุที่ใช้เป็นแบบฉนวน และระบายความร้อน หม้อแปลงจำหน่ายที่ใช้อยู่ใน ปัจจุบันมี 2 แบบ คือ หม้อแปลงแบบใช้ของเหลว (Liquid-immersed Transformers) และ หม้อแปลงแบบแห้ง (Dry – Type Transformers)

#### 2.3.2.1 หม้อแปลงแบบใช้ของเหลว (Liquid-immersed Transformers)

ของเหลวที่นิยมใช้เป็นฉนวน และตัวระบายความร้อน คือ น้ำมันหม้อแปลง (Mineral Oil) และของเหลวที่ติดไฟยาก (Less Flammable Liquid)

1. หม้อแปลงน้ำมัน (Oil-type Transformers) เป็นหม้อแปลงที่ใช้น้ำมันหม้อแปลงเป็นฉนวนและเป็นตัวระบายความร้อนด้วย หม้อแปลงน้ำมันนิยมใช้กันมากกับงานภายนอกอาคาร เนื่องจากมีราคาถูก แต่ถ้านำมาใช้ภายในอาคารจะต้องมีการสร้างห้องพิเศษซึ่งสามารถป้องกันไฟได้ เนื่องจากน้ำมันสามารถติดไฟได้ โดยมีจุดติดไฟ (Fire Point) ที่ 165 องศา

2. หม้อแปลงแบบใช้ของเหลวติดไฟยาก (Less - Flammable Liquid-insulated Transformers) เป็นหม้อแปลงชนิดที่ใช้ของเหลวที่ติดไฟยากเป็นฉนวนและระบายความร้อน

โดยทั่วไปนิยมใช้สารซิลิกอน (sillicone) ซึ่งมีจุดติดไฟที่ 342 องศา ไม่เป็นพิษ และไม่เป็นอันตรายต่อคนและสิ่งแวดล้อม หม้อแปลงแบบใช้ของเหลวติดไฟยากอนุญาตให้ติดตั้งภายในอาคารได้

### 2.3.2.2 หม้อแปลงแบบแห้ง (Dry-Type Transformers)

หม้อแปลงแห้งเป็นหม้อแปลงที่ใช้ฉนวนเป็นของแข็ง โดยทั่วไปนิยมใช้สารเรซิน (Resin) อัดระหว่างขดลวดของหม้อแปลง จึงเรียกว่า Cast Resin Transformers สารเรซินมีจุดติดไฟที่ 350 องศา มีความแข็งแรงทนทาน หม้อแปลงประเภทนี้นิยมใช้ติดตั้งภายในอาคาร

ในปัจจุบัน หม้อแปลงที่นิยมใช้กันมาก คือ หม้อแปลงน้ำมัน และหม้อแปลง Cast Resin จึงจะกล่าวถึงโดยละเอียดต่อไปนี้

### 2.3.2.3 หม้อแปลงน้ำมัน (Oil-type Transformers)

หม้อแปลงน้ำมัน เป็นหม้อแปลงที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากใช้งานได้ดี และมีราคาถูก เหมาะสำหรับติดตั้งนอกอาคาร

ปัจจุบันได้มีการทำหม้อแปลงที่มีตัวถังปิดผนึก (Hermetically Sealed Tank) ขึ้น หม้อแปลงแบบนี้ไม่มีถังพักและไม่ต้องมี Sillica Gel จึงสามารถป้องกันความชื้นได้อย่างสมบูรณ์ หม้อแปลงแบบนี้จึงไม่ต้องการบำรุงรักษา

หม้อแปลงปิดผนึกมีปัญหาที่ต้องแก้ไขคือ การขยายตัวของน้ำมันขณะจ่ายโหลดหรือเกิดการลัดวงจรดังนั้นจึงมีหม้อแปลงปิดผนึกอย่างน้อยสองแบบที่จะแก้ปัญหานี้คือ

1. หม้อแปลงปิดผนึกแบบใช้ก๊าซไนโตรเจน หม้อแปลงแบบนี้จะอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าเหนือน้ำมันเพื่อให้มีที่ว่างสำหรับการขยายตัวของน้ำมัน
2. หม้อแปลงปิดผนึกแบบผนังเป็นลอนคลื่น (Corrugated) หม้อแปลงแบบนี้ออกแบบให้ผนังสามารถระบายความร้อนด้วยลอนคลื่น ขณะเดียวกันตัวถังสามารถยืดหยุ่นได้เพื่อรองรับการขยายตัวของน้ำมัน



รูปที่ 2. 18 หม้อแปลงน้ำมัน (Oil-type Transformers)

#### 2.3.2.4 หม้อแปลง Cast Resin (Cast Resin Transformers)

ในการติดตั้งหม้อแปลงภายในอาคาร จะนิยมใช้หม้อแปลงแห้ง เนื่องจากจะมีความปลอดภัยจากอันตรายที่อาจเกิดจากการระเบิดเนื่องจากน้ำมันของหม้อแปลงน้ำมัน หม้อแปลงแห้งที่นิยมใช้กันมากคือ หม้อแปลง Cast Resin ซึ่งเป็นหม้อแปลงที่ระหว่างขดลวดอัดด้วย Cast Resin Reinforced Glass Fiber ซึ่ง Resin จะมีคุณสมบัติติดไฟได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 350 องศา ทำให้หม้อแปลงชนิดนี้ติดไฟได้ยาก



รูปที่ 2.19 หม้อแปลง Cast Resin (Cast Resin Transformers)

#### 2.3.3 แผงสวิตช์ (Switchboards)

หมายถึง แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ที่รับไฟจากการไฟฟ้าหรือจากด้านแรงดันต่ำจากหม้อแปลงเพื่อไปจ่ายโหลดต่างๆ เช่นแผงย่อย (Panel Board) MCC เป็นต้น บางที่เรียกว่า Main Distribution Board (MDB) การเลือกใช้แผงสวิตช์ จาก พิกัดแรงดันของแผงสวิตช์ พิกัดกระแสของแผงสวิตช์ และ พิกัดกระแสลัดวงจร สำหรับแผงสวิตช์ที่สำคัญ เช่น ตู้ MDB, MCC ควรใช้แบบที่มีการทดสอบ Type Test ด้วย

2.3.3.1 ส่วนประกอบ เนื่องจากมีขนาดใหญ่ส่วนมากเป็นแบบตั้งพื้น ปัจจุบันมีการสร้างตู้จ่ายไฟขนาดขนาดมาตรฐาน หรือเป็นแบบ Modullar มีความสูงประมาณ 2,000 mm – 2,200 mm ขนาดความกว้างและความหนาอาจแตกต่างกันตามบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีความหนาจะต้องคำนึงถึงขนาดและจำนวนของบริษัทป้องกันแผงสวิตช์แสดง ดังรูปที่ 2.20





รูปที่ 2. 20 แผงสวิตช์ (Switchboards)

แผงสวิตช์มีส่วนประกอบสำคัญดังนี้คือ

2.3.3.1.1 โครงห่อหุ้ม (Enclosure) โครงห่อหุ้มมักจะทำมาจากแผ่นโลหะ (Steel Sheet) ซึ่งมักจะต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆมาเรียบร้อยแล้วคุณสมบัติของโครงห่อหุ้มที่สำคัญคือ

1. คุณสมบัติทางกล จะต้องสามารถรับแรงทางกลจากภายนอกได้เพียงพอต่อสภาพการใช้งานจริงตลอดจนต้องทนต่อสภาพการใช้งานในภาวะไม่ปกติได้
2. คุณสมบัติทางความร้อน จะต้องสามารถทนต่อความร้อนที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งที่เกิดจากสภาพแวดล้อม ความร้อนจากการเกิดจากการผิดพลาดในระบบ ตลอดจนความร้อนจากอาร์คที่เกิดจากการลัดวงจร
3. คุณสมบัติต่อการกัดกร่อน เช่น การกัดกร่อนทางเคมีหรือความชื้น เป็นต้น

2.3.3.1.2 บัสบาร์และการฉนวน

บัสบาร์ คือ ส่วนที่จะทำหน้าที่เชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่างสายประธานและสายป้อน บัสบาร์ส่วนมากทำจากทองแดงที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก เนื่องจากต้องนำกระแสปริมาณมากๆเสมอ และเพื่อความปลอดภัยต้องหุ้มฉนวนที่ขั้วต่อทางไฟฟ้าด้วยเสมอ เนื่องจากบัสบาร์ต้องนำกระแสปริมาณมาก ถ้าหากเกิดการผิดพลาดขึ้นจะเกิดแรงดันการชากที่ตัวบัสบาร์ ดังนั้นการยึดบัสบาร์จึงเป็นเรื่องสำคัญมากเช่นกัน การยึดจับจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอโดยผ่าน Insulator

2.3.3.1.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker : CB)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่อยู่ใแผงสวิตช์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับสายป้อน (Feeder Circuit Breaker) คือ Circuit Breaker ที่มีหน้าที่ป้องกันสายป้อนเส้นต่างๆ

2. เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับวงจรประธาน (Main Circuit Breaker) คือ Circuit Breaker ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันสายประธาน

CB ทั้งหมดจะต้องมีพิกัดการตัดกระแสวงจร (Interrupting Capacity) เพียงพอสำหรับกระแสลัดวงจรที่แผงสวิตช์

#### 2.3.3.1.4 บริภัณฑ์ตรวจวัดและบริภัณฑ์ป้องกันอื่นๆ

ในส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าว่าต้องการบริภัณฑ์ต่างๆ เหล่านี้อย่างไรบ้าง บริภัณฑ์ตรวจวัดมักหมายถึง โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ กิโลวัตต์-ชั่วโมงมิเตอร์ ตลอดจนรีเลย์ป้องกันต่างๆ ส่วนบริภัณฑ์ป้องกันหมายถึง Ground Fault Protection, Lighting Arrester หรือ Automatic Power Factor Controller เป็นต้น

#### 2.2.4 คาปาซิเตอร์ แบงค์ แรงต่ำ (LV Capacitor Bank)

LV Capacitor ปัจจุบันนิยมใช้แบบ Dry Type LV Capacitor แบบ Dry Type ใช้ Polypropylene เป็น Dielectric Polypropylene เป็น Dielectric ที่มี Permittivity สูง, จุด Breakdown สูง ทำให้สามารถลดความหนาแน่นลงได้ ค่า Capacitance จึงมีค่าสูง LV จะมีขนาด Compact Loss ลดลงเหลือประมาณ 0.2 W/kVAR

Polypropylene Film ที่ใช้เป็น Dielectric จะถูก Metalized ด้วย Zinc/Aluminium Alloy ซึ่งใช้เป็น Electrodes เรียก Capacitor แบบนี้ว่า MKP Capacitor

##### 2.2.4.1 การควบคุม Capacitors แบบอัตโนมัติ

การติดตั้ง Capacitors แบบถาวรนั้นเหมาะสมสำหรับโหลดที่ค่อนข้างคงที่เช่น ติดตั้งเข้ากับมอเตอร์ขนาดใหญ่ ติดตั้งด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง เป็นต้น แต่ถ้าระบบไฟฟ้าที่มีโหลดไม่คงที่จะมีผลเสียดังนี้

- ในสภาวะโหลดต่ำ Capacitor ที่ติดตั้งไว้จะทำให้แรงดันที่มีค่าสูงขึ้นมา ซึ่งเกิดผลเสียแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้ารวมทั้ง capacitors เองด้วย

- กำลังสูญเสียจะเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจากการมีกระแสไหลเข้า capacitors ตลอดเวลา

- แรงดันที่สูงขึ้นอาจเกิดแรงดันที่อัมต้วทางแม่เหล็กของแกนหม้อแปลง ทำให้มีโอกาศเกิดฮาร์โมนิค-เรโซแนนซ์ได้

- ถ้าใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า capacitor ที่ต่ออยู่มากเกินไปจะทำให้เกิดการขาดเสถียรภาพ

ดังนั้นการติดตั้งระบบควบคุม capacitors แบบอัตโนมัติจึงถูกนำมาใช้ปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์สำหรับโหลดที่ไม่คงที่ ซึ่งความต้องการกำลังไฟฟ้า Reactive ไม่คงที่ โดยที่ระบบนี้จะทำการควบคุมการตัดต่อ capacitors ตามความต้องการขอโหลดตลอดเวลา

ส่วนประกอบของระบบควบคุม Capacitor แบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย Capacitors หลายตัวต่อขนาดกัน, Power Factor Controller (P.F.C), คอนแทคเตอร์ และฟิวส์ หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์

#### 2.2.4.2 ขนาดพิกัดรวมของ Capacitor ในระบบไฟฟ้า

สำหรับระบบที่ทราบขนาดหม้อแปลงแล้ว ถ้าต้องการปรับปรุงตัวประกอบกำลังจาก 80% เป็น 95% Lagging จะต้องใช้ Capacitor ขนาด 30% พิกัดหม้อแปลง



รูปที่ 2. 21 คาปาซิเตอร์แบงค์แรงต่ำ (LV Capacitor Bank)

#### 2.2.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator)

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะทำงานเมื่อระบบไฟฟ้าของทางการไฟฟ้าขัดข้อง หรือต่อขนานไฟฟ้าในช่วง Peak-load

2.2.5.1 เครื่องต้นกำลัง (Engine Prime Mover) คือ เครื่องยนต์ที่ผลิตพลังงานเพื่อนำไปจุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจ่ายไปยังโหลดที่ต้องการได้ เครื่องต้นกำเนิดไฟฟ้ามีอยู่หลายชนิด เช่น เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine), เครื่องกังหันแก๊ส (Gas Turbine), เครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) และเครื่องกังหันน้ำ (Water Turbine) ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงมีทั้งระบบ 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ โดยจำนวนลูกสูบขึ้นอยู่กับพิกัดขนาดของเครื่องยนต์ แบบที่ใช้กันมากคือ แบบ 4 สูบ แต่เครื่องยนต์มีพิกัดสูงมากก็อาจใช้เป็น 6 สูบ หรือ 12 สูบ โดยที่ลูกสูบอาจจัดเรียงตามแนวเส้น (In line) หรือเป็นรูปตัว V ก็ได้



รูปที่ 2. 22 เครื่องสำรองไฟฟ้า (Generator)

2.2.5.2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator) ที่ใช้กันทั่วไปเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C. Generator) มีส่วนประกอบสำคัญคือ

- ส่วนที่หมุน (Rotor)
- ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator)
- ส่วน Brushless Rotating with a Rotating Rectifier
- ส่วนควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator)

1. Rotor เป็นส่วนสร้างสนามแม่เหล็ก มีขั้วแม่เหล็กพร้อมขดลวดเหล่านี้นี้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ปริมาณสนามแม่เหล็กจะเป็นสัดส่วนกับจำนวนรอบขดลวดและกระแสสนามโรเตอร์หมุนทำให้ได้สนามแม่เหล็กหมุน (Rotating field) สนามแม่เหล็กหมุนนี้จะวิ่งผ่านช่องว่างอากาศ (Air Gap) แล้วไปตัดขดลวดอาร์เมเจอร์ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น

2. Stator เป็นส่วนที่อยู่กับที่ คือแกนแม่เหล็กซึ่งมีขดลวดหุ้มฉนวนพันอยู่ ขดลวดเหล่านี้นี้บางครั้งเรียกว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) สนามแม่เหล็กหมุนจากโรเตอร์จะตัดขดลวดสเตเตอร์ทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นกับความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งหาได้จากสูตร

$$n = 120f/p$$

โดยที่  $n =$  ความเร็วรอบของโรเตอร์ (rpm)

$f =$  ความถี่ (Hz)

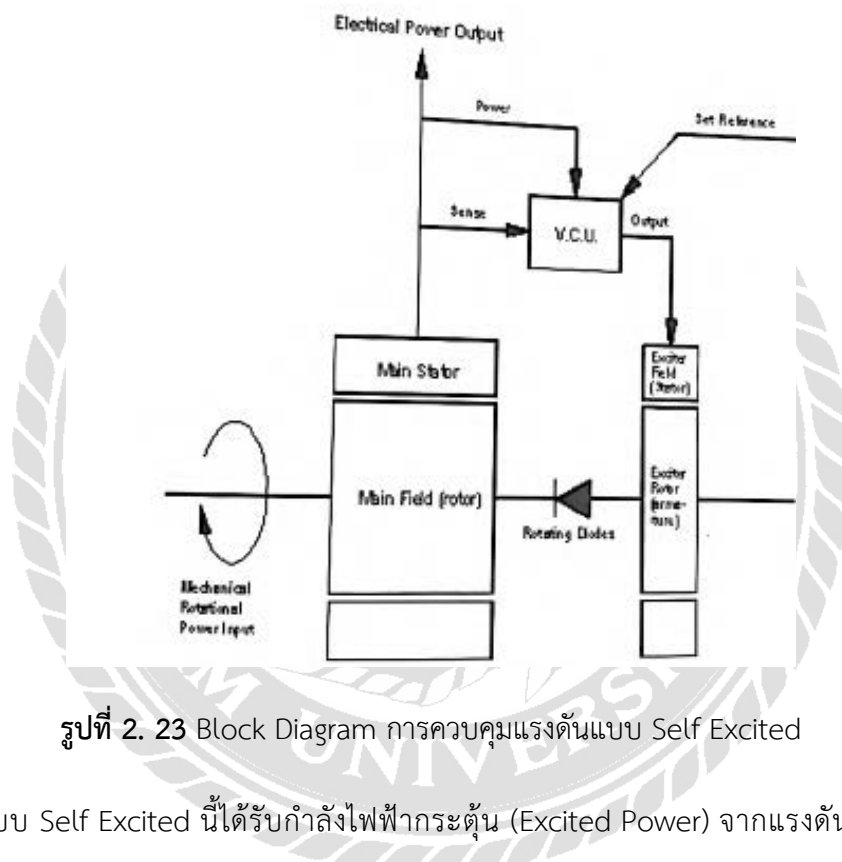
$p =$  จำนวนขั้วแม่เหล็ก (Pole)

3. A.C Exciter คือ ชุดสร้างสนามแม่เหล็กกระตุ้นเพื่อจ่ายกระแสตรงให้ขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า A.C. ตัวเล็กๆ ซึ่งมีขดลวดอาร์เมเจอร์ติดตั้งบนเพลลาเดียวกับโรเตอร์ และขดลวดสนามบนสเตเตอร์ บนขาออกของขดลวดอาร์เมเจอร์ยังมีชุดตัวเรียง

กระแสเต็มคลื่น (Full wave rectifier) ติดอยู่ ดังนั้นไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกเหนี่ยวนำที่ขดลวดอาร์เมเจอร์จะถูกเรียงกระแส และจ่ายเข้าขดลวดสนามของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องมีแปรงถ่านหรือสลีปริง (Slip Ring) จึงเรียกว่าแบบ Brushless Rotating Exciter

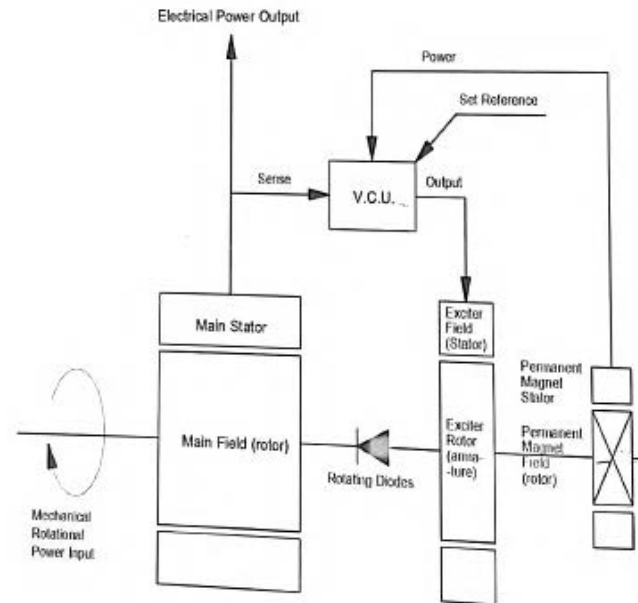
#### 4. Automatic Voltage Regulator (AVR)

AVR คือ ชุดควบคุมแรงดันขาออกโดยอัตโนมัติ โดยจะทำการปรับค่ากระแสสนามเพื่อให้ได้ค่าแรงดันคงที่ที่โหลดต่างๆ การควบคุมแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาจทำได้ 2 แบบ คือ แบบ Self Excited และแบบ Separately Excited



รูปที่ 2. 23 Block Diagram การควบคุมแรงดันแบบ Self Excited

แบบ Self Excited นี้ได้รับกำลังไฟฟ้ากระตุ้น (Excited Power) จากแรงดันขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อโรเตอร์หมุน Residual Magnetism ซึ่งมีอยู่เล็กน้อยในแกนจะเหนี่ยวนำแรงดันน้อยๆขึ้น ชุดควบคุมแรงดัน (Voltage control unit : VCU) จะเห็นแรงดันน้อยๆนี้ เมื่อเทียบกับแรงดันเปรียบเทียบ (Reference Voltage) VCU จะค่อยๆ เพิ่มค่าแรงดันให้มากขึ้นจากขดลวดสเตเตอร์ เพื่อจ่ายไฟให้ Exciter มากขึ้น กระแสกระตุ้นซึ่งมาจาก Exciter จะเพิ่มกระแสกระตุ้นของ Main Generator เพื่อให้ได้แรงดันขาออกมากขึ้น จนได้ค่าแรงดันขาออกที่ต้องการ



รูปที่ 2. 24 Block Diagram การควบคุมแรงดันแบบ Separately Excited

แบบ Self Excited ในระบบนี้ไฟฟ้าจะกระตุ้นของ A.C. ได้มาจาก A.C. Generator ตัวเล็ก ๆ ซึ่งสนามที่ได้เป็นแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ติดตั้งบนเพลลาเดียวกับโรเตอร์ เมื่อเครื่องยนต์วิ่งที่ความเร็วปกติเครื่อง A.C. Generator แม่เหล็กถาวรจะสร้างแรงดันเกิดขึ้นโดยอิสระจากโหลดของ Main Generator ระบบ Residual Magnetism VCU จะทำการเปรียบเทียบแรงดันขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และแรงดันจากเครื่องกระตุ้นแม่เหล็กถาวร เมื่อไม่ได้ตามค่าที่ตั้งไว้ มักจะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดสนามของ Exciter มากขึ้น จนกระทั่งกระแสกระตุ้นของ Main Generator เพิ่มขึ้นเป็นผลให้แรงดันขาออกของ Main Generator เพิ่มขึ้นจนได้ค่าที่ปรับตั้งไว้

### บทที่ 3

## รายละเอียดการปฏิบัติงาน

### 3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท สยาม เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนส์ จำกัด

สถานที่ตั้ง 959 ถนนพระราม 1 แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

# SEC SIAM ENGINEERING CONSULTANTS

รูปที่ 3.1 ตราสัญลักษณ์ (Logo) บริษัท สยาม เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนส์ จำกัด



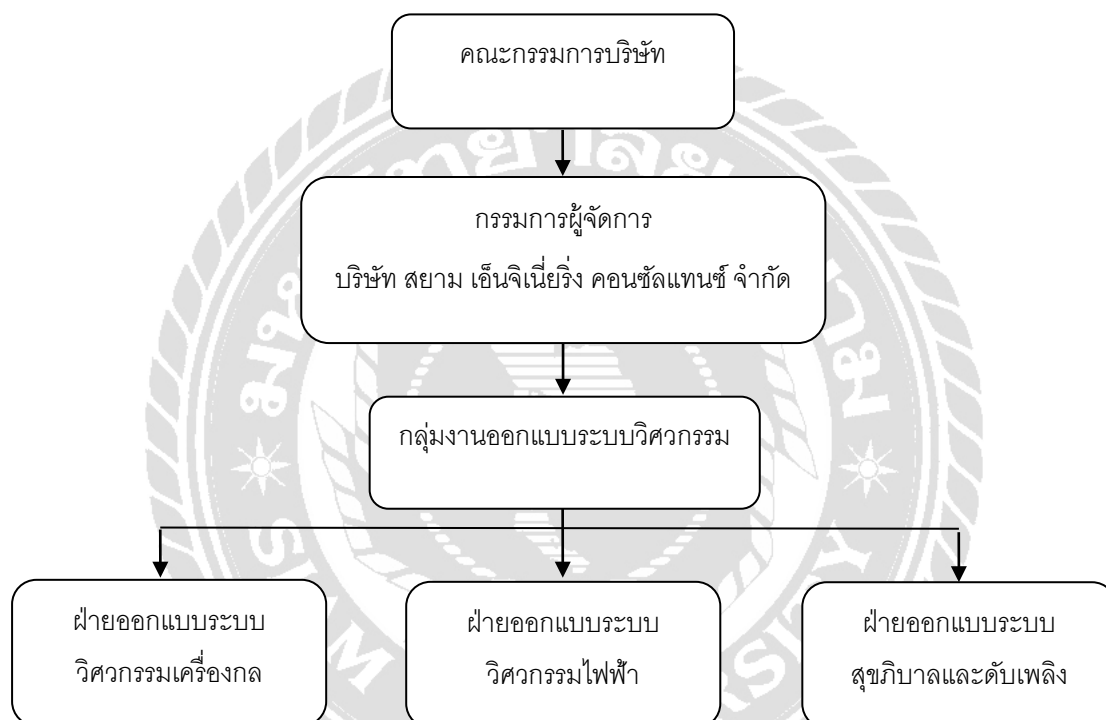
รูปที่ 3.2 แผนที่ บริษัท สยาม เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนส์ จำกัด

### 3.2 ลักษณะการประกอบการผลิตภัณฑการให้บริการหลักขององค์กร

ก่อตั้ง 1 พฤษภาคม 2561 ทุนจดทะเบียน 1 ล้านบาท จำนวนพนักงาน 13 คน

ความเป็นมา จากเดิมเป็นฝ่ายออกแบบงานระบบวิศวกรรมของบริษัทสยามพิวรรธน์ ต่อมาในปี 2561 จึงทำการจัดตั้งบริษัทใหม่เป็น บริษัท สยามเอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนส์ จำกัด ทำเกี่ยวกับออกแบบงานระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสุขภิบาลดับเพลิง และระบบปรับอากาศ ภายในอาคาร โดยมีการรับทำโครงการต่างๆ

### 3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร



### 3.4 บทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย

นางสาว ปวีณา บุญนำ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่เขียนแบบระบบไฟฟ้า

### 3.5 ชื่อและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา      คุณวิชัย โลหรัตน์วิศิษฐ์

ตำแหน่ง                      ผู้จัดการฝ่ายออกแบบงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร



### 3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

3.6.1 ระยะเวลาที่ได้ปฏิบัติงาน เริ่มเข้ามาฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาตั้งแต่วันที่ 4 เดือน มกราคม ถึงวันที่ 30 เดือน เมษายน พ.ศ. 2564 เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

3.6.2 ใน 1 วันจะทำงานทั้งหมด 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งทำงานตามตารางที่บริษัทจัดให้เป็นการทำงานตั้งแต่ เวลา 9:00-18:00 น. ซึ่งมีเวลาพัก 1 ชั่วโมง คือช่วง 12.00 น.วันหยุดสำหรับนักศึกษา ฝึกสหกิจวันเสาร์-อาทิตย์

### 3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ตารางที่ 3. 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
ตั้งหัวข้อของโครงการ	↔			
รวบรวมข้อมูลของโครงการ		↔↔↔		
เริ่มเขียนโครงการ			↔↔↔	
ตรวจสอบโครงการ			↔↔↔	
โครงการเสร็จเรียบร้อย				↔↔↔

### 3.8 ขอบเขตของงานที่ดำเนินการ

ขอบเขตของงานที่ดำเนินงานออกแบบจัดวางบริเวณที่ไฟฟ้าในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม AutoCad ให้การเขียนแบบ

### 3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

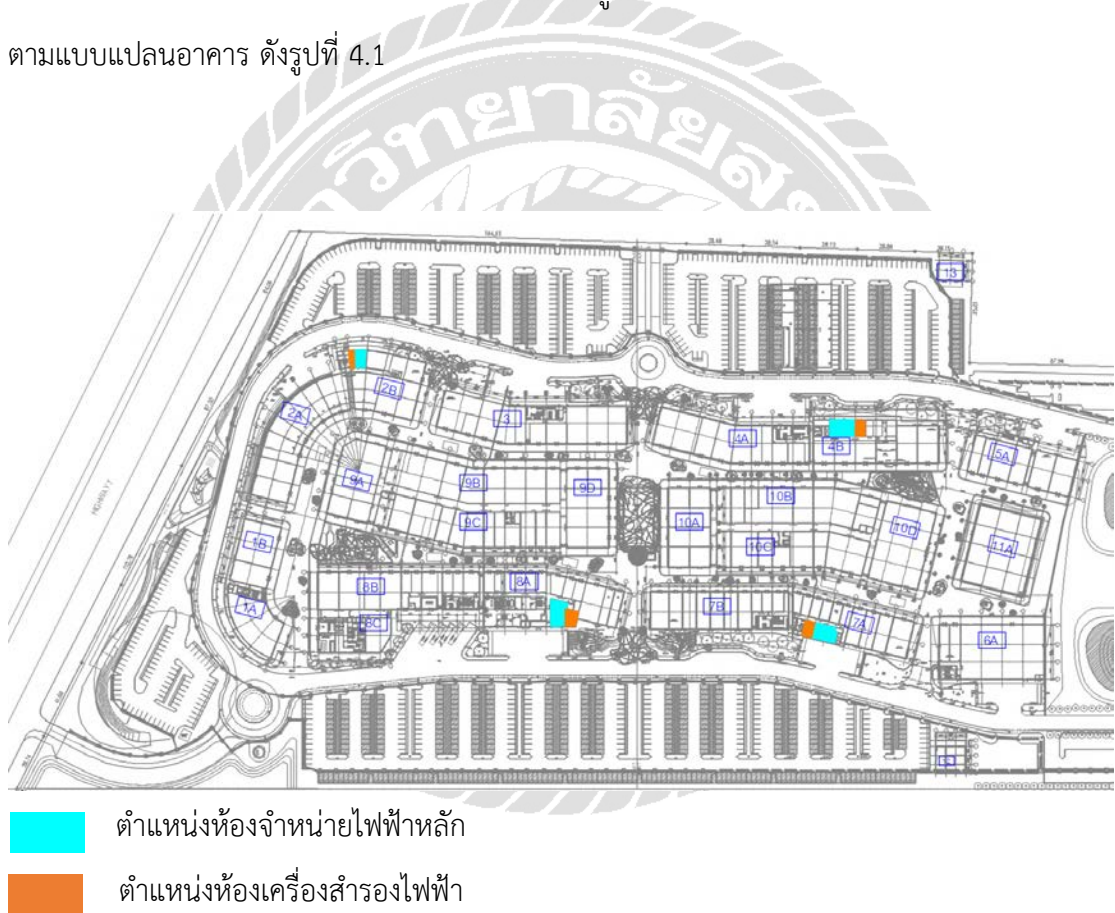
1. Computer
2. เครื่องปรี้น
3. เครื่องคิดเลข
4. ปากา,ดินสอ
5. ไม้บรรทัด scale
6. กระดาษ
7. โปรแกรม AutoCad
8. โปรแกรม DIALux

## บทที่ 4

### ผลการปฏิบัติงาน

#### 4.1 จัดเตรียมข้อมูลพื้นที่ก่อสร้าง

การออกแบบระบบไฟฟ้าของห้างสรรพสินค้า จำเป็นต้องมีห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ใช้งาน ดังนั้นการจัดวางตำแหน่งห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักต้องเหมาะสมกับการใช้งานในการจ่ายไฟฟ้าเพื่อให้มีประสิทธิภาพ ถูกต้องและประหยัดงบประมาณ โดยมีการวางตามแบบแปลนอาคาร ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4. 1 แปลนแสดงตำแหน่งห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก และห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

## 4.2 การคำนวณโหลด

การคำนวณโหลดรวมของอาคารเพื่อการพาณิชย์ ค่าโหลดรวมจะเป็นตัวกำหนดขนาดของ  
บริษัทไฟฟ้า พิกัดของหม้อแปลง ขนาดของคาปาซิเตอร์ และขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังนี้

### 4.2.1 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง

**ตารางที่ 4. 1** โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง 1 และ 2 สำหรับอาคาร 2A, 2B, 3, 9A, 9B และ  
15A-15E

รายละเอียด	โหลดไฟฟ้า (kVA)
1. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนกลาง	43.08
2. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนพาณิชย์	602.02
3. พัดลมหมุนเวียนอากาศและพัดลมระบายอากาศ 50kw.	62.50
4. โหลดแสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิน คสล ขนาด 8,229 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	164.58
5. โหลดแสงสว่างพื้นที่ถนนและที่กัลล์รถ ขนาด 15,735 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	314.70
รวมความต้องการโหลดไฟฟ้า	1,186.88
เผื่อ 50% ของผลรวมความต้องการโหลดไฟฟ้า สำหรับอนาคต	1,780.32
ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้	2 × 1,000

ตารางที่ 4. 2 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง 3 และ 4 สำหรับอาคาร 1A, 1B, 8A, 8B, 8C, 9C, 9D และ 15P-15U

รายละเอียด	โหลดไฟฟ้า (kVA)
1. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนกลาง	85.92
2. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนพาณิชย์	876.46
3. ปั๊มน้ำประปา 70 kw 1 ชุด	87.50
4. พัฒลมหมุนเวียนอากาศและพัฒลมระบายอากาศ 50kw.	62.50
5. โหลดแสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิน คสล ขนาด 8,229 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	164.58
6. โหลดแสงสว่างพื้นที่ถนนและที่กัลับริด ขนาด 15,735 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	314.70
รวมความต้องการโหลดไฟฟ้า	1,591.66
เผื่อ 20% ของผลรวมความต้องการโหลดไฟฟ้า สำหรับอนาคต	1,909.99
ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้	2 x 1,000

ตารางที่ 4. 3 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง 5 และ 6 สำหรับอาคาร 6A, 7A, 7B, 10A, 10C, 14 และ 15J-15N

รายละเอียด	โหลดไฟฟ้า (kVA)
1. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนกลาง	57.84
2. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนพาณิชย์	560.76
3. ปั๊มน้ำประปา 70 kw 1 ชุด	187.5
4. พัฒลมหมุนเวียนอากาศและพัฒลมระบายอากาศ 50kw.	62.50
5. โหลดแสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิน คสล ขนาด 8,229 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	164.58
6. โหลดแสงสว่างพื้นที่ถนนและที่กัลับริด ขนาด 15,735 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	314.70
รวมความต้องการโหลดไฟฟ้า	1,347.88
เผื่อ 40% ของผลรวมความต้องการโหลดไฟฟ้า สำหรับอนาคต	1,887.04
ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้	2 x 1,000

ตารางที่ 4. 4 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยหม้อแปลง 7 และ 8 สำหรับอาคาร 4A, 4B, 5A, 10B, 10D, 11A, 13 และ 15F-15H

รายละเอียด	โหลดไฟฟ้า (kVA)
1. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนกลาง	76.28
2. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนพาณิชย์	691.90
3. ลิฟต์บรรทุกของ 3 kw. 1 ชุด	3.75
4. พัดลมหมุนเวียนอากาศและพัดลมระบายอากาศ 50kw.	62.50
5. โหลดแสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิน คสล ขนาด 8,229 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	164.58
6. โหลดแสงสว่างพื้นที่ถนนและที่กัลล์รถ ขนาด 15,735 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	314.70
รวมความต้องการโหลดไฟฟ้า	1,313.71
เผื่อ 40% ของผลรวมความต้องการโหลดไฟฟ้า สำหรับอนาคต	1,839.19
ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้	2 x 1,000

#### 4.2.2 ขนาดพิกัดรวมของ Capacitor

สำหรับอาคารเพื่อการพาณิชย์กรรมมีขนาดหม้อแปลง 1,000 kVA จะต้องใช้ Capacitor ขนาด 30% พิกัดหม้อแปลง

#### ตารางที่ 4. 5 ขนาดพิกัดรวมของ Capacitor

รายละเอียด	หม้อแปลง(kVA)	Capacitor (kVAR)
1. ห้อง Main Distribution Board อาคาร 2B	2 x 1,000	12 x 50
2. ห้อง Main Distribution Board อาคาร 4B	2 x 1,000	12 x 50
3. ห้อง Main Distribution Board อาคาร 7A	2 x 1,000	12 x 50
4. ห้อง Main Distribution Board อาคาร 8A	2 x 1,000	12 x 50

#### 4.2.3 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยระบบไฟฟ้าสำรอง

สำหรับอาคารเพื่อการพาณิชย์กรรมจะต้องหึ่งเครื่องสำรองไฟฟ้าโดยแต่ละอาคารมีความจำเป็นใช้โหลดอะไรบ้างเพื่อนำมาหาขนาดของเครื่องสำรองไฟฟ้า

**ตารางที่ 4. 6** โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 สำหรับอาคาร 2A, 2B, 3, 9A, 9B และ 15A-15E

รายละเอียด	โหลดไฟฟ้า (kVA)
1. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนกลาง	10.57
2. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนพาณิชย์	83.33
3. 30% ของโหลดแสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิน คสล ขนาด 8,229 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	49.37
4. 30% ของโหลดแสงสว่างพื้นที่ถนนและที่กัลับริด ขนาด 15,735 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	3.00
รวมความต้องการโหลดไฟฟ้า	146.28
ขนาดโหลดไฟฟ้าที่ต้องจ่ายด้วยระบบไฟฟ้าสำรอง	200.00

**ตารางที่ 4. 7** โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 สำหรับอาคาร 1A, 1B, 8A, 8B, 8C, 9C, 9D และ 15P-15U

รายละเอียด	โหลดไฟฟ้า (kVA)
1. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนกลาง	17.67
2. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนพาณิชย์	48.64
3. ปั้มน้ำประปา 70 kw 1 ชุด	87.50
3. 20% ของโหลดแสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิน คสล ขนาด 8,229 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	32.92
4. 20% ของโหลดแสงสว่างพื้นที่ถนนและที่กัลับริด ขนาด 15,735 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	62.94
รวมความต้องการโหลดไฟฟ้า	249.66
ขนาดโหลดไฟฟ้าที่ต้องจ่ายด้วยระบบไฟฟ้าสำรอง	250

ตารางที่ 4. 8 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า3 สำหรับอาคาร 6A, 7A, 7B, 10A, 10C, 14 และ 15J-15N

รายละเอียด	โหลดไฟฟ้า (kVA)
1. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนกลาง	8.42
2. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนพาณิชย์	21.00
3. ระบบบำบัดน้ำเสีย 150 kw.	125.00
3. 20% ของโหลดแสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิน คสล ขนาด 8,229 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	32.92
4. 20% ของโหลดแสงสว่างพื้นที่ถนนและที่จอดรถ ขนาด 15,735 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	62.94
รวมความต้องการโหลดไฟฟ้า	250.27
ขนาดโหลดไฟฟ้าที่ต้องจ่ายด้วยระบบไฟฟ้าสำรอง	250

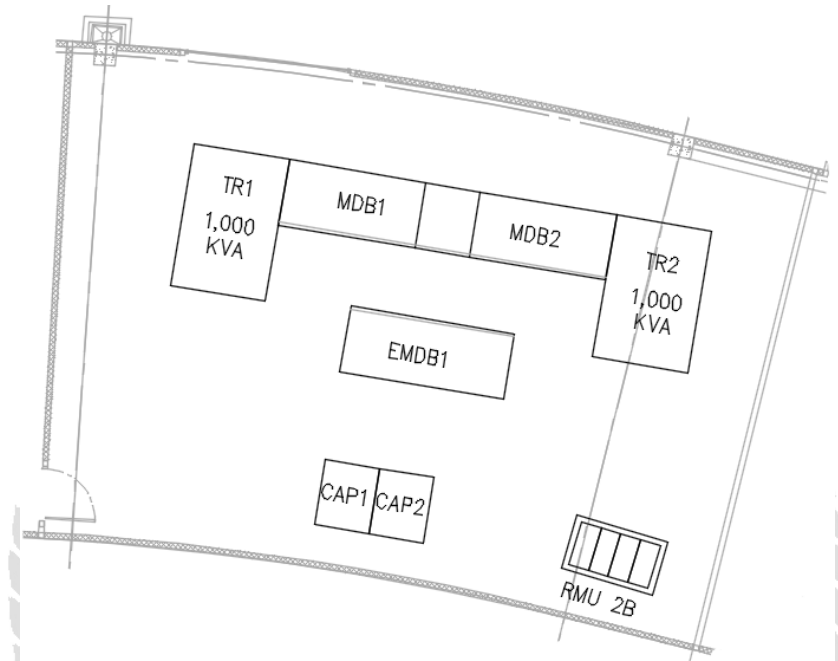
ตารางที่ 4. 9 โหลดไฟฟ้าที่จ่ายโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า4 สำหรับอาคาร 4A, 4B, 5A, 10B, 10D, 11A, 13 และ 15F-15H

รายละเอียด	โหลดไฟฟ้า (kVA)
1. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนกลาง	14.78
2. โหลดไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ส่วนพาณิชย์	39.86
3. 30% ของโหลดแสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิน คสล ขนาด 8,229 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	49.37
4. 30% ของโหลดแสงสว่างพื้นที่ถนนและที่จอดรถ ขนาด 15,735 ตร.ม. (คิดที่ 20 VA ต่อ ตร.ม.)	94.41
รวมความต้องการโหลดไฟฟ้า	198.42
ขนาดโหลดไฟฟ้าที่ต้องจ่ายด้วยระบบไฟฟ้าสำรอง	200

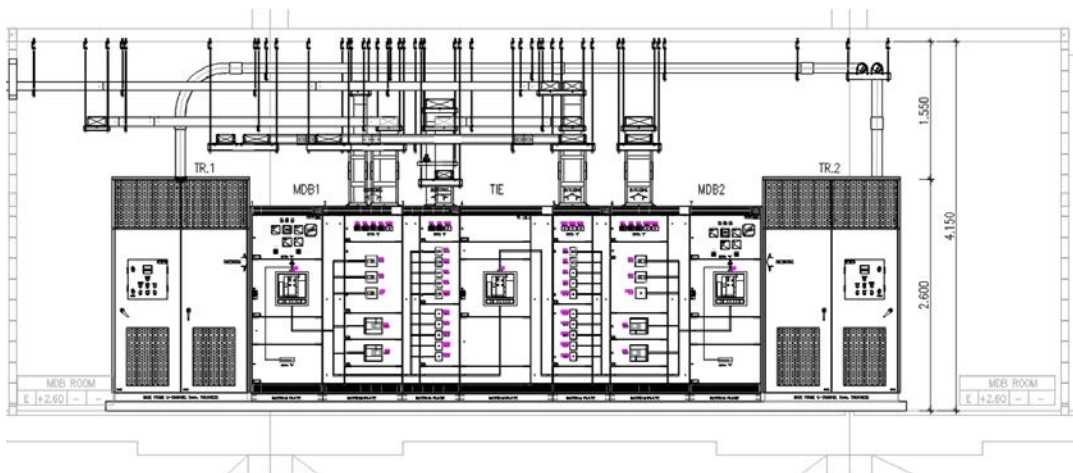
### 4.3 การจัดวางบริเวณที่ไฟฟ้าตามมาตรฐาน วสท.

#### 4.3.1 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board Room)

จากการคำนวณโหลดทำให้ได้ ขนาด กว้าง x ยาว x สูง ของบริเวณที่ไฟฟ้าตามรุ่นที่เลือกของยี่ห้อต่างๆ มีทั้งหมด 4 ห้อง อยู่ อาคาร 2B, 4B, 7A และ 8A โดยการจัดวางให้มีพื้นที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน ตามมาตรฐาน วสท.

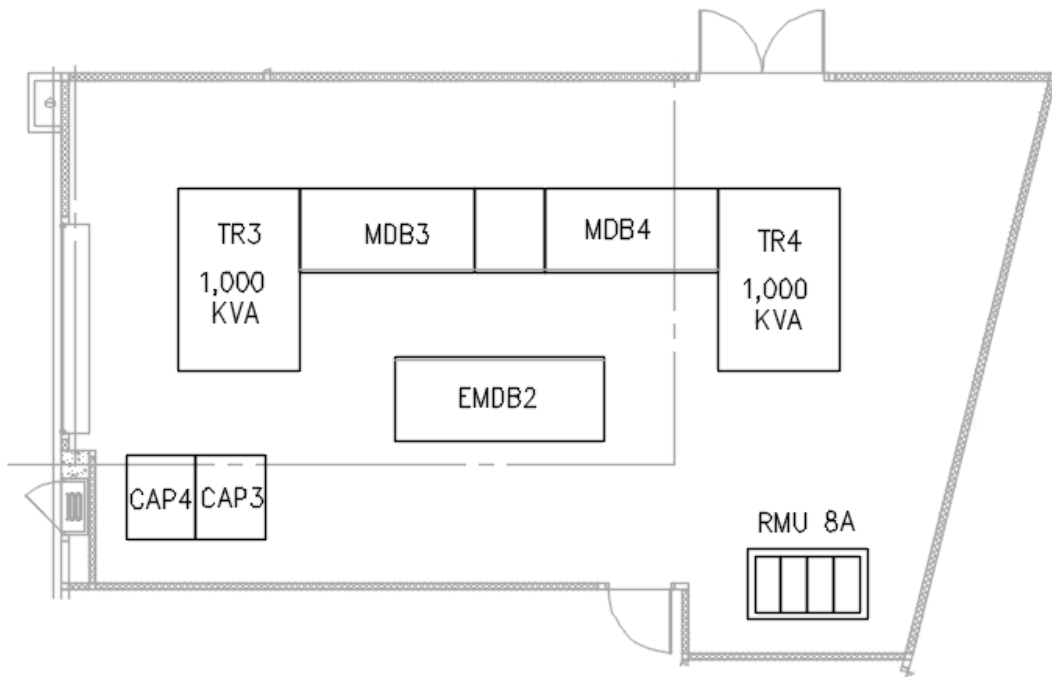


รูปที่ 4. 2 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 2B

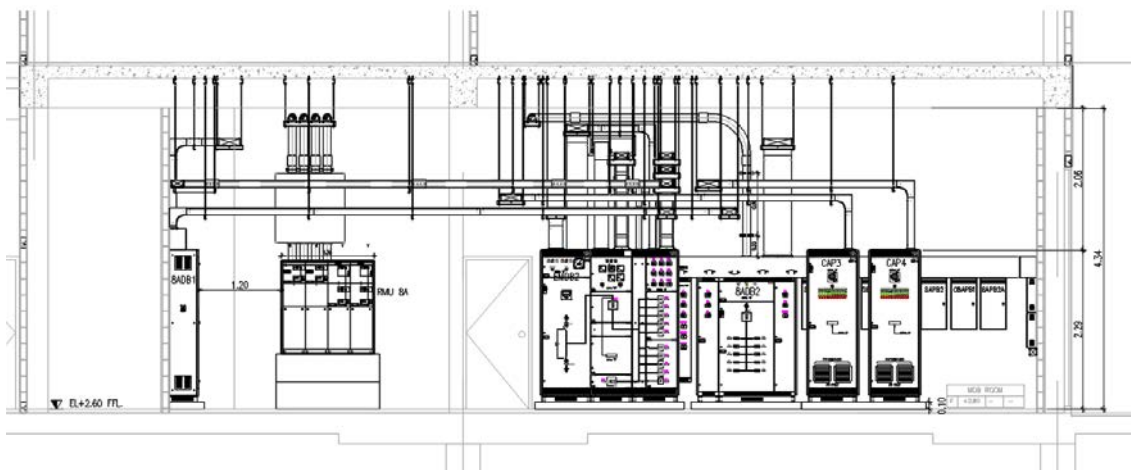


รูปที่ 4. 3 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 2B

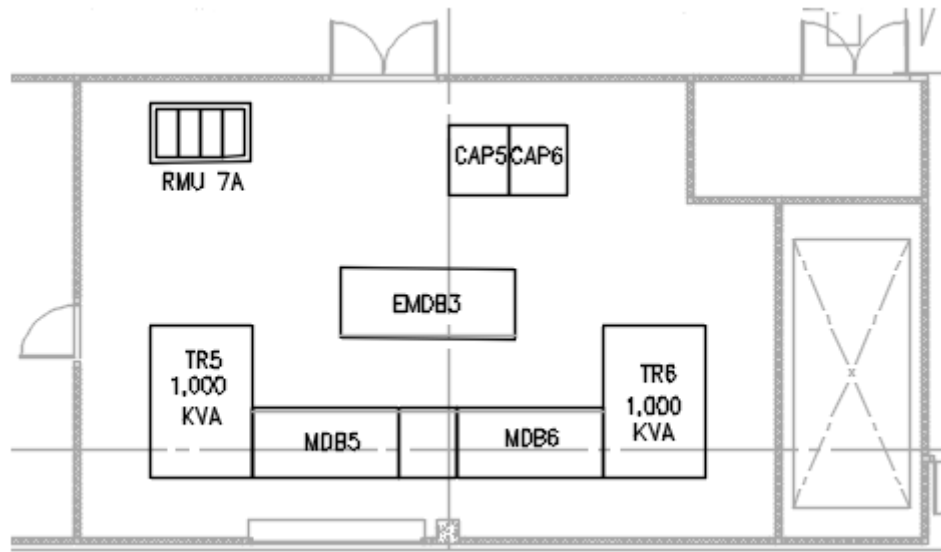




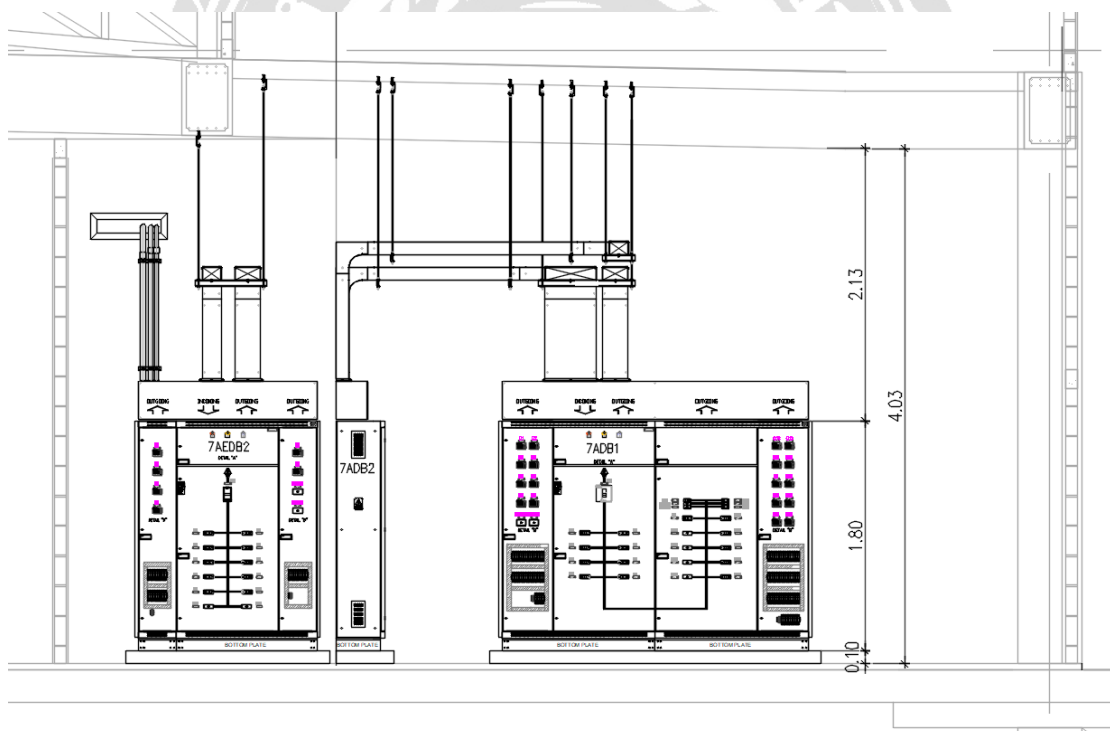
รูปที่ 4. 4 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 8A



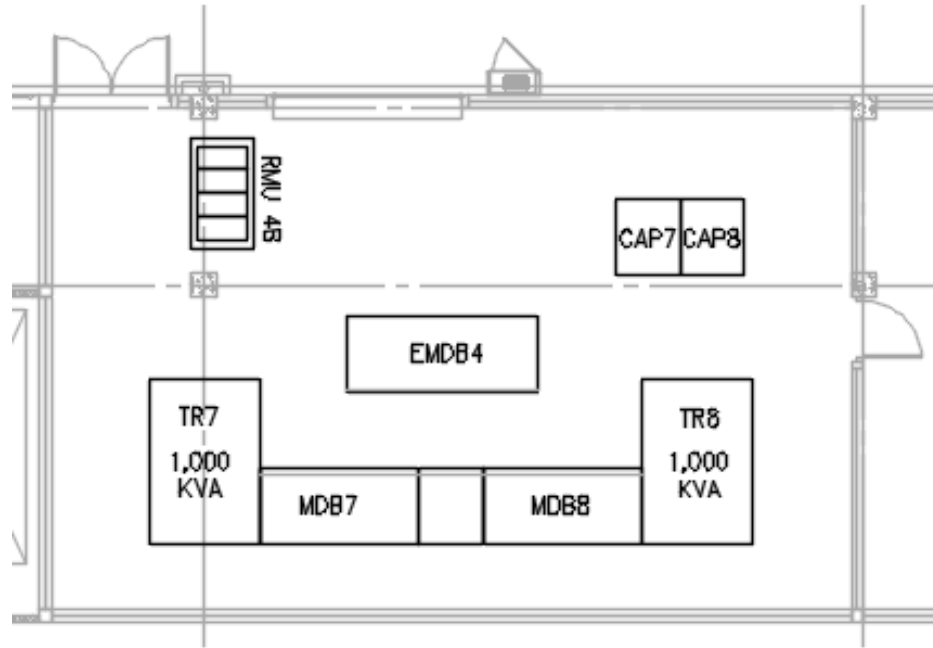
รูปที่ 4. 5 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 8A



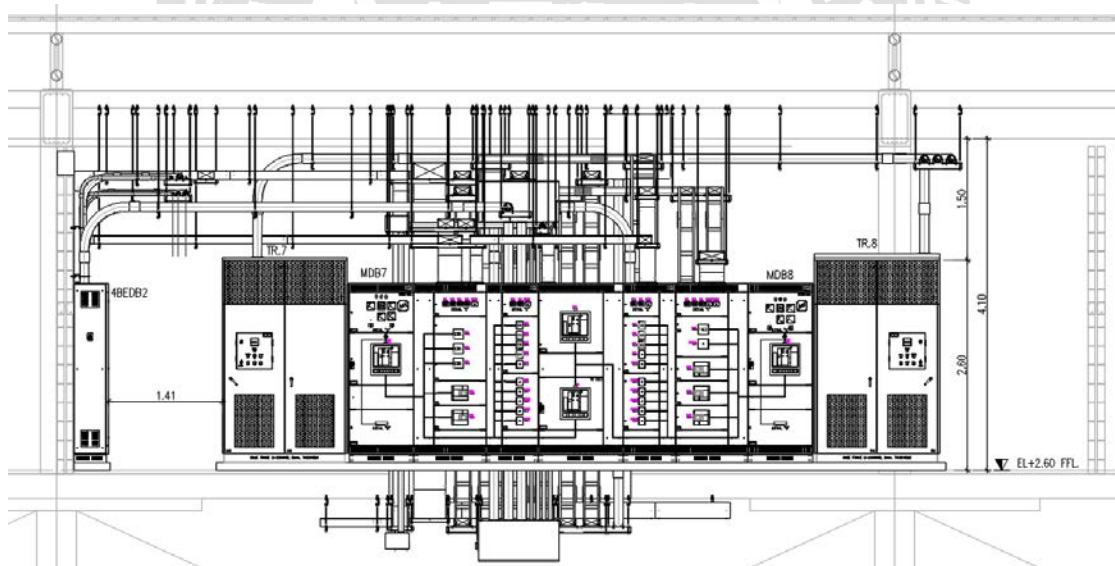
รูปที่ 4. 6 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 7A



รูปที่ 4. 7 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 7A



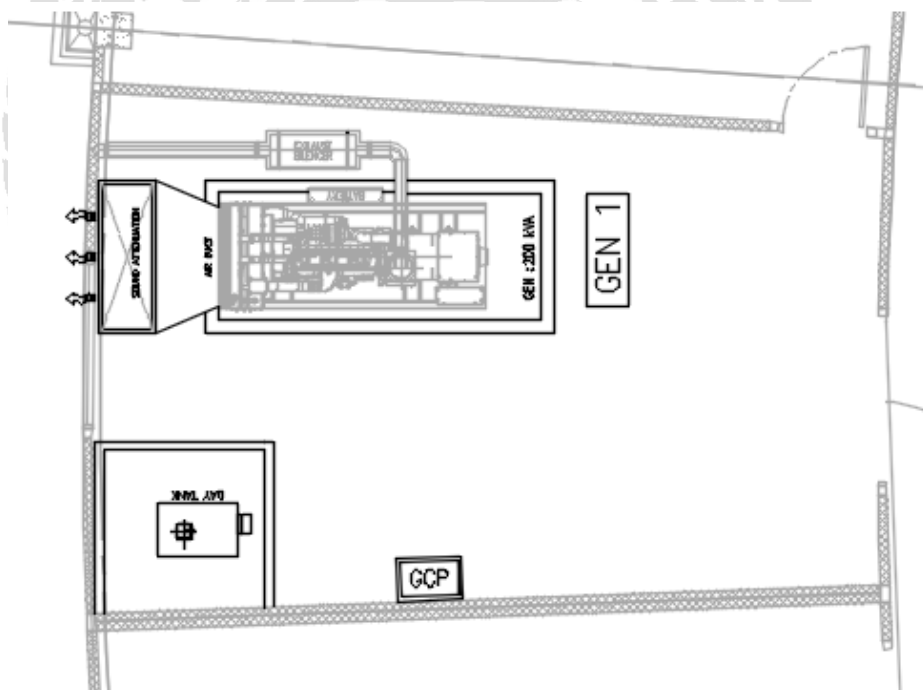
รูปที่ 4. 8 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 4B



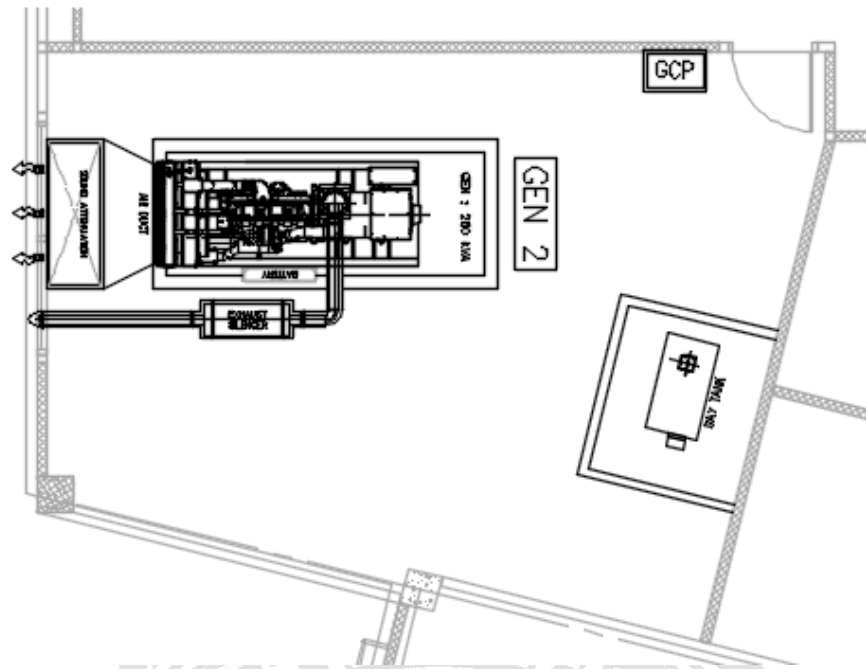
รูปที่ 4. 9 ห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 4B

#### 4.3.2 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า (Generator Room)

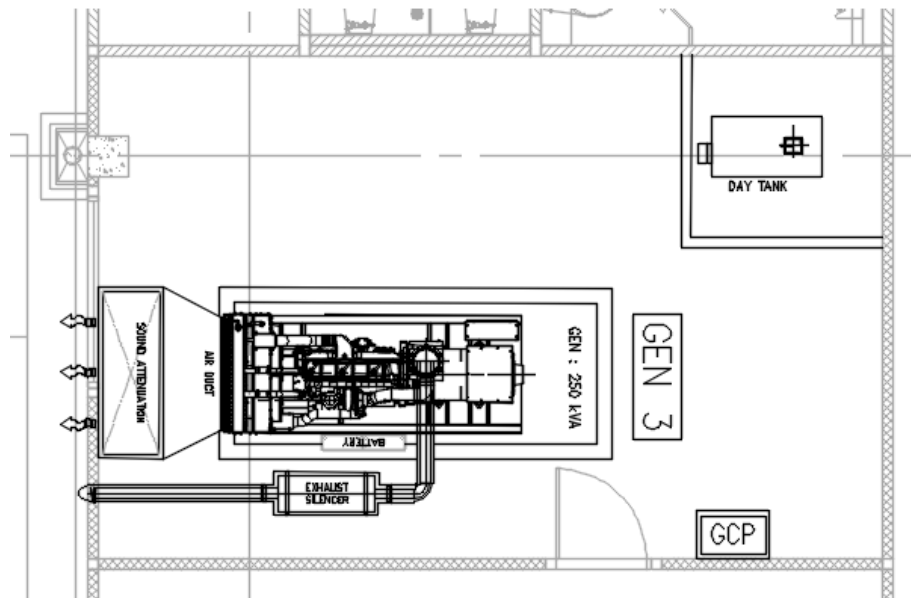
- ระหว่างฐานแท่น (Foundation) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและผนังห้องต้องมีพื้นที่ว่างไม่ต่ำกว่า 1 เมตร
- ด้านท้ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีพื้นที่ว่างสำหรับปฏิบัติงานไม่ต่ำกว่า 1.5
- ไม่มีฝ้าเพดานภายในห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า
- ฐานแท่นเครื่องจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Skid base) 150 มม. หรือ 6 นิ้ว ทุกด้านเพื่อให้สปริงหรือยางรองแท่นเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถติดตั้งบนฐานแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยไม่ตกรากจากแท่น
- ฐานแท่นเครื่องจะต้องยกสูงจากพื้น อย่างน้อย 150 มม. หรือ 6 นิ้ว เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุงรักษาชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ถังน้ำมันต้องมีทำพื้นที่กัน ห่างจากผนัง 0.6 เมตร ห่างจากเครื่องอย่างน้อย 1 เมตร



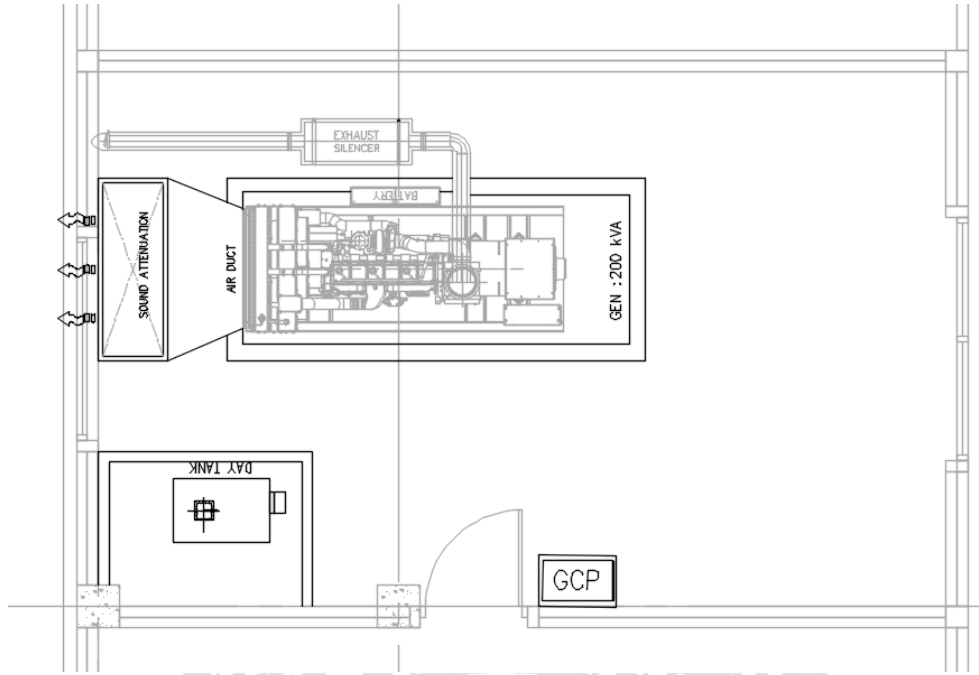
รูปที่ 4. 10 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 2B



รูปที่ 4. 11 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 8A



รูปที่ 4. 12 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 7A

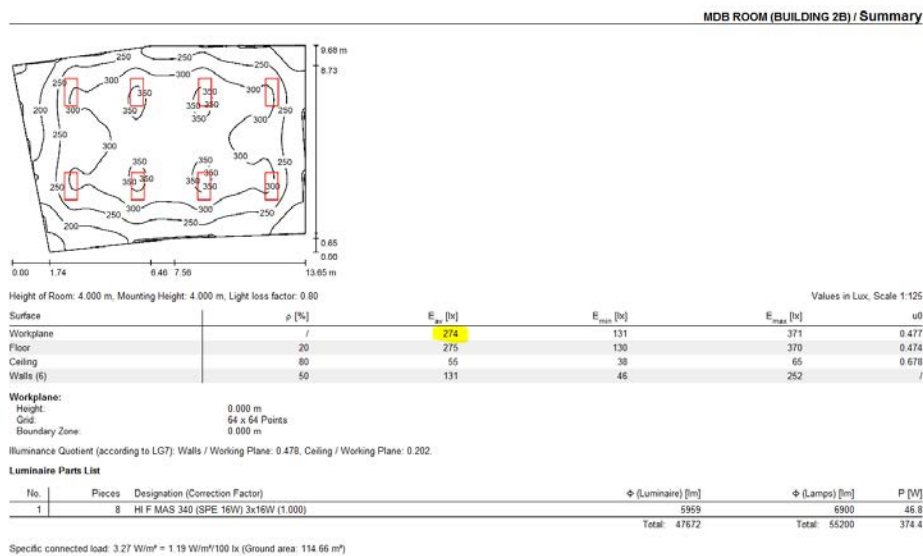


รูปที่ 4. 13 ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 4B

### 4.3.3 แสงสว่าง

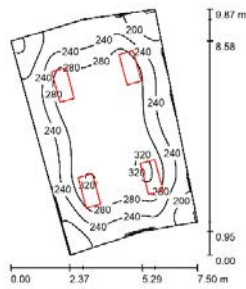
ตามมาตรฐาน วสท. กำหนดให้ภายในพื้นที่ที่ต้องการปฏิบัติงานต้องมีแสงสว่างโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 200 ลักซ์

1. นำแบบห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและแบบห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า ไปคำนวณหาค่าแสงสว่างภายในห้องโดยใช้โปรแกรม DIALux ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4. 14 การคำนวณแสงสว่างของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 2B

GENERATOR ROOM (BUILDING 2B) / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Light loss factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:127

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	257	148	331	0.576
Floor	20	258	152	334	0.588
Ceiling	80	57	45	72	0.787
Walls (6)	50	141	48	284	/

Workplane:  
 Height: 0.000 m  
 Grid: 64 x 64 Points  
 Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.550, Ceiling / Working Plane: 0.221

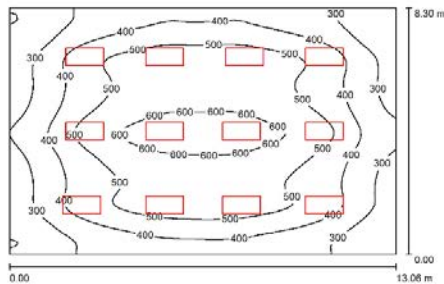
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	4	HI F MAS 340 (SPE 16W) 3x16W (1.000)	5959	6900	46.8
			Total: 23836	Total: 27600	187.2

Specific connected load: 3.78 W/m<sup>2</sup> = 1.47 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Ground area: 49.58 m<sup>2</sup>)

รูปที่ 4. 15 การคำนวณแสงสว่างของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 2B

MDB ROOM (BUILDING 4B) / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Light loss factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:107

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	438	193	668	0.442
Floor	20	438	194	665	0.442
Ceiling	80	82	58	101	0.709
Walls (4)	50	190	67	306	/

Workplane:  
 Height: 0.000 m  
 Grid: 64 x 64 Points  
 Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.432, Ceiling / Working Plane: 0.188

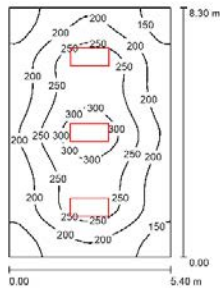
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	12	HI F MAS 340 (SPE 16W) 3x16W (1.000)	5959	6900	46.8
			Total: 71508	Total: 82800	561.6

Specific connected load: 5.18 W/m<sup>2</sup> = 1.18 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Ground area: 108.39 m<sup>2</sup>)

รูปที่ 4. 16 การคำนวณแสงสว่างของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 4B

GENERATOR ROOM (BUILDING 4B) / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Light loss factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:107

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Workplane	/	219	118	342	0.540
Floor	20	219	117	342	0.532
Ceiling	80	44	31	51	0.687
Walls (4)	50	106	37	219	/

Workplane:  
 Height: 0.000 m  
 Grid: 32 x 32 Points  
 Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.483, Ceiling / Working Plane: 0.203.

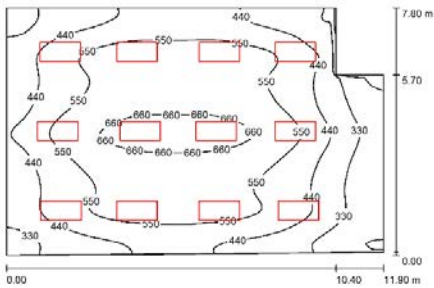
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	3	HI F MAS 340 (SPE 16W) 3x16W (1.000)	5959	6900	46.8
			Total: 17877	Total: 20700	140.4

Specific connected load: 3.13 W/m<sup>2</sup> = 1.43 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Ground area: 44.82 m<sup>2</sup>)

รูปที่ 4. 17 การคำนวณแสงสว่างของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 4B

MDB ROOM (BUILDING 7A) / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Light loss factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:101

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Workplane	/	497	197	718	0.396
Floor	20	497	198	716	0.398
Ceiling	80	97	59	121	0.610
Walls (6)	50	238	76	447	/

Workplane:  
 Height: 0.000 m  
 Grid: 64 x 64 Points  
 Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.477, Ceiling / Working Plane: 0.194.

Luminaire Parts List

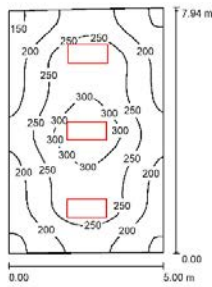
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	12	HI F MAS 340 (SPE 16W) 3x16W (1.000)	5959	6900	46.8
			Total: 71508	Total: 82800	561.6

Specific connected load: 6.31 W/m<sup>2</sup> = 1.27 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Ground area: 89.06 m<sup>2</sup>)

รูปที่ 4. 18 การคำนวณแสงสว่างของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 7A



GENERATOR ROOM (BUILDING 7A) / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Light loss factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:103

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	235	135	340	0.574
Floor	20	236	135	350	0.575
Ceiling	80	50	34	60	0.684
Walls (4)	50	123	43	275	/

Workplane:  
 Height: 0.000 m  
 Grid: 32 x 32 Points  
 Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.521, Ceiling / Working Plane: 0.213.

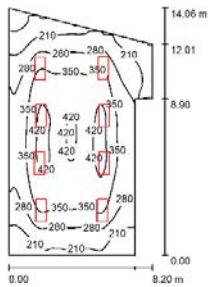
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	3	HI F MAS 340 (SPE 16W) 3x16W (1.000)	5959	6900	46.8
			Total: 17877	Total: 20700	140.4

Specific connected load: 3.57 W/m<sup>2</sup> = 1.52 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Ground area: 39.36 m<sup>2</sup>)

รูปที่ 4. 19 การคำนวณแสงสว่างของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 7A

MDB ROOM (BUILDING 8A) / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Light loss factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:181

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	312	110	443	0.353
Floor	20	312	110	439	0.354
Ceiling	80	60	39	76	0.649
Walls (6)	50	137	41	253	/

Workplane:  
 Height: 0.000 m  
 Grid: 64 x 64 Points  
 Boundary Zone: 0.000 m

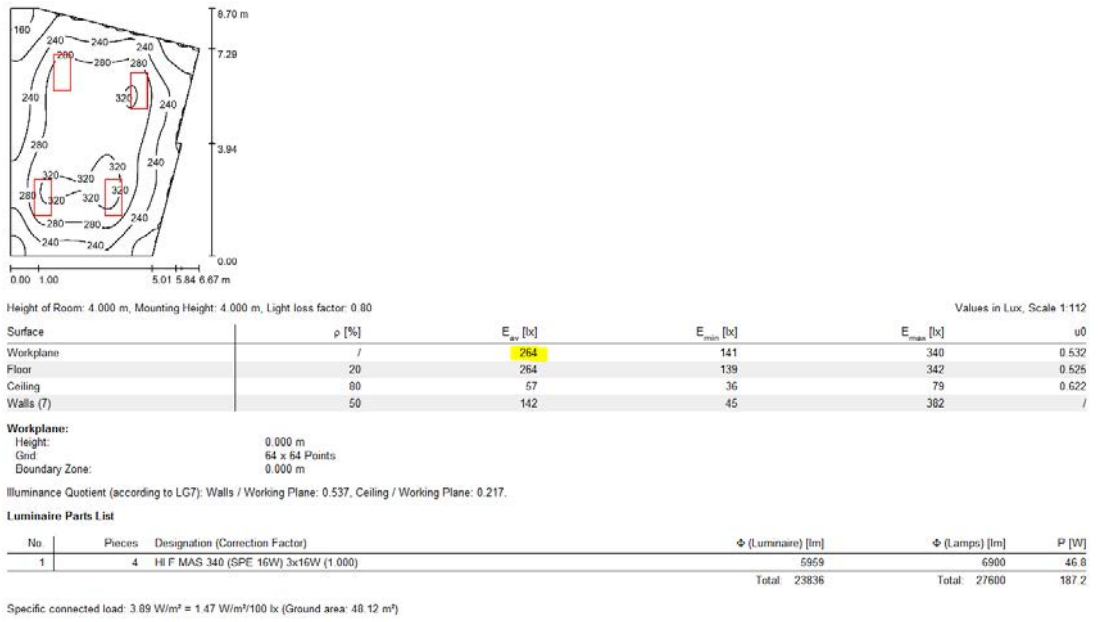
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.439, Ceiling / Working Plane: 0.192.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	8	HI F MAS 340 (SPE 16W) 3x16W (1.000)	5959	6900	46.8
			Total: 47672	Total: 55200	374.4

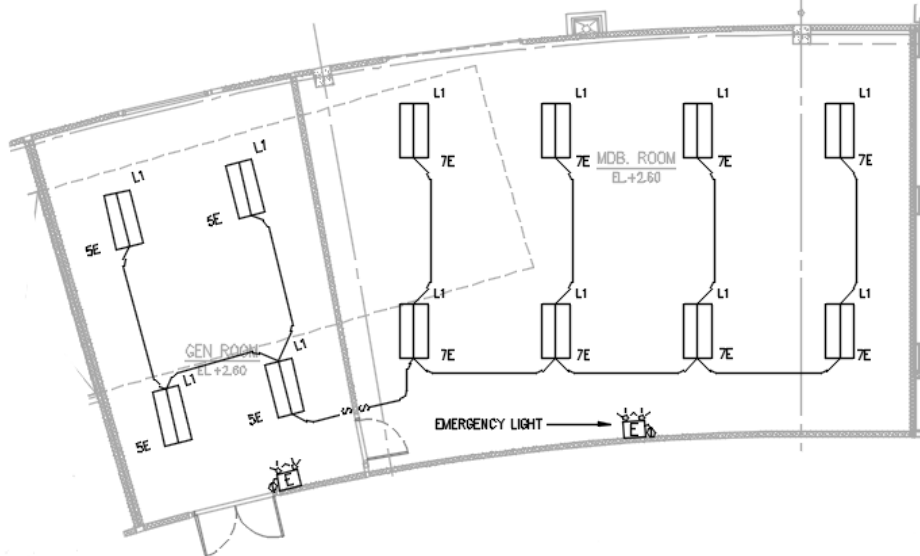
Specific connected load: 3.82 W/m<sup>2</sup> = 1.22 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Ground area: 97.98 m<sup>2</sup>)

รูปที่ 4. 20 การคำนวณแสงสว่างของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลัก อาคาร 8A

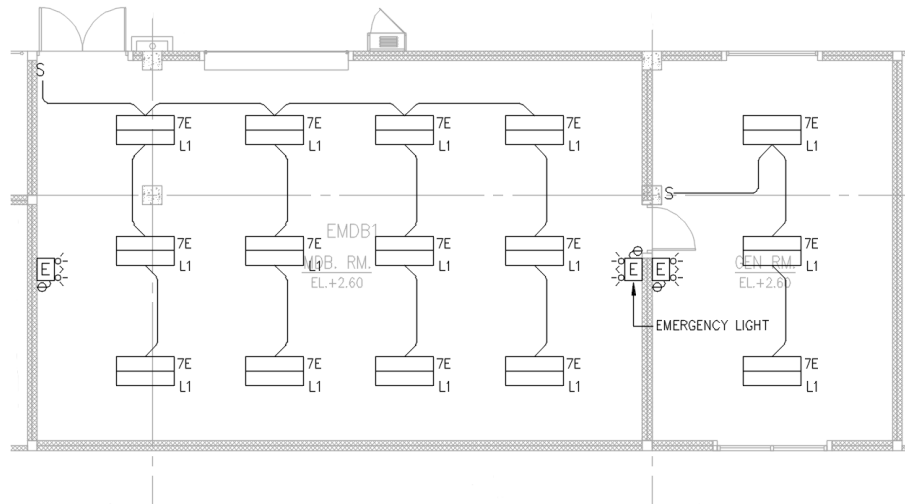


รูปที่ 4. 21 การคำนวณแสงสว่างของห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 8A

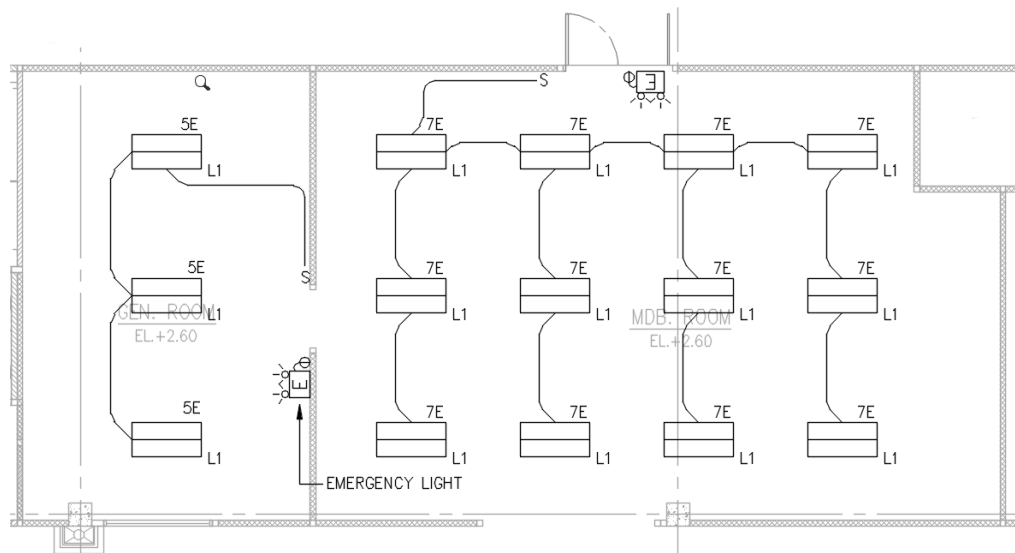
2. เมื่อได้จำนวนโคมแล้วก็ทำมาจัดวางในโปรแกรม AutoCad และจัดทำแบบส่งเพื่อทำการติดตั้งโคมไฟ



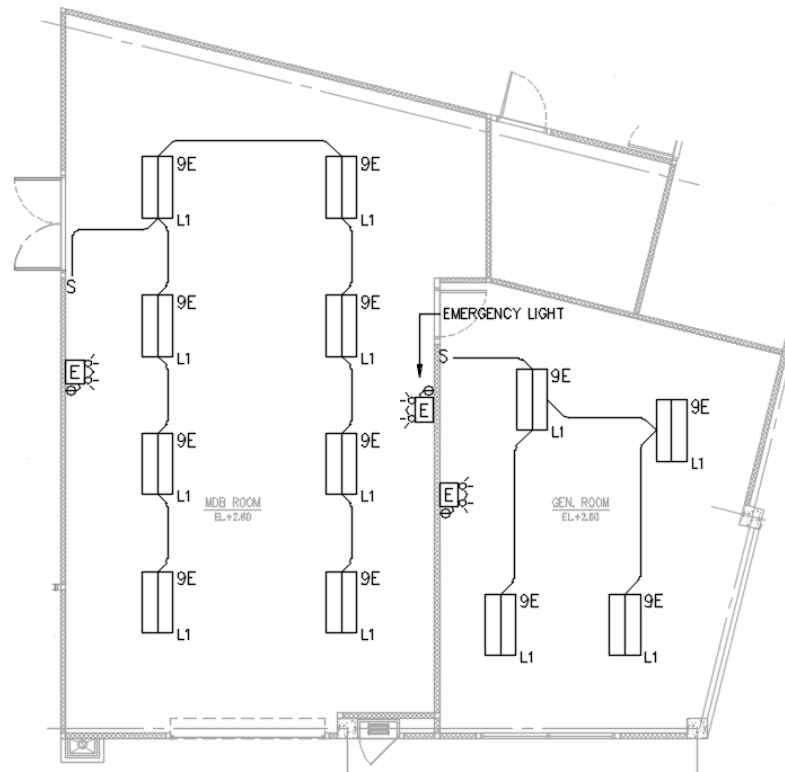
รูปที่ 4. 22 การจัดวางโคมไฟในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 2B



รูปที่ 4. 23 การจัดวางคอมไฟในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 4B



รูปที่ 4. 24 การจัดวางคอมไฟในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 7A



รูปที่ 4. 25 การจัดวางคอมไฟในห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า อาคาร 8A



## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

จากการที่ได้ปฏิบัติงานกับบริษัท สยาม เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแทนส์ จำกัด ระยะเวลาที่ได้ปฏิบัติงาน เริ่มเข้ามาฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาตั้งแต่วันที่ 4 เดือน มกราคม ถึงวันที่ 30 เดือน เมษายน พ.ศ. 2564 เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบพื้นที่ว่างปฏิบัติงานของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องสำรองไฟฟ้า สิ่งที่ได้ปฏิบัติงานได้รับจากการปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษาครั้งนี้คือ

5.1 ได้เรียนรู้ถึงหลักการการออกแบบพื้นที่ว่างปฏิบัติงานของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องสำรองไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.

5.2 สามารถใช้โปรแกรม AutoCad ในการเขียนแบบระบบไฟฟ้า

5.3 สามารถนำความรู้ที่เรียนไปปรับใช้กับงานที่ได้รับมอบหมาย

5.4 มีการวางแผนการทำงานให้เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

#### 5.2 ข้อเสนอแนะการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ก่อนปฏิบัติงานต้องเตรียมข้อมูลให้พร้อม ปรึกษากับทีมงานให้เข้าใจของขอบเขตงาน เพื่อป้องกันการผิดพลาด และกำหนดระยะเวลาการทำงาน

#### 5.3 สรุปผลการจัดทำโครงงานสหกิจศึกษา

หลังจากที่ได้จัดทำรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา เรื่อง การออกแบบพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานของห้องจำหน่ายไฟฟ้าหลักและห้องสำรองไฟฟ้าสำหรับห้างสยามพรีเมียมเอาร์ทเทรด นั้นสรุปผลงานทั้งหมดที่ได้จัดทำรูปเล่มนั้นคือการนำความรู้และการที่ได้ปฏิบัติงานจริงช่วง 16 สัปดาห์ที่ผ่านมาทำให้ได้เข้าใจการออกแบบอาคารเพื่อการพาณิชย์กรรมว่ามีหลักการ ขั้นตอนการออกแบบให้ตรงตามมาตรฐาน ว.ส.ท

#### 5.4 ข้อเสนอแนะการจัดทำโครงการสหกิจศึกษา หรือการวิจัยสหกิจศึกษา

เนื่องจากเนื้อหาโครงการสหกิจศึกษามีเนื้อหาค่อนข้างเยอะในการเรียบเรียงรูปแบบเนื้อหาให้เป็นตามหัวข้อและเข้าใจง่าย แต่ก็สามารถรวบรวมเนื้อหา ทั้งที่ได้คำแนะนำจาก อาจารย์ที่ปรึกษา และพนักงานที่ปรึกษา



## บรรณานุกรม

คณะอนุกรรมการการปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า. (2557). *มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556*. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

คณะอนุกรรมการมาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า. (2531). *มาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. (2557). *การออกแบบระบบไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โซติ อเน็คครีเอชั่น.





ภาคผนวก



ตาราง ค่า Demand Factor แผงจ่ายไฟหรือสายป้อน

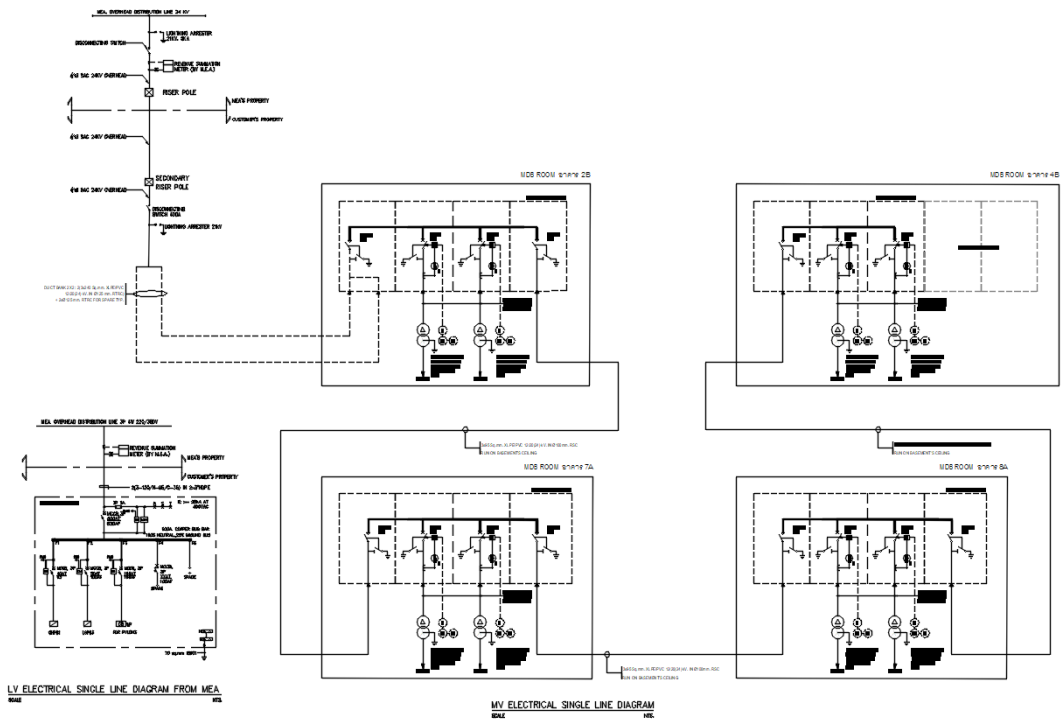
จำนวนแผงจ่ายไฟ	D.F.
1	1.00
2-3	0.90
4-6	0.80
7-10	0.70
มากกว่า 10	0.60

ตาราง ตีमानด์แฟคเตอร์สำหรับสำหรับโหลดแสงสว่าง

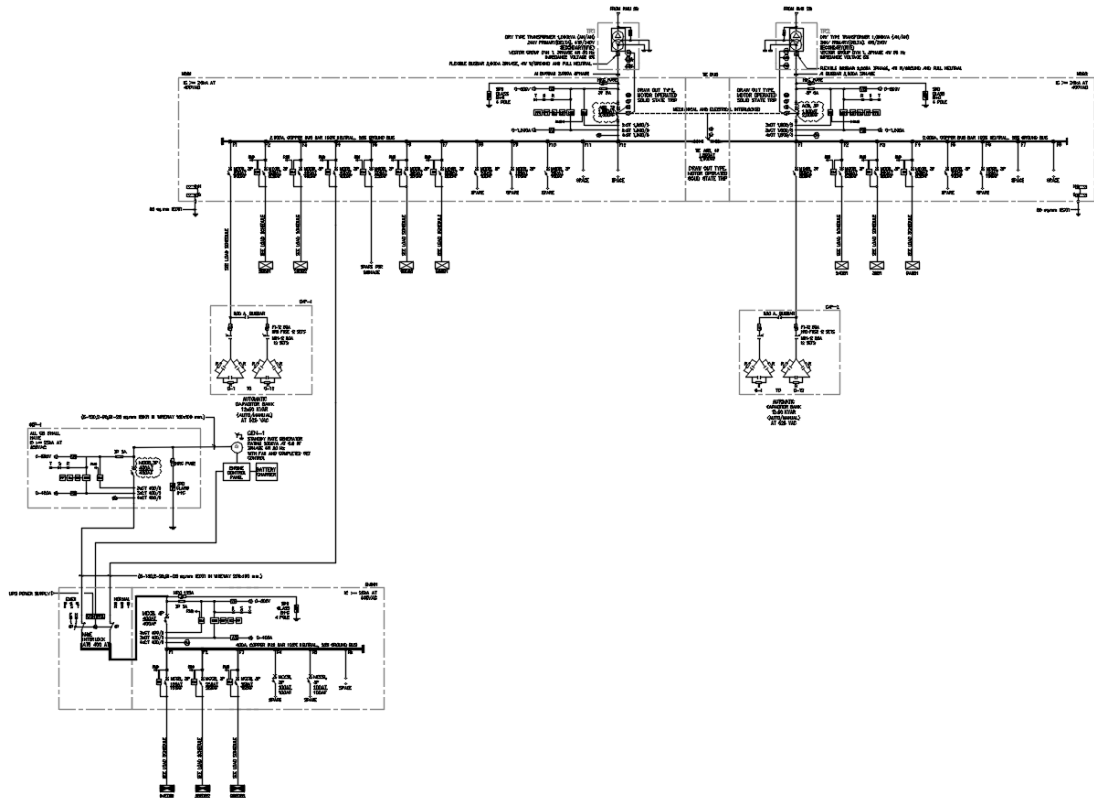
ชนิดอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (VA)	D.F. (%)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิด 2,000	100
	ส่วนเกิด 2,000	35
โรงพยาบาล	ไม่เกิด 2,000	40
	ส่วนเกิด 50,000	20
โรงแรมรวมถึงห้องชุดที่มีส่วนให้ ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้*	ไม่เกิด 2,000	50
	20,000-100,000	40
	ส่วนเกิด 100,000	30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500	100
	ส่วนเกิน 12,500	50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

ตาราง ระยะปลอดภัยในการเก็บภาชนะบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ในอาคาร

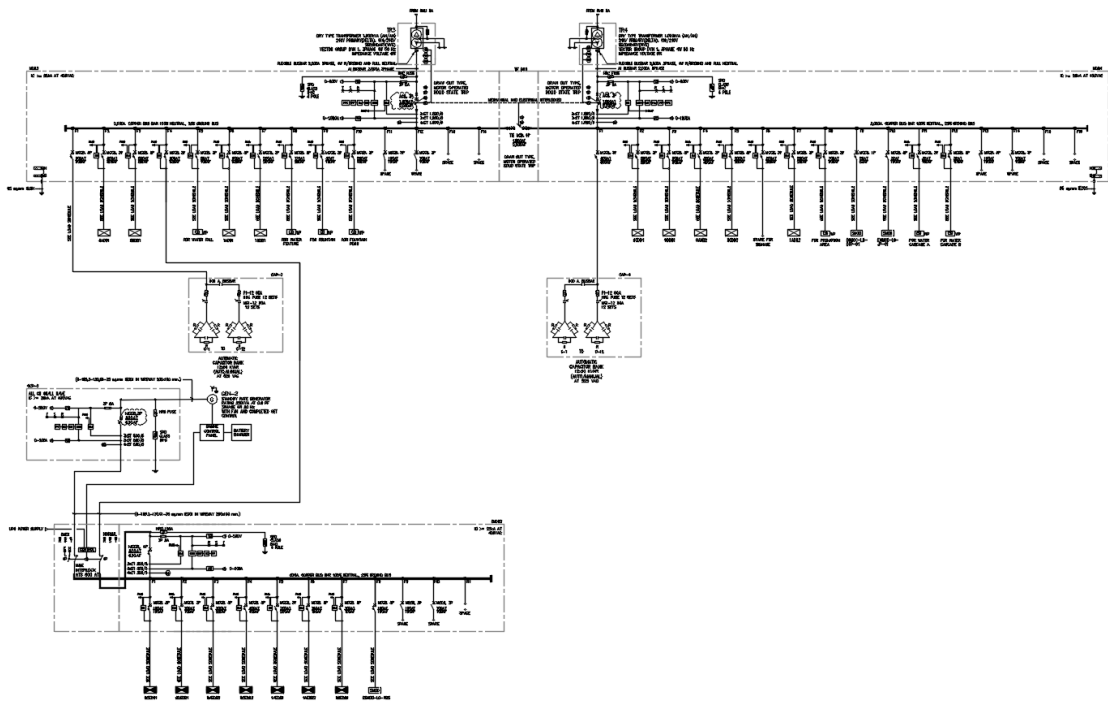
ชนิดของน้ำมัน เชื้อเพลิง	ปริมาณน้ำมัน เชื้อเพลิง (ลิตร)	ระยะปลอดภัยต่ำสุด (เมตร)		
		ห่างจากขอบ ผนังอาคาร	ห่างจากช่อง เปิด	ห่างจากเขต สถานที่เก็บรักษา น้ำมันเชื้อเพลิง
ชนิดไวไฟมาก	ไม่เกิด 1,000	0.60	1.50	1.50
ชนิดไวไฟปานกลาง	เกิด 1,000-3,000	0.6	1.50	3.00
ชนิดไวไฟน้อยที่มีจุด วาบไฟไม่เกิน 93 องศาเซลเซียส	เกิน 3,000- 15,000	0.60	1.50	3.00
ชนิดไวไฟน้อยที่มีจุด วาบไฟเกิน 93 องศา เซลเซียส	ไม่เกิน 7,500	0.60	1.50	1.50
	เกิน 7,500- 15,000	0.60	1.50	3.00



MV electrical single line diagram

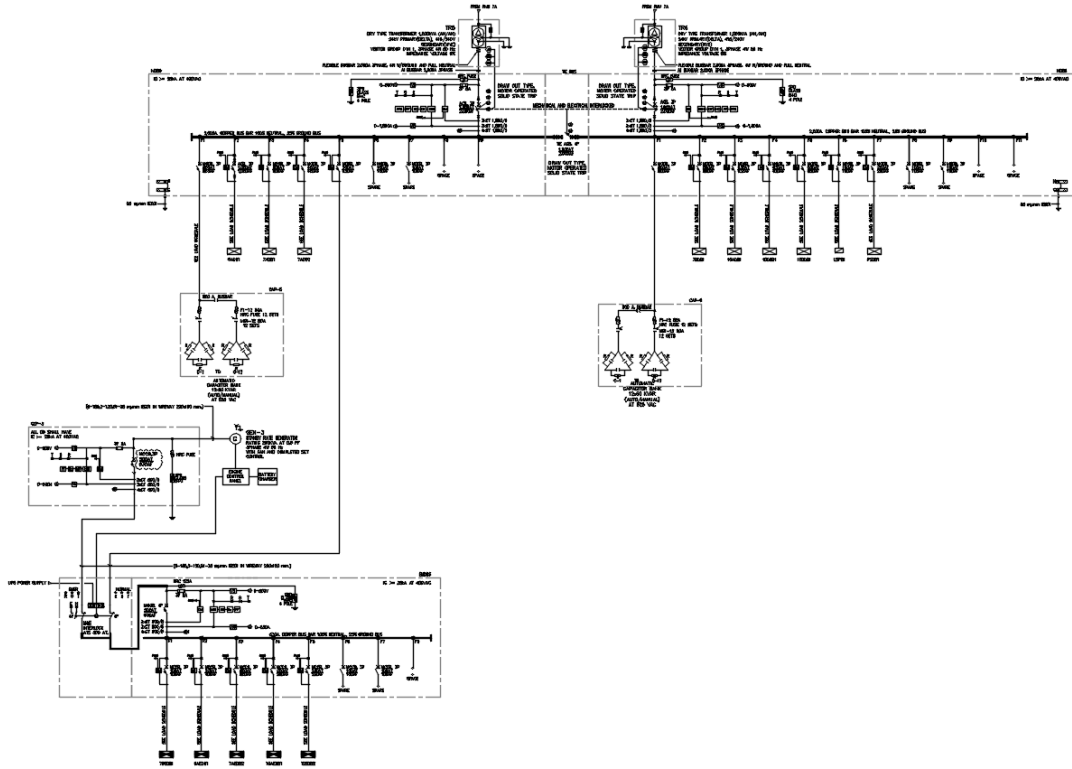


LV ELECTRICAL SINGLE LINE DIAGRAM SHEET 1



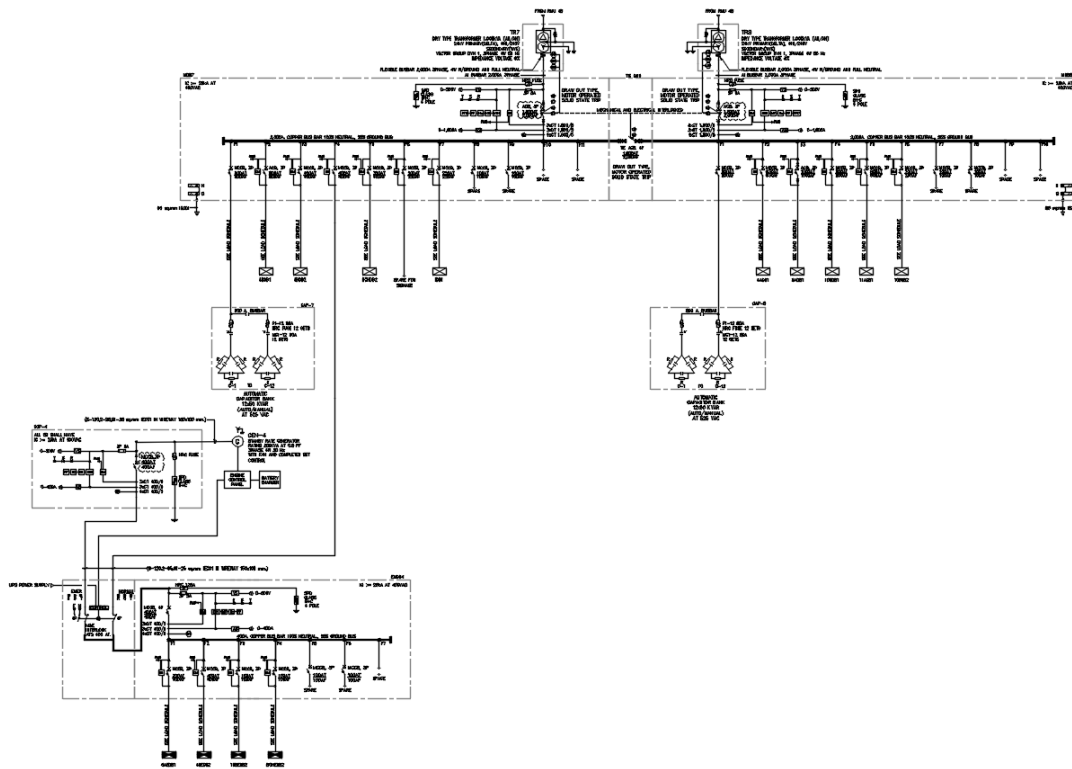
LV ELECTRICAL SINGLE LINE DIAGRAM SHEET 2

LV electrical single line diagram sheet 2



LV ELECTRICAL SINGLE LINE DIAGRAM SHEET 3  
SCALE

# LV electrical single line diagram sheet 3



LV ELECTRICAL SINGLE LINE DIAGRAM SHEET 4  
SCALE

# LV electrical single line diagram sheet 4

## ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ นามสกุล : ปวีณา บุญนำ  
รหัสนักศึกษา : 6224220001  
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์  
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า  
ที่อยู่ : 97/70 เขตธนบุรี แขวง ตลาดพลู จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10600  
อีเมลล์ : Benzmasterly@gmail.com  
ประวัติการศึกษา : ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปงพัฒนาวิทยาคม ,พะเยา  
: ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย สาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์