รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้าของห้องเก็บขยะภายในสถานีกลางบางซื่อ
Designing Electrical System of Garbage Room in Bang Sue Grand Station

นายชวรักษ์ นรธีร์ดิลก

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้าของห้องเก็บขยะภายในสถานีกลางบางซื่อ

Designing Electrical System of Garbage Room in Bang Sue Grand Station

นายชวรักษ์ นรธีร์ดิลก

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบระบบไฟฟ้าห้องเก็บขยะกรณีศึกษาสำหรับสถานีกลางบางซื่อ
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายชวรักษ์ นรธีร์ดิลก
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.วรวรรธน์ นาคะวิโร
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณสุกฤษฎิ์ โกฏิยี่
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้นำเสนอผลการศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่างและระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ นำไปประยุกต์ใช้กับห้องเก็บขยะที่อยู่ภายในสถานีกลางบางซื่อ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการรถไฟชานเมืองสายสีแดง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งต้องเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่แล้วในโครงการรถไฟชานเมืองสายสีแดง เพื่อควบคุมให้อุปกรณ์เป็นไปตามข้อตกลงในโครงการ ในการออกแบบระบบไฟฟ้าห้องเก็บขยะนี้ออกแบบโดยอ้างอิงข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง ตามมาตรฐานในด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบแสงสว่าง

คำสำคัญ : การออกแบบระบบไฟฟ้า, การออกแบบระบบแสงสว่าง, โครงการรถไฟชานเมืองสายสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Research Title: Electrical System Design Garbage Room Case Study for Bang Sue Grand Station
Student Intern Name: Mr. Chavarak Norrateedilok
Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering
Advisor Name: Asst. Prof. Dr. Worawat Nakawiro
Mentor Name: Mr. Sukid Kotiyee
Company: TEAM Consulting Engineering and Management Public Company Limited.

ABSTRACT

This report presents the study results from designing electrical and lighting systems of the garbage room inside the Bang Sue Grand Station as a part of SRT red line project. The equipment must be the active devices used in the project. Moreover, the design must comply with the project agreement and thai electrical code 2013.

Keywords: Electrical System Design, Lighting System Design, SRT Red Line Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี เนื่องด้วยการสนับสนุนจากบริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน) และคุณสุกฤษฎิ์ โกฏิยี่ ผู้นิเทศงาน รวมถึงวิศวกรผู้ตรวจสอบ และพนักงานทุกท่านที่ได้มอบประสบการณ์อันมีค่ายิ่งในครั้งนี้

ทั้งนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรวรรธน์ นาคะวิโร และคณาจารย์สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือคำปรึกษาในการปฏิบัติงานและการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ด้วยดีเสมอมา

นายชวรักษ์ นรธีร์ดิลก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การออกแบบ	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	1
1.4 วิธีดำเนินการออกแบบ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5.1 ประโยชน์ที่คาดว่าบริษัทจะได้รับ	2
1.5.2 ประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า	3
2.1.1 นิยามและข้อกำหนดทั่วไป	3
2.1.2 แผงไฟฟ้าย่อย และเซอร์กิตเบรกเกอร์	3
2.1.3 สายไฟฟ้าแรงต่ำ	5
2.1.4 การเดินท่อร้อยสาย	8
2.1.5 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	8
2.1.6 สวิทช์และเต้ารับ	9
2.2 มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน	9
2.2.1 การให้แสงสว่างเพื่อการหนีภัย	9
2.2.2 ความส่องสว่างเพื่อการหนีภัย	9
2.2.3 ระดับความส่องสว่างขั้นต่ำ	10
2.2.4 ช่วงเวลาการส่องสว่าง	10
2.2.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแสงสว่าง	10
2.2.6 โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน	11
2.2.7 การติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน	11
2.2.8 โคมไฟแสงสว่างป้ายทางออกและป้ายทางหนีไฟ	12
2.3 มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	15
2.3.1 คำจำกัดความ	15
2.3.2 พื้นฐานการออกแบบ	16
2.3.3 ส่วนประกอบของระบบ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การกำหนดขนาดและจำนวนโซน 18
2.3.5 ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับ 19
2.3.6 อุปกรณ์ตรวจจับควัน 19
2.4 มาตรฐานในระบบแสงสว่าง 21
2.5 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร 23
2.5.1 นิยามและศัพท์เกี่ยวกับแสง 23
2.5.2 การคำนวณแสงสว่างด้วยวิธีลูเมน 23
2.6 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกอาคาร 27
2.7 การออกแบบวงจรย่อยและสายป้อนแสงสว่างหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า 27
2.7.1 โหลดทางไฟฟ้า 27
2.7.2 โหลดไฟฟ้าของสถานประกอบการ 29
2.7.3 การแบ่งวงจรไฟฟ้า 31
2.7.4 วงจรย่อย 31
2.7.5 สายป้อน 33
2.7.6 การจัดทำรายการโหลด 34
2.7.7 ท่อสาย 35
บทที่ 3 การออกแบบระบบไฟฟ้าห้องเก็บขยะ 39
3.1 ขั้นตอนการออกแบบ 39
3.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเก็บขยะ 40
3.3 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกห้องเก็บขยะ 45
3.4 การคำนวณโหลด เลือก CB เลือกสายไฟ และท่อร้อยสาย 47
3.5 การคำนวณแรงดันตกในสายวงจรย่อยและสายป้อน 51
3.6 ตารางโหลด 56
3.7 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 58
3.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง 59
บทที่ 4 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง 60
4.1 ผลการออกแบบนำเสนอโดยใช้โปรแกรม AutoCAD 60
4.2 ภาพจำลองและผลคำนวณค่าความเข้มแสงในโปรแกรม DIALux 72
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 81
5.1 สรุปผล 81
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 81
5.3 ข้อเสนอแนะ 81
เอกสารอ้างอิง 82
ภาคผนวก ก. 83
ภาคผนวก ข. 86
ภาคผนวก ค. 91
ภาคผนวก ง. 93
ประวัติผู้เขียน 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
ภาพที่ 2.1	Load Panel Type Main Breaker	4
ภาพที่ 2.2	Load Panel Type Main Lug	4
ภาพที่ 2.3	เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบต่าง ๆ	5
ภาพที่ 2.4	สายรหัสชนิด VAF	6
ภาพที่ 2.5	สายรหัสชนิด NYY	6
ภาพที่ 2.6	สายรหัสชนิด VCT	6
ภาพที่ 2.7	สายรหัสชนิด IEC01	7
ภาพที่ 2.8	สายรหัสชนิด XLPE	7
ภาพที่ 2.9	สายรหัสชนิด FRC	8
ภาพที่ 2.10	ระดับความส่องสว่างในแนวระดับที่พื้น ในพื้นที่โล่งภายในอาคารที่ไม่มีทางหนีภัยที่ชัดเจน	10
ภาพที่ 2.11	ระดับความส่องสว่างของทางหนีภัยที่กว้างเกิน 2 เมตรในแนวระดับที่พื้น	10
ภาพที่ 2.12	ตัวอย่างองค์ประกอบของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน	12
ภาพที่ 2.13	องค์ประกอบภาพที่กำหนด	13
ภาพที่ 2.14	พื้นที่ทางหนีไฟต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันที่สามารถทำงานตรวจจับได้รวดเร็ว เพื่อป้องกันชีวิต	17
ภาพที่ 2.15	พื้นที่ทางหนีไฟแบบปิด ต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน	18
ภาพที่ 2.16	แบบตัวอย่างระยะห่างในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดจุด	21
ภาพที่ 2.17	การกำหนดส่วนต่าง ๆของห้อง	23
ภาพที่ 2.18	แสดงขั้นตอนการคำนวณด้วยวิธีอัตราส่วนของห้อง	24
ภาพที่ 2.19	ผลของระยะห่างของการติดตั้งดวงโคมที่เหมาะสมและมากเกินไป	26
ภาพที่ 2.20	สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าที่แสดงความสัมพันธ์ของค่ากำลังทางไฟฟ้าทั้งสาม	29
ภาพที่ 2.21	ตัวอย่างท่อ EMT, IMC และ RSC	35
ภาพที่ 2.22	บุชชิ่ง	36
ภาพที่ 2.23	มุมดัดโค้งงอระหว่างการดึงสาย	36
ภาพที่ 2.24	การจับยึดท่อ	36
ภาพที่ 2.25	การต่อแยกสาย	37
ภาพที่ 2.26	การต่อท่อ	37
ภาพที่ 2.27	ท่อโลหะอ่อน	37
ภาพที่ 2.28	การใช้งานท่อโลหะอ่อน	38
ภาพที่ 3.1	แบบแสดงพื้นที่แต่ละส่วนภายในห้องเก็บขยะ	39
ภาพที่ 3.2	แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมในห้อง WET GARBAGE-1 และ DRY GARBAGE	41
ภาพที่ 3.3	แสดงปริมาณความเข้มแสงตกกระทบพื้นผิวห้อง WET GARBAGE-1 และ DRY GARBAGE	42
ภาพที่ 3.4	แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมในห้อง WET GARBAGE-2	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.5	แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมในห้อง CORRIDOR-1	44
ภาพที่ 3.6	แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมในห้อง CORRIDOR-2	44
ภาพที่ 3.7	แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมภายนอกห้อง	45
ภาพที่ 3.8	แสดงเส้นความเข้มแสงในบริเวณทางเดินรอบ GARBAGE ROOM	46
ภาพที่ 3.9	แบบแสดงตำแหน่งติดตั้ง Lighting System	46
ภาพที่ 3.10	แสดงตำแหน่งตู้ DB-CC2B-03 และ GARBAGE ROOM	55
ภาพที่ 3.11	รายละเอียดเดิมตู้ DB-CC2B-03	57
ภาพที่ 3.12	Single Line Diagram ตู้ DB-CC2B-03	57
ภาพที่ 3.13	แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้	58
ภาพที่ 3.14	Fire Alarm System Riser Diagram เดิม ลูปที่ 9/2	58
ภาพที่ 4.1	ภาพจำลองห้องเก็บขยะด้านบน	72
ภาพที่ 4.2	ภาพจำลองห้องเก็บขยะด้านข้าง	72
ภาพที่ 4.3	ภาพจำลอง WET GARAGE ROOM.1	73
ภาพที่ 4.4	ภาพจำลอง WET GARAGE ROOM.2	73
ภาพที่ 4.5	ภาพจำลอง DRY GARAGE ROOM	74
ภาพที่ 4.6	ภาพจำลอง CORRIDOR-1	74
ภาพที่ 4.7	ภาพจำลอง CORRIDOR-2	75
ภาพที่ 4.8	ภาพจำลอง OUTSIDE	75
ภาพที่ 4.9	ภาพจำลอง OUTSIDE	76
ภาพที่ 4.10	ภาพจำลอง OUTSIDE	76
ภาพที่ 4.11	แสดงผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงด้วยโปรแกรม DIALux	77
ภาพที่ 4.12	แสดงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม	77
ภาพที่ 4.13	แสดงผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงด้วยโปรแกรม DIALux	78
ภาพที่ 4.14	แสดงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม	78
ภาพที่ 4.15	แสดงผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงด้วยโปรแกรม DIALux	79
ภาพที่ 4.16	แสดงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม	79
ภาพที่ 4.17	แสดงผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงด้วยโปรแกรม DIALux	80
ภาพที่ 4.18	แสดงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	เครื่องหมายคุณสมบัติการทนไฟ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทดสอบ	7
ตารางที่ 2.2	ขนาดของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน	14
ตารางที่ 2.3	ระยะห่างระหว่างป้ายสูงสุดของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน	14
ตารางที่ 2.4	ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน	20
ตารางที่ 2.5	ตัวอย่างเกณฑ์คุณภาพแสงสว่างภายในอาคารที่ต้องการ	22
ตารางที่ 2.6	แสดงสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสีและชนิดของวัสดุ	24
ตารางที่ 2.7	แสดงค่าตัวประกอบการบำรุงรักษาตามระดับความสะอาด	26
ตารางที่ 2.8	ตัวอย่างเกณฑ์ความส่องสว่างภายนอกอาคารที่ต้องการ	27
ตารางที่ 2.9	ค่าโหลดของหลอด FL	29
ตารางที่ 2.10	ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 1 เฟส 230 V	30
ตารางที่ 2.11	ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 3 เฟส 400 V	30
ตารางที่ 2.12	ขั้นตอนการเลือกขนาดสายไฟฟ้า	32
ตารางที่ 2.13	พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ	38
ตารางที่ 3.1	ผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงที่ได้จากโปรแกรม Dialux 4.13 Light	42
ตารางที่ 3.2	ผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงที่ได้จากโปรแกรม Dialux 4.13 Light	43
ตารางที่ 3.3	ผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงที่ได้จากโปรแกรม Dialux 4.13 Light	44
ตารางที่ 3.4	ผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงที่ได้จากโปรแกรม Dialux 4.13 Light	45
ตารางที่ 3.5	แสดงการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟฟ้า และท่อร้อยสาย	47
ตารางที่ 3.6	แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้าฉนวน PVC แกนเดียวที่ 70°C	51
ตารางที่ 3.7	แสดงค่าแรงดันตกในสายวงจรย่อย	52
ตารางที่ 3.8	แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้าฉนวน XLPE แกนเดียวที่ 90°C	54
ตารางที่ ก-1	ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง	83
ตารางที่ ก-2	ดีมานด์แฟคเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย	83
ตารางที่ ก-3	ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป	84
ตารางที่ ก-4	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า	85
ตารางที่ ข-1	ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสายที่นำกระแสมากกว่า 1 วงจร	86
ตารางที่ ข-2	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี	87
ตารางที่ ข-3	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน	88
ตารางที่ ข-4	ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบ	89
ตารางที่ ข-5	รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง	90
ตารางที่ ค-1	แสดงจำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553	91
ตารางที่ ค-2	แสดงจำนวนสายไฟฟ้า XLPE สูงสุดในท่อร้อยสาย	92
ตารางที่ ง-1	สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของโคมไฟฟลูออเรสเซต์กันน้ำ 1x36W	93
ตารางที่ ง-2	สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของโคมไฟฟลูออเรสเซต์กันน้ำ 2x36W	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ห้องเก็บขยะสำหรับสถานีกลางบางซื่อ เป็นสถานที่สำหรับพักขยะ เพื่อรอการเคลื่อนย้ายโดยจัดแยกเป็นห้องเก็บขยะเปียก 2 ห้องและห้องเก็บขยะแห้ง 1 ห้อง ห้องเก็บขยะมีพื้นที่ขนาด 495 ตารางเมตร จึงต้องมีการออกแบบระบบไฟฟ้า เพื่ออำนวยความสะดวก ความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และลดมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากขยะ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

สถานีกลางบางต้องมีห้องเก็บขยะ โดยห้องเก็บขยะมีพื้นที่ขนาด 495 ตารางเมตร แต่ละห้องมีพื้นที่การใช้งานขนาดใหญ่จึงต้องคำนึงถึงการใช้งานที่ทั่วถึง โดยเฉพาะช่วงเวลาที่มีผู้ปฏิบัติงาน แสงสว่างที่เพียงพอ และความสะดวกในการปฏิบัติงานจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อทำความสะอาด จึงต้องมีการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างเพื่อตามมาตรฐานทางวิศวกรรมให้เหมาะสมกับห้องเก็บขยะ

1.2 วัตถุประสงค์การออกแบบ

ก.) เพื่อศึกษาหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าโดยอิงมาตรฐานทางวิศวกรรม

ข.) เพื่อนำทฤษฎีที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง

ค.) เป็นตัวเลือกประกอบการพิจารณาในการใช้งานจริง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ก.) ศึกษาการออกแบบห้องเก็บขยะในสถานีกลางบางซื่อและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามที่หนังสือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 วสท. ได้กำหนด

ข.) ศึกษาการออกแบบและติดตั้งแสงสว่างภายในและภายนอกอาคาร ตามข้อมูลที่สมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทยกำหนด

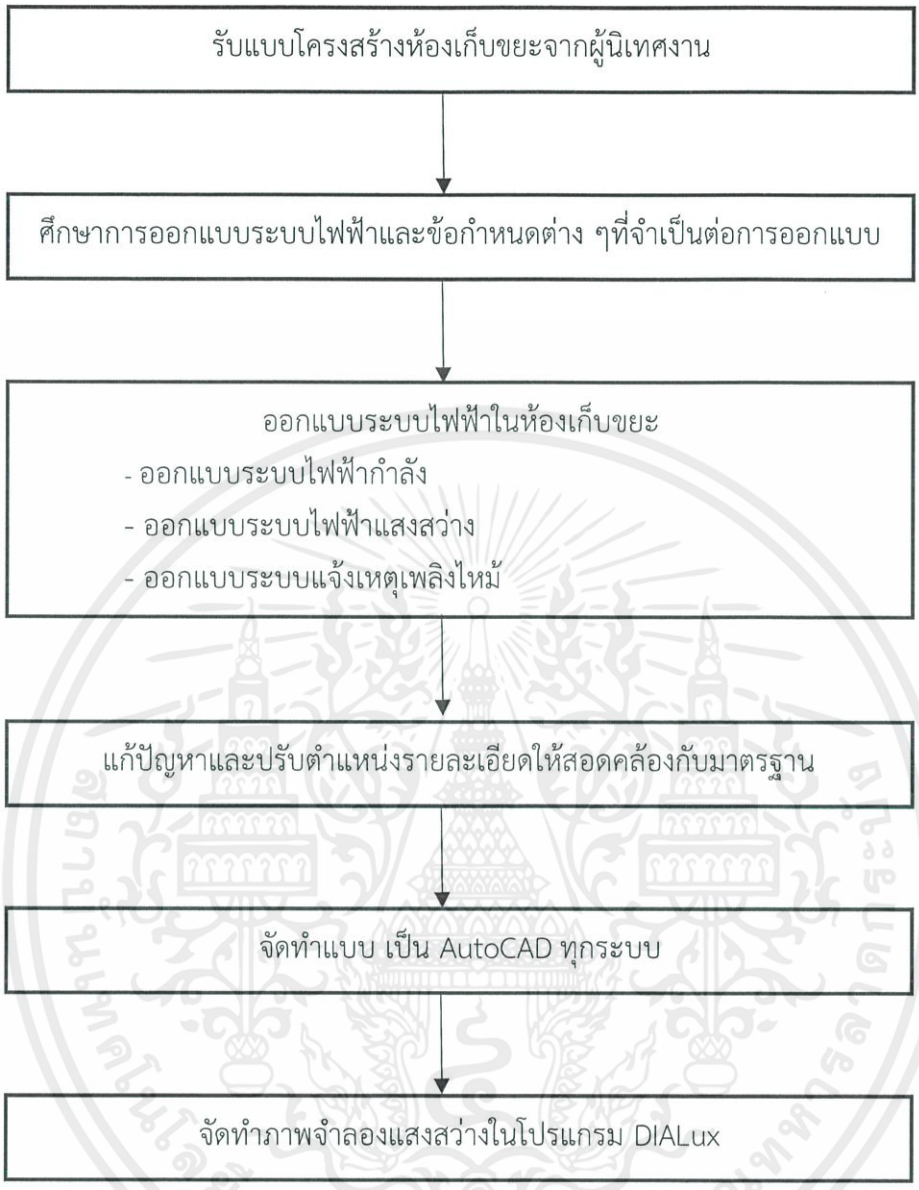
ค.) ศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้กำหนด

ง.) นำเสนอแบบไฟล์ AutoCAD งานระบบไฟฟ้าที่ได้ทำการออกแบบไว้

จ.) นำเสนอภาพแสงการจำลองและคำนวณแสงสว่างโดยใช้โปรแกรม DIALux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินการออกแบบ



1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ที่คาดว่าบริษัทจะได้รับ

ได้นำแบบระบบไฟฟ้าและระบบแสงสว่างที่ออกแบบเป็นทางเลือกในการใช้งานจริง

1.5.2 ประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมที่คาดว่าจะได้รับ

มีความรู้สามารถออกแบบระบบไฟฟ้า และข้อมูลการใช้งานวัสดุอุปกรณ์มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้อธิบายในเรื่องของมาตรฐานและข้อกำหนดที่มีผลต่อการศึกษาการออกแบบห้องเก็บขยะแบ่งเป็นระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.1 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

2.1.1 นิยามและข้อกำหนดทั่วไป [7]

2.1.1.1 นิยามทั่วไป

ก.) วงจรย่อย (Branch Circuit) หมายถึง ตัวนำวงจรในวงจรระหว่างอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินจุดสุดท้ายกับจุดจ่ายไฟ

ข.) เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) หมายถึง อุปกรณ์ซึ่งถูกออกแบบให้ปิดและเปิดวงจรโดยไม่อัตโนมัติ และให้เปิดวงจรโดยอัตโนมัติเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกำหนด โดยเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่เสียหายเมื่อใช้งานภายในพิกัด

ค.) บริภัณฑ์ (Equipment) หมายถึง สิ่งซึ่งรวมทั้งวัสดุ เครื่องประกอบ อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ดวงโคม เครื่องสำเร็จและสิ่งอื่นที่คล้ายกัน ที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งหรือใช้ในการต่อเข้ากับการติดตั้งทางไฟฟ้า

ง.) สายป้อน (Feeder) หมายถึง ตัวนำของวงจรระหว่างบริภัณฑ์ประธานหรือแหล่งจ่ายไฟของระบบติดตั้งแยกต่างหากกับอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยตัวสุดท้าย

จ.) ช่องเดินสาย (Raceway) หมายถึง ช่องปิดเฉพาะสำหรับการเดินสายไฟฟ้าหรือตัวนำ

2.1.1.2 ข้อกำหนดทั่วไป

ก.) ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน กำหนดว่า ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริภัณฑ์ไฟฟ้า ที่มีโอกาสตรวจสอบปรับแต่งหรือบำรุงรักษาขณะมีไฟ ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร และไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของบริภัณฑ์ไฟฟ้า และที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องพอเพียงสำหรับการเปิดประตูตู้หรือฝาตู้ได้อย่างน้อย 90 องศาในทุกกรณี

ข.) ที่ว่างเหนือพื้นที่ปฏิบัติงาน กำหนดว่า บริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับเมนสวิตช์ แผงสวิตช์ และแผงย่อย ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร และส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร หากเป็นเพดานไม่ติดไฟ หรือมีแผ่นกั้นที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ระยะห่างระหว่างส่วนบนของแผงสวิตช์และเพดานต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร ยกเว้น เมนสวิตช์หรือแผงย่อย ในสถานที่อยู่อาศัยมีขนาดรวมกันไม่เกิน 200 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 แผงไฟฟ้าย่อย (Panel board) และเซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB) [7]

2.1.2.1 แผงไฟฟ้าย่อย (Panel board)

ก.) เป็นชนิดติดตั้งกับผนังรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC (International Electrotechnical Commission)

ข.) แผงไฟฟ้าต้องทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี และพ่นทับด้วยสี Gray-Baked Enamel หรือสีฝุ่น Epoxy แผ่นเหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม.

ค.) ฝาเปิด-ปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock และต้องมี Key Lock

ง.) บัสบาร์เป็นแบบ Phase Sequence Type ใช้กับ Branch CB แบบเสียบช่อง

จ.) กลไกการทำงานของ CB เป็นแบบ Thermal Magnetic Trip

ฉ.) Nameplate ด้านหน้าทำด้วยพลาสติกสีดำ ตัวอักษรเป็นสีขาว

ช.) ฝาด้านในของแผงไฟฟ้าต้องมีผังวงจร (Circuit Directory) ใส่ไว้ใน Card Holder

ซ.) ปลายสายไฟฟ้าที่ต่อกับ Branch CB ต้องมี Wire Marker เป็นแบบปลอกสวม

ฌ.) ระดับการติดตั้งให้ด้านบนของแผงไฟฟ้าสูงจากพื้นไม่เกิน 1.8 เมตร

ภาพที่ 2.1 Load Panel Type Main Breaker [7]

ภาพที่ 2.2 Load Panel Type Main Lug [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB)

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าอ้างอิงมาตรฐาน IEC ซึ่งแบ่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามสภาพการใช้งาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือมาตรฐาน IEC 60898 และ IEC 60947-2 เซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละหมายเลขมาตรฐานมีจุดประสงค์การใช้งานแตกต่างกัน ในมาตรฐานมีค่าพิกัดต่าง ๆที่สำคัญดังนี้

ก.) พิกัดกระแสใช้งาน หมายถึง ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่กำหนดโดยผู้ผลิตที่สามารถนำกระแสได้ต่อเนื่องโดยไม่ปลดวงจรที่อุณหภูมิโดยรอบที่กำหนด มาตรฐาน IEC กำหนดอุณหภูมิโดยรอบของเซอร์กิตเบรกเกอร์ไว้ที่ 30°C

ข.) พิกัดตัดกระแสลัดวงจร หมายถึง พิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดได้ ค่านี้จะกำหนดโดยผู้ผลิตอุปกรณ์

ค.) พิกัดตัดกระแสลัดวงจรสูงสุด หมายถึง พิกัดตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดที่เมื่อเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้วจะไม่คำนึงว่าจะใช้งานปกติได้อย่างต่อเนื่องในภายหลังหรือไม่ หมายถึงยังสามารถใช้งานได้ต่อไปแต่สมบัติการทำงานอาจเปลี่ยนไป

ง.) พิกัดตัดกระแสลัดวงจรใช้งาน หมายถึง พิกัดตัดกระแสลัดวงจรที่หลังจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้วจะต้องใช้งานได้ปกติอย่างต่อเนื่อง

(ก) Main Breaker (ข) Circuit Breaker 3P (ค) Circuit Breaker 3P

ภาพที่ 2.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบต่าง ๆ [7]

2.1.3 สายไฟฟ้าแรงต่ำ [7]

สายไฟฟ้าแรงต่ำระบบกระแสสลับหรือกระแสตรงที่มีแรงดันต่างกัน สามารถติดตั้งรวมกันอยู่ภายในช่องเดินสายหรือเครื่องห่อหุ้มเดียวกันได้ แต่ฉนวนของสายทั้งหมดที่ติดตั้งต้องเหมาะสมกับแรงดันสูงสุดที่ใช้ เช่น สายของระบบไฟฟ้ากระแสตรงแรงดัน 48 โวลต์ สามารถติดตั้งรวมในช่องเดินสายเดียวกับสายของระบบไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 400 โวลต์ แต่สายไฟทั้งหมดต้องเป็นชนิดทนแรงดันไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ ห้ามติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำรวมกับสายไฟฟ้าแรงสูงในช่องเดินสาย บ่อพักสาย ให้ทำได้เฉพาะในแผงสวิตช์ที่ไม่ได้ใช้เพื่อการเดินสายเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 11-2553

ก.) สายรหัสชนิด VAF เป็นสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก มีทั้งชนิด 2 แกน และ 2 แกนมีสายดิน การใช้งานเดินเกาะผนัง เดินในรางเดินสาย ข้อห้ามคือ ห้ามร้อยท่อและห้ามฝังดิน

ภาพที่ 2.4 สายรหัสชนิด VAF

ข.) สายรหัสชนิด NYY เป็นสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก มีทั้งชนิด 2 แกน, 3 แกน, 4 แกนและหลายแกนมีสายดินด้วย การใช้งานเดินท่อร้อยสาย ร้อยท่อฝังดินและฝังดินโดยตรง เดินในรางเดินสาย วางบนรางเคเบิล

ภาพที่ 2.5 สายรหัสชนิด NYY

ค.) สายรหัสชนิด VCT เป็นสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกเป็นสายชนิดกลม มีทั้งชนิดแกนเดี่ยว 2 แกน 3 แกนและ 4 แกนและหลายแกนมีสายดินด้วย มีข้อพิเศษกว่าก็คือตัวนำจะประกอบด้วยทองแดงฝอยเส้นเล็ก ๆ ทำให้มีข้อดีคือ อ่อนตัวและทนต่อสภาพการสั่นสะเทือนได้ดี การใช้งานเดินท่อร้อยสาย ร้อยท่อฝังดินและฝังดินโดยตรง เดินในรางเดินสาย วางบนรางเคเบิลและใช้ต่อเข้ากับเครื่องจักร

ภาพที่ 2.6 สายรหัสชนิด VCT

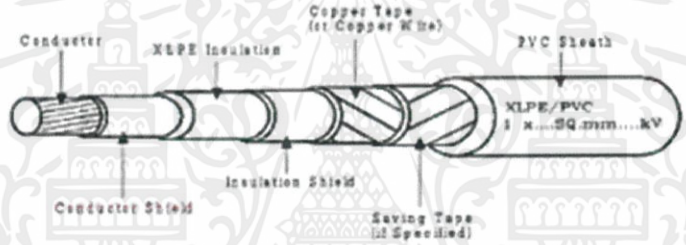
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.) สายรหัสชนิด IEC01 (THW) เป็นสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวนด้วยพีวีซีไม่มีเปลือก การใช้งานเดินท่อร้อยสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย ข้อห้ามคือ ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ภาพที่ 2.7 สายรหัสชนิด IEC01

2.1.3.2 สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐานอื่นที่ไม่ใช่มาตรฐาน มอก. 11-2553 ได้แก่

ก.) สายชนิด XLPE เนื่องจากคุณสมบัติของฉนวน XLPE ที่สามารถทนต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรง ทนต่อแรงทางกลและการกัดกร่อนทางเคมีได้ดีในปัจจุบันจึงมีการใช้สายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน XLPE มากขึ้น



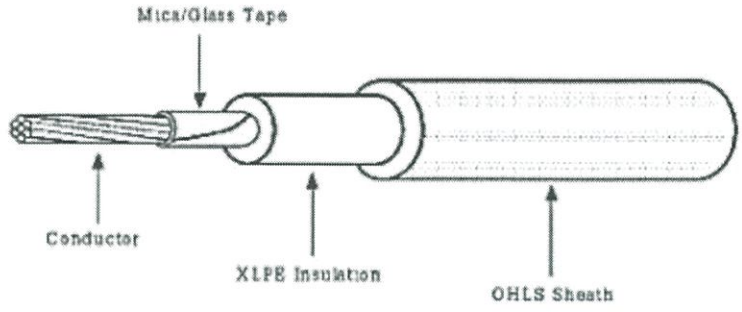
ภาพที่ 2.8 สายรหัสชนิด XLPE

ข.) สายชนิดทนไฟควรใช้กับระบบและวงจรที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัย เช่น ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System) ระบบไฟแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Lighting System) ระบบไฟฟ้าสำรอง (Standby Power System) สามารถปฏิบัติงานได้ในขณะที่เกิดไฟไหม้ สายทนไฟมีอัตราลำดับการทนไฟตามการทดสอบ ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เครื่องหมายคุณสมบัติการทนไฟ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทดสอบ [7]

ประเภท	การทดสอบ	เครื่องหมาย
การทนไฟ	650°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	A
	750°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	B
	950°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	C
	650°C เป็นเวลา 20 นาที	S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 สายรหัสชนิด FRC

2.1.4 การเดินท่อร้อยสาย [7]

เพื่อปกปิดและป้องกันสายและวงจรซึ่งอาจเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อม เช่นสารเคมี แก๊สไวไฟ ความชื้นและแรงกระแทก ท่อโลหะต้องเป็นท่อเหล็กชุบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก. 770-2531

ก.) ในสถานที่เปียก ท่อโลหะและส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อโลหะ เช่น โบลต์ สกรู ฯลฯ ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้

ข.) การต่อสาย ให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสาย หรือกล่องต่อจุดไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก ปริมาณของสายและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 75% ของปริมาณภายในกล่องต่อสายหรือกล่องต่อจุดไฟฟ้า

ค.) การติดตั้งท่อร้อยสายเข้ากับกล่องต่อสายหรือเครื่องประกอบการเดินท่อต้องมีบุชชิ่งเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายชำรุด นอกเสียจากว่ากล่องต่อสายและเครื่องประกอบการเดินท่อได้ออกแบบเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนไว้แล้ว

ง.) ท่อโลหะบางห้ามทำเกลียว เพราะการทำเกลียวจะทำให้ท่อขาดได้

ฉ.) มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา เพราะอาจดึงสายไม่เข้าหรือถ้าดึงสายเข้าไปได้ก็อาจดึงออกไม่ได้ เป็นผลให้การบำรุงรักษาทำได้ยากหรือไม่ได้

ช.) ห้ามใช้ท่อโลหะบางฝังดินโดยตรง หรือใช้ระบบไฟฟ้าแรงสูง หรือที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายหลังการติดตั้งได้

2.1.5 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ [7]

วัสดุและอุปกรณ์

ก.) โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ เช่น หลอดไฟ บัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์ ขั้วหลอด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน มอก. หรือมาตรฐานสากลรับรอง ประกอบมาครบชุดติดตั้งใช้งานได้ทันที

ข.) โคมไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

ค.) ตัวโคมทำจากแผ่นเหล็กชิ้นเดียวกัน หนาไม่น้อยกว่า 0.6 มม. ผ่านการกำจัดสนิมและเคลือบสีฟอสเฟตแล้วพ่นหรือทาสีทับอีกชั้น

ง.) โคมไฟชนิดมีตะแกรง (Louver) ให้ใช้ตะแกรงแบบผิวเงา ผิวด้าน หรือแบบเป็นร่อง

ฉ.) แผ่นสะท้อนแสงของโคมไฟด้านข้างและด้านหลังหลอดไฟ ต้องยาวตลอดแนวยาวของหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช.) ขั้วรับหลอด (Lamp Holder) ใช้แบบ Rotor Lock หรือ Spring Load

ซ.) หลอด Incandescent ให้ใช้หลอด Clear Bulb ขาหลอดเป็นแบบเกลียว

ฌ.) บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอด HID ให้ใช้ชนิด Low Loss, High PF หรือ Low PF ต่อกับคาปาซิเตอร์ให้ได้ PF อย่างน้อย 0.9

ญ.) สายที่ใช้ภายในดวงโคมให้ใช้สายอ่อน (Flexible Wire) ถ้าใช้กับโคมที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น หลอด HID,หลอดไส้ เป็นต้น ฉนวนของสายต้องหุ้มด้วย Asbestos หรือเทียบเท่า

2.1.6 สวิทช์และเต้ารับ [7]

ต้องมีมาตรฐานรับรอง เช่น มอก. IEC เป็นต้น กลไกการทำงานเป็นแบบกด เต้ารับโดยทั่วไปมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้กับขาเสียบทั้งแบบกลมและแบน เต้ารับที่พื้นต้องเป็นแบบ Pop-Up มีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์ พิกัดการนำกระแสต้องไม่น้อยกว่า 15 A กล่องครอบทำจากเหล็กชุบสังกะสี ความหนาเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม. กรณีติดลอยให้ใช้กล่องโลหะหล่อ โดยทั่วไปความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิทช์เท่ากับ 1.2 เมตร และ 0.3 เมตรจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับ

2.2 มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน [5]

2.2.1 การให้แสงสว่างเพื่อการหนีภัย [5]

การให้แสงสว่างเพื่อการหนีภัย ไม่ได้มีไว้เพื่อให้แสงสว่างเฉพาะเมื่อระบบจ่ายไฟฟ้าปกติทั้งระบบล้มเหลวแต่เพียงอย่างเดียว แต่มีไว้เพื่อให้แสงสว่างเมื่อระบบจ่ายไฟฟ้าปกติล้มเหลวเพียงบางส่วนที่อาจนำไปสู่การเกิดอันตรายขึ้นได้หรือเป็นแสงสว่างในเส้นทางหนีภัย เช่น เมื่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณบันไดหนีภัยเสีย ไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินเพื่อการหนีภัยที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่นั้นต้องทำงาน การให้แสงสว่างเพื่อการหนีภัยสำหรับอาคารที่มีผู้อยู่อาศัยและใช้งานต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่าง ๆ ดังนี้

ก.) เพื่อให้เห็นทางหนีภัยชัดเจน และหนีภัยได้อย่างปลอดภัย

ข.) เพื่อให้เห็นอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ และอุปกรณ์ผจญเพลิงที่ติดตั้งตามเส้นทางหนีภัยได้อย่างชัดเจน

ค.) เพื่อให้เห็นอุปกรณ์ปฐมพยาบาลที่จำเป็นได้ชัดเจน

2.2.2 ความส่องสว่างเพื่อการหนีภัย [5]

การหนีภัยตามทางหนีภัยเพื่อไปออกที่ทางออกสุดท้ายได้อย่างปลอดภัย ต้องอาศัยความส่องสว่างที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถมองเห็นอันตรายหรือมองเห็นการเปลี่ยนระดับพื้น และการเปลี่ยนทิศทางของเส้นทางหนีภัย รวมถึงความส่องสว่างสำหรับอุปกรณ์จำเป็น เช่น อุปกรณ์ดับเพลิง อุปกรณ์แจ้งเหตุ อุปกรณ์ปฐมพยาบาลที่จำเป็น รวมถึงพื้นที่เตรียมการหนีภัยอย่างเพียงพอ

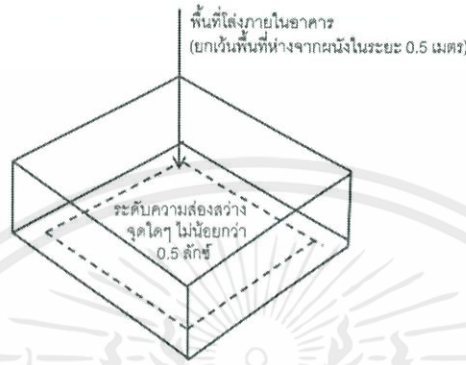
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ระดับความส่องสว่างขั้นต่ำ [5]

ในกรณีที่ระบบจ่ายไฟฟ้าปกติล้มเหลว ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องให้มีความส่องสว่างเพื่อให้หาทางออกได้อย่างปลอดภัย

ก.) พื้นที่โล่งภายในอาคารที่ไม่มีทางหนีภัยที่ชัดเจน

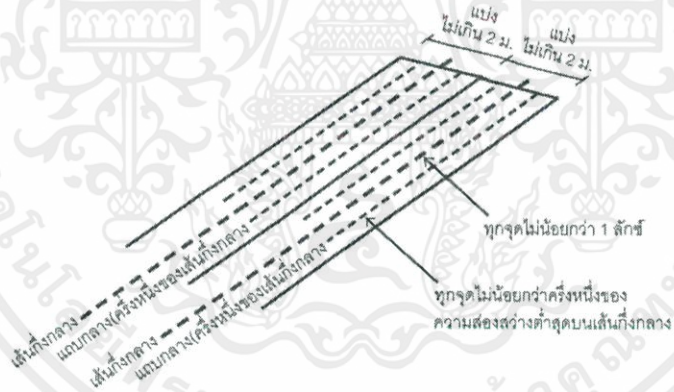
กำหนดให้มีระดับความส่องสว่างในแนวระดับที่พื้นทั่วพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งกีดขวางต้องไม่น้อยกว่า 0.5 ลักซ์ ยกเว้นพื้นที่ที่ห่างจากผนังในระยะ 0.5 เมตร โดยรอบ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ระดับความส่องสว่างในแนวระดับที่พื้น ในพื้นที่โล่งภายในอาคารที่ไม่มีทางหนีภัยที่ชัดเจน [5]

ข.) ทางหนีภัยที่มีความกว้างเกิน 2 เมตร

กำหนดให้มีระดับค่าความส่องสว่างเป็นอย่างหนึ่งอย่างใด ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ระดับความส่องสว่างของทางหนีภัยที่กว้างเกิน 2 เมตรในแนวระดับที่พื้น [5]

2.2.4 ช่วงเวลาการส่องสว่าง [5]

ความส่องสว่างเพื่อการเคลื่อนไหวที่ปลอดภัยต้องมีความส่องสว่างตามพิกัดที่กำหนดในข้อ 2.2.3 ได้ต่อเนื่องนานไม่น้อยกว่า 120 นาที

2.2.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแสงสว่าง [5]

ก.) ในสภาวะปกติ แหล่งจ่ายไฟโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องมาจากแหล่งจ่ายไฟที่มีความเชื่อถือได้สูง เช่น จากการไฟฟ้า ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.) สำหรับโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินชุดเบ็ดเสร็จต้องใช้วงจรไฟฟ้าเดียวกันกับวงจรไฟฟ้าแสงสว่างโดยไม่ผ่านสวิตช์เปิด-ปิดในพื้นที่นั้น ๆ

ค.) ในสภาวะฉุกเฉิน แหล่งจ่ายไฟโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องมาจากแบตเตอรี่ ซึ่งต้องเป็นชนิดที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถประจุกลับเข้าไปใหม่ได้เองโดยอัตโนมัติ ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ทั้งนี้วงจรที่จ่ายไฟฟ้าให้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติเท่านั้น

2.2.6 โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน [5]

ต้องมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ภายในพร้อมด้วยระบบควบคุมแบบ Solid-State แบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed-Lead Acid, Maintenance Free จ่ายกระแสให้หลอดได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง มีหลอดไฟแสดงสถานการณ์ทำงาน

2.2.7 การติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน [5]

โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องติดตั้งในบริเวณเส้นทางหนีภัย ในตำแหน่งที่มองเห็นโคมไฟฟ้าได้ชัดเจนจากด้านล่าง และสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2 เมตร โดยวัดจากพื้นถึงด้านล่างของโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน กรณีติดตั้งต่ำกว่า 2 เมตร จะต้องไม่กีดขวางเส้นทางหนีภัย
บริเวณที่ต้องติดตั้งโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน มีดังนี้

ก.) เส้นทางหนีภัยและบริเวณทางออก

ข.) บริเวณภายนอกหลังจากออกจากอาคารแล้ว ต้องมีความส่องสว่างอย่างต่ำอยู่ในระดับเดียวกันกับความส่องสว่างก่อนออกจากอาคาร

ค.) ทางแยก ให้ติดตั้งโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินห่างจากทางแยกไม่เกิน 2 เมตร ในแนวระดับ

ง.) ทางเลี้ยว ให้ติดตั้งโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินห่างจากทางเลี้ยวไม่เกิน 2 เมตร ในแนวระดับจากจุดเปลี่ยนทิศทาง หรือทางเลี้ยว

ฉ.) พื้นเปลี่ยนระดับ ให้ติดตั้งโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินห่างไม่เกิน 2 เมตร ในแนวระดับจากพื้นเปลี่ยนระดับ

ช.) บันได ในกรณีที่ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของทางหนีภัย ให้ติดตั้งโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินให้แสงส่องสว่างถึงขั้นบันไดทุกขั้นโดยตรง

ซ.) พื้นที่ปฏิบัติงานของพนักงานดับเพลิง เจ้าหน้าที่พนักงานกู้ภัยในลิฟต์ดับเพลิง พื้นที่จุดแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จุดติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง พื้นที่เตรียมการหนีภัย และพื้นที่เก็บอุปกรณ์ปฐมพยาบาล

ฌ.) บริเวณพื้นที่งานอันตราย รวมถึงห้องเครื่องไฟฟ้าเครื่องกล ห้องควบคุม ห้องต้นกำลัง ห้องสวิตช์ และบริเวณใกล้กับอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟแสงสว่างปกติและไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

ญ.) ห้องน้ำ ให้ติดตั้งในห้องน้ำทั่วไปที่มีพื้นที่มากกว่า 8 ตารางเมตร และห้องน้ำสำหรับคนพิการ

ฎ.) บันไดเลื่อนและทางเลื่อน ในกรณีที่ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของทางหนีภัย

ฏ.) พื้นที่เปิดโล่งภายในอาคาร พื้นที่สำนักงาน ร้านค้า ห้องประชุม หรือห้องที่มีคนอาศัยที่มีขนาดมากกว่า 60 ตารางเมตร

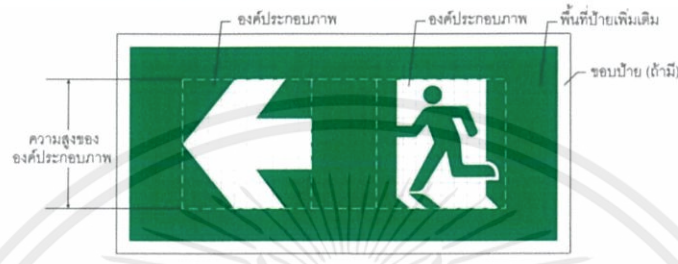
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐ.) บริเวณภายนอกประตูดาดฟ้าและบริเวณพื้นที่รอการหนีภัยทางอากาศ

ฑ.) บริเวณพื้นที่หรือห้องพักเพื่อรอการหนีภัยภายในอาคาร

2.2.8 โคมไฟแสงสว่างป้ายทางออกและป้ายทางหนีไฟ (Exit and Fire Exit Light) [5]

ตัวโคมพับขึ้นรูปจากเหล็กชุบสังกะสี พ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น แผ่นเหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นวัสดุโปร่งแสงแบบ Prismatic ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ ป้ายนี้อาจมี 2 ด้านของโคมขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง ต้องมีระบบแบตเตอรี่จ่ายไฟสำรองให้กับหลอด



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างองค์ประกอบของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน [5]

2.2.8.1 ข้อกำหนดของป้าย

ก.) องค์ประกอบภาพและรูปร่างที่ปรากฏบนโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินดังภาพที่ 2.13

(ก) สัญลักษณ์รูปคนวิ่งผ่านประตูไปทางซ้าย

(ข) สัญลักษณ์รูปคนวิ่งผ่านประตูไปทางขวา

(ค) สัญลักษณ์ลูกศรชี้ไปทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ง) สัญลักษณ์ลูกศรชี้ไปทางขวา

(จ) สัญลักษณ์ลูกศรชี้ตรงไป

หมายเหตุ : เส้นกริดที่ตีไว้จะไม่ปรากฏให้เห็นโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินจริง

ภาพที่ 2.13 องค์ประกอบภาพที่กำหนด [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.) โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินต้องมีองค์ประกอบภาพ 1 ชิ้น หรือ 2 ชิ้น ประกอบร่วมกัน

ค.) โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินต้องมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ง.) ป้ายตัวอักษร ไม่อนุญาตให้ใช้เป็นโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน แต่สามารถใช้เสริมประกอบกับโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินได้ โดยให้ทำเป็นป้ายแยกอิสระออกจากกัน

2.2.8.2 ขนาดของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

ขนาดของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินที่ใช้องค์ประกอบภาพตามขนาดที่กำหนดในมาตรฐานนี้ให้เป็นไปตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขนาดของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน [5]

ขนาดองค์ประกอบภาพ a (เซนติเมตร)	ความสูงขั้นต่ำของพื้นที่ป้ายเพิ่มเติมด้านบนและด้านล่าง (เซนติเมตร)	ความกว้างขั้นต่ำของพื้นที่ป้ายเพิ่มเติมด้านข้างซ้ายและขวา (เซนติเมตร)	ความกว้างขั้นต่ำของพื้นที่เพิ่มเติมของช่องแบ่งกลาง (เซนติเมตร)	ขนาดขั้นต่ำของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินที่แนะนำ (สูงxยาว) (เซนติเมตรxเซนติเมตร)	
				ใช้องค์ประกอบภาพ 1 ชิ้น	ใช้องค์ประกอบภาพ 2 ชิ้น
10	2.5	4	5	15x18	15x33
15	3	5	6	21x25	21x46
20	4	6	8	28x32	28x60
>20	0.2a	0.2a+2	0.4a	(1.4a)x(1.4a+4)	(1.4a)x(2.8a+4)

2.2.8.3 การติดตั้งโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และระยะห่าง

ก.) ความสูงของการติดตั้ง

โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินให้ติดตั้งด้านบนเพื่อสังเกตเห็นได้ง่าย กรณีที่คาดว่าควันมีปัญหาทำให้มองเห็นป้ายทางออกไม่ชัดเจน อาจเพิ่มโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินติดตั้งที่ด้านล่างกรณีติดตั้งตามที่กำหนดไม่ได้

ข.) ป้ายทางออกด้านบน ขอบล่างของป้ายสูงจากพื้นประมาณ 2 เมตร – 2.7 เมตร

ค.) ระยะห่างระหว่างป้ายสูงสุด ระยะห่างระหว่างป้ายสูงสุดของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินให้เป็นไปตามที่ระบุในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ระยะห่างระหว่างป้ายสูงสุดของโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน [5]

ขนาดขององค์ประกอบภาพ (a) (เซนติเมตร)	ระยะห่างระหว่างป้ายสูงสุด (เมตร)
10	24
15	36
20	48
a>20	2.4a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ [6]

2.3.1 คำจำกัดความ [6]

ก.) ช่องทางเดิน (corridor) ทางเดินมีความกว้างไม่เกิน 3.60 เมตร เพื่อใช้เดินติดต่อส่วนต่าง ๆ ในอาคาร แต่ไม่รวมพื้นที่ว่างหน้าลิฟต์ หรือโถงลิฟต์ และไม่ใช้เป็นที่วางของ หรือใช้สำหรับประกอบการค้า

ข.) แผงควบคุมย่อย (sub-control panel- remote control panel) บริภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ควบคุม เสริมการทำงานแผงควบคุมหลักสามารถควบคุมการทำงานบางส่วนของบริภัณฑ์แผงควบคุมหลักได้ เช่น รับทราบการเริ่มสัญญาณ (acknowledge) และการแจ้งสัญญาณทั่วไป (general alarm) เป็นต้น หรือบริภัณฑ์ที่ทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อส่งต่อให้แผงควบคุมหลัก โดยมีการต่อกับวงจรโซนตรวจจับเริ่มสัญญาณ หรือวงจรโซนแจ้งสัญญาณผ่านบริภัณฑ์โมดูลที่เกี่ยวข้อง หรือเป็นศูนย์ประมวลผลของระบบแบบเครือข่าย โดยติดตั้งแยกไปจากแผงควบคุมหลัก

ค.) แผงแสดงผลเพลิงไหม้ (fire alarm annunciator) บริภัณฑ์ที่ใช้แสดงผลเพลิงไหม้ในลักษณะแผงหรือจอภาพ แบบติดกับที่หรือเคลื่อนย้ายได้ ที่แสดงพื้นที่หรือระบุตำแหน่งในอาคารที่มีการเริ่มสัญญาณ และอาจกำหนดให้ผนวกเป็นส่วนหนึ่งของแผงควบคุมระบบฯ หรือแผงควบคุมย่อยด้วย

ง.) พื้นที่ป้องกัน (protected area) พื้นที่ของอาคารที่มีการติดตั้งระบบตรวจจับและแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติตามมาตรฐานนี้ ร่วมกับการติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติตามมาตรฐาน

จ.) พื้นที่ปิด พื้นที่ที่ไม่สามารถระบายควันไฟออกสู่ภายนอกโดยวิธีธรรมชาติได้สะดวกตลอดเวลา

ฉ.) พื้นที่เปิด พื้นที่ที่สามารถระบายควันไฟออกสู่ภายนอกโดยวิธีธรรมชาติได้สะดวกตลอดเวลา

ช.) ระบบที่สามารถระบุตำแหน่งได้ (addressable system) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่สามารถระบุตัวเองของแต่ละอุปกรณ์ในระบบได้ ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้จะต้องเป็นชนิดที่ระบุตัวเองได้เช่นกัน

ซ.) อาคารขนาดเล็ก ได้แก่อาคารพาณิชย์ อาคารสำนักงาน และอาคารอยู่อาศัยตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 15.00 เมตรและมีพื้นที่ในหลังเดียวกันระหว่าง 500 ถึง 2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15.00 เมตรขึ้นไป แต่ไม่ถึง 23.00 เมตร และมีพื้นที่ทั้งหลังไม่เกิน1,000 ตารางเมตร

ฌ.) อาคารขนาดใหญ่ อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารเป็นที่อยู่อาศัย หรือประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภท ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ อาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15.00 เมตร ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 23.00 เมตร และมีพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร

ญ.) อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใด ของอาคารเป็นที่อยู่อาศัยหรือประกอบกิจการพาณิชย์ประเภทเดียวหรือหลายประเภท โดยมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตร ขึ้นไป

ฎ.) อาคารสูง อาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ โดยมีความสูงตั้งแต่ 23.00 เมตร ขึ้นไป หมายเหตุ การวัดความสูงของอาคารให้วัด จากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้น ดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 พื้นฐานการออกแบบ [6]

2.3.2.1 ทั่วไป

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำหน้าที่แจ้งเหตุให้คนที่อยู่ในอาคารทราบอย่างรวดเร็วก่อนที่ไฟไหม้จะลุกลาม จนเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังต่อไปนี้

ก.) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ให้ความปลอดภัยต่อชีวิต ต้องมีความไวในการตรวจจับ และเตือนภัยให้ผู้คนทราบได้โดยเร็ว เพื่อให้มีเวลามากพอที่จะป้องกัน หรือหนีไฟได้

ข.) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ให้ความปลอดภัยต่อทรัพย์สิน ต้องสามารถตรวจจับและเตือนภัยได้ในระยะต้น ๆ ให้เจ้าหน้าที่สามารถเข้าดับเพลิงไหม้เพื่อลดความเสียหาย

2.3.2.2 องค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง

องค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ได้แก่

ก.) ลักษณะการใช้งานของอาคารที่แตกต่างกัน เช่น อาคารพักอาศัยหลับนอน อาคารสำนักงาน อาคารเก็บสินค้า

ข.) ความแตกต่างของคนที่ใช้อาคาร เช่น ผู้ป่วยในอาคารโรงพยาบาล ผู้สูงอายุ เด็ก ผู้ที่คุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคยสถานที่ เป็นต้น

ค.) จำนวนและความหนาแน่นของคนในอาคาร หรือบางพื้นที่ในอาคาร เช่น อาคารชุมนุม ห้องประชุม ห้องจัดเลี้ยง โรงภาพยนตร์ เป็นต้น

ง.) บริเวณที่เป็นทางหนีไฟในอาคารต้องมีโครงสร้างอาคารที่แข็งแรง เช่น อาคารที่มีโครงสร้างที่สามารถทนไฟแตกต่างกัน เช่น 1, 2 หรือ 3 ชั่วโมง เพื่อประกอบการพิจารณาเวลาที่ใช้ในการอพยพคนออกจากอาคาร

จ.) อันตรายจากวัสดุเชื้อเพลิงในอาคาร และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ออันตรายจากไฟไหม้ เช่น การเลือกวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหรือตกแต่งภายใน ที่ให้ปริมาณความร้อนที่ปลดปล่อย (Heat Release) ปริมาณควันไฟ (Smoke Developed) หรือความเร็วในการลุกลาม (Flame Speed) สูงเมื่อเกิดไฟไหม้

2.3.2.3 พื้นที่ออกแบบเพื่อป้องกันชีวิต

พื้นที่ที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับที่ทำงานได้อย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันชีวิต ดังนี้

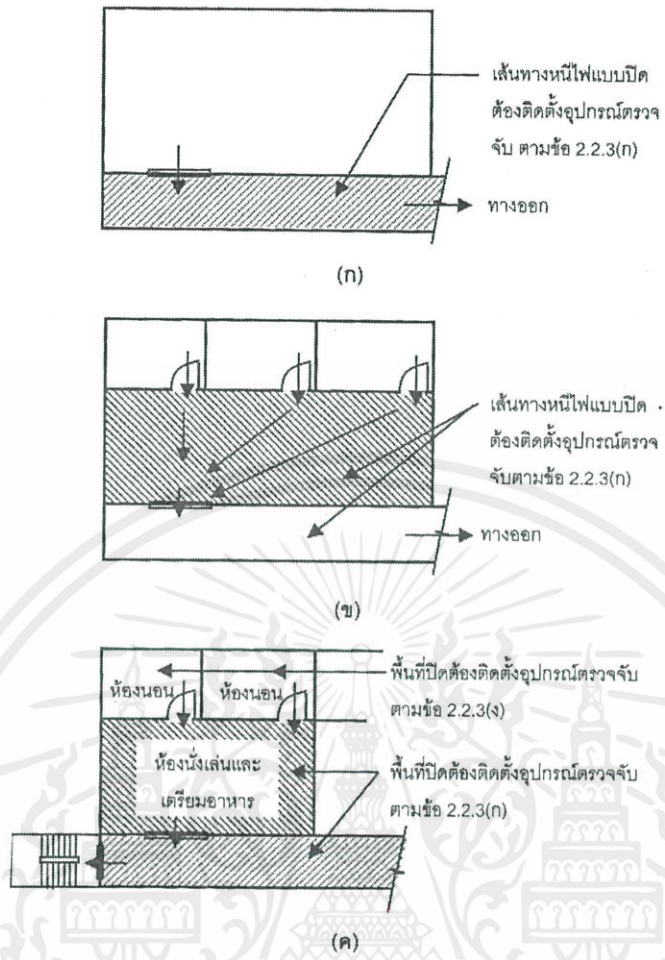
ก.) พื้นที่ทางเดินร่วมหนีไฟหรือช่องทางเดินที่เมื่อเกิดควันไฟจากเพลิงไหม้แล้วไปขวางทางหนีไฟหรือทางออก เช่น ทางเดินแบบปิด ดังภาพที่ 2.14 และ ภาพที่ 2.15 เป็นต้น

ข.) พื้นที่ที่อาจเกิดไฟหรือควันไฟลุกลามได้อย่างรวดเร็ว เช่นห้องเก็บของขนาดเกิน 12 ตารางเมตร ห้องเก็บสารไวไฟ ช่องเปิดระหว่างชั้น (ช่องท่อ) ห้องเครื่องส่งลม เป็นต้น

ค.) พื้นที่หรือห้องที่มีอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในยามฉุกเฉิน เช่น ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ห้องเครื่องลิฟต์ ห้องเครื่องพัดลมอัดอากาศ ศูนย์สั่งการดับเพลิง ห้องควบคุมไฟฟ้า ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า ห้องเครื่องควบคุมควันไฟ พื้นที่หลบอัคคีภัย และช่องบันไดหนีไฟแบบปิด เป็นต้น

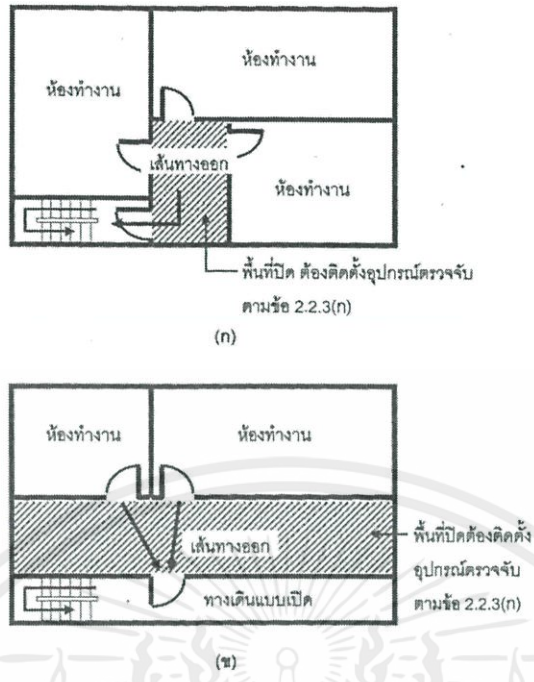
ง.) พื้นที่หลับนอน เช่นห้องพักในโรงแรม หอพัก ห้องพักผู้ป่วยในโรงพยาบาล ห้องนอนในคอนโดมิเนียม หรืออาคารชุด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 พื้นที่ทางหนีไฟต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันที่สามารถทำงานตรวจจับได้รวดเร็ว เพื่อป้องกันชีวิต [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 พื้นที่ทางหนีไฟแบบปิด ต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน [6]

2.3.3 ส่วนประกอบของระบบ [6]

มาตรฐานระบบแจ้งเพลิงไหม้มีข้อกำหนดให้แต่ละขนาดของอาคารมีอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อย่างน้อยดังนี้ บ้านอยู่อาศัยหรืออาคารมีพื้นที่อาคารรวมกันทั้งหลังไม่เกิน 500 ตารางเมตรหรือมีความสูงไม่เกิน 15.00 เมตร อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ที่มีทั้งส่วนตรวจจับแสงและส่วนแจ้งเหตุอยู่ในตัวเดียวกัน อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่ ประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญเป็นอย่างต่ำ ดังต่อไปนี้

ก.) แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ข.) อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้อัตโนมัติ

ค.) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ

ง.) อุปกรณ์แจ้งเหตุเตือนภัย

จ.) อุปกรณ์โทรศัพท์ฉุกเฉิน

ฉ.) แผงแสดงผลเพลิงไหม้ที่ศูนย์สั่งการดับเพลิง

2.3.4 การกำหนดขนาดและจำนวนโซน [6]

ก.) การแบ่งโซนต้องไม่ทำให้ระยะค้นหามากเกิน 30 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับ [6]

อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้โดยทั่วไปจะได้รับการออกแบบและผลิตขึ้น เพื่อให้สามารถตรวจจับคุณลักษณะของเพลิงไหม้ ตั้งแต่หนึ่งแบบหรือมากกว่าได้แก่ ความร้อน ควัน และเปลวเพลิง ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับจึงขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแต่ละสถานที่ด้วย และบางสถานที่อาจจะต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับหลายแบบผสมกันเพื่อให้การตรวจจับมีประสิทธิภาพสูงสุด

สิ่งที่ต้องพิจารณาต่อไปคือ คุณสมบัติการติดไฟของวัสดุ ขั้นตอนที่จะสามารถติดไฟของตัวอาคารแต่ละส่วน และการออกแบบของตัวอาคาร นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึง ผลเสียหายต่ออาคารเนื่องจากความร้อน ควัน และน้ำในการดับไฟด้วย

2.3.5.1 ขั้นตอนการตรวจจับเพลิงไหม้ที่แตกต่างกันของแต่ละอุปกรณ์

ก.) อุปกรณ์ตรวจจับควัน ตรวจจับเพลิงไหม้ที่เกิดจากการคุตัวช้า ของเถ้าความร้อนได้เร็วกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ

ข.) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ตรวจจับเพลิงไหม้ที่จากคความร้อนสูงอย่างรวดเร็วและมีควันน้อยได้เร็วกว่าอุปกรณ์ตรวจจับควัน

ค.) อุปกรณ์ตรวจจับเปลวเพลิง ตรวจจับเพลิงไหม้ที่เกิดจากการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงเหลวได้เร็วที่สุด

2.3.6 อุปกรณ์ตรวจจับควัน [6]

ทั่วไปตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับควันต้องติดตั้งในที่ซึ่งตรวจจับเพลิงไหม้ได้ง่าย อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดจุดต้องติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 10.50 เมตร สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดลำแสงต้องติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 25.00 เมตร ถ้าฝ้าเพดานหรือหลังคามีความสูงเกิน 25.00 เมตร ให้ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดลำแสง หลายระดับ

2.3.6.1 ระยะห่างและตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ

ก.) อุปกรณ์ตรวจจับชนิดจุด อุปกรณ์ตรวจจับแต่ละตัว ต้องติดตั้งที่ฝ้าเพดานหรือหลังคา ห่างจากฝ้าเพดานหรือหลังคาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 600 มิลลิเมตร ในสถานที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันสูงมากกว่า 4.00 เมตร แต่ไม่เกิน 10.50 เมตร ระยะห่างจากฝ้าเพดานหรือหลังคาให้ดูตามตารางที่ 2.4

ข.) อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดลำแสง อุปกรณ์ตรวจจับต้องห่างจากฝ้าเพดานหรือหลังคาไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 750 มิลลิเมตร และอาจติดเพิ่มเติมที่ระดับต่ำกว่าก็ได้
ระยะห่างและตำแหน่งติดตั้งของอุปกรณ์ตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน [6]

ความสูงที่ติดตั้ง (เมตร)	ระยะห่างจากฝ้าเพดานหรือหลังคาไม่น้อยกว่า (มิลลิเมตร)	
	อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดลำแสง	อุปกรณ์ตรวจควันชนิดจุด
3.50	300	25
4.00	300	40
6.00	300	100
8.00	300	175
10.00	350	250
10.50	360	270
12.00	400	-
14.00	450	-
16.00	500	-
18.00	550	-
20.00	600	-
22.00	650	-
24.00	700	-
25.00	750	-

หมายเหตุ อากาศร้อนจากเพลิงไหม้จะถูกส่งขึ้นไปตามแนวดิ่งและจะหยุดลงเมื่ออุณหภูมิของควันเท่ากับอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ ดังนั้นในที่ซึ่งมีเพดานสูงจึงมีความจำเป็นในการส่งผ่านควันไปให้ถึงอุปกรณ์ตรวจจับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันในระดับที่ต่ำกว่าส่วนที่มีอากาศอุ่นที่บริเวณระดับหลังคา ตามที่แสดงในตารางที่ 2.4

2.3.6.2 ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับพื้นผิวแนวราบ

อุปกรณ์ตรวจจับ ต้องติดตั้งให้มีระยะรัศมีจากจุดใด ๆ ใต้พื้นผิวแนวราบถึงอุปกรณ์ตรวจจับควันตัวที่ใกล้ที่สุดไม่เกิน 6.30 เมตร (ดูภาพที่ 2.16 (ก)) และระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับต้องไม่เกิน 9.00 เมตร สำหรับบริเวณช่องทางเดินต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับให้มีระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับไม่เกิน 12.00 เมตร (ดูภาพที่ 2.16 (ข)) สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับชนิดลำแสงระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับแต่ละชุดต้องไม่เกิน 14.00 เมตร

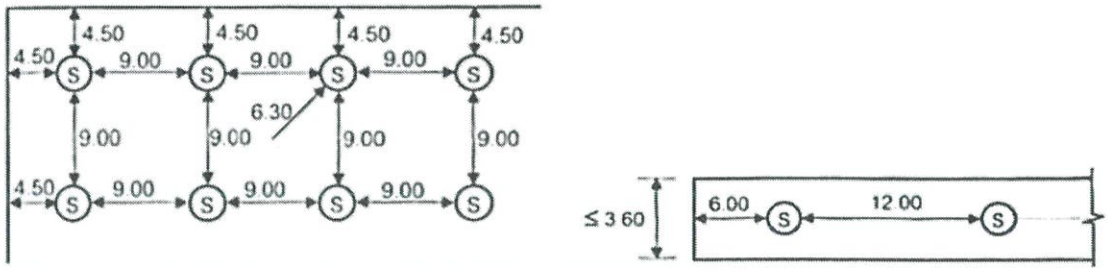
2.3.6.3 ระยะห่างจากผนัง ผนังกั้น หรือหัวจ่ายลม

ก.) อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับแถวที่อยู่ใกล้ผนังหรือผนังกั้น ต้องห่างจากผนังหรือผนังกั้นไม่เกิน 4.50 เมตร แต่ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

ข.) สำหรับช่องทางเดิน ระยะห่างระหว่างผนังปลายทางกับอุปกรณ์ตรวจจับที่ใกล้ที่สุดต้องไม่เกิน 6.00 เมตร (ดูภาพที่ 2.16 (ข))

ค.) อุปกรณ์ตรวจจับต้องติดตั้งห่างจากหัวจ่ายลมไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ตำแหน่งติดตั้งที่เพดานระดับราบ (ข) ตำแหน่งติดตั้งสำหรับพื้นที่ทางเดิน

ภาพที่ 2.16 แบบตัวอย่างระยะห่างในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดจุด [6]
หมายเหตุ มิติ เป็นเมตร

2.3.6.4 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ

ก.) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือต้องติดตั้งในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน และอยู่ในพื้นที่ทุกทางเข้าออกและทางหนีไฟของแต่ละชั้นของอาคารที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ติดตั้งอยู่สูงจากพื้นระหว่าง 1.20 ถึง 1.30 เมตร โดยระยะห่างระหว่างอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือไม่เกิน 60.00 เมตร (วัดตามแนวทางเดิน)

ข.) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมืออาจต่อเข้ากับโซนตรวจจับที่มีอุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติติดตั้งอยู่และใช้ป้องกันพื้นที่เดียวกันก็ได้ แต่ต้องยังคงมีการตรวจคุมวงจรโซนตรวจจับอยู่ และการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือต้องไม่ทำให้อุปกรณ์ตรวจจับอื่นที่มีอยู่เช่นเดียวกันนั้นต้องดับไป

ค.) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือแต่ละตัวต้องมีหมายเลขของโซนตรวจจับอยู่ที่อุปกรณ์ในลักษณะที่เห็นได้ชัดเจน

2.3.6.5 สีของสายไฟฟ้า

ก.) เปลือกนอก ต้องมีสีเหลืองหรือสีส้ม หรือโดยการทำเครื่องหมายด้วยสีที่ถาวร แถบเครื่องหมายต้องมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 25 ไลลิเมตร เครื่องหมายต้องทำที่ปลายสายและทุก ๆ ระยะห่างกันไม่เกิน 2.00 เมตร ตลอดความยาวสายที่อยู่นอกช่องเดินสาย รวมทั้งตรงจุดที่เปิดออกได้เช่น กล่องต่อสาย

ข.) ฉนวน ฉนวนของสายไฟฟ้าแต่ละเส้นต้องมีสี หรือเครื่องหมายที่ถาวรติดไว้ที่ปลายสาย ทั้งนี้เพื่อให้สามารถแยกความแตกต่างของสายแต่ละเส้นได้อย่างชัดเจน

2.3.6.6 การทำเครื่องหมายช่องเดินสาย

ต้องทำเครื่องหมายด้วยสีเหลืองหรือสีส้มด้วยสีที่ถาวร แถบเครื่องหมายต้องมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร เครื่องหมายต้องทำทุก ๆ ระยะห่างกันไม่เกิน 4.00 เมตร ตลอดความยาวช่องเดินสาย

2.4 มาตรฐานในระบบแสงสว่าง (Lighting Standards) [3]

การออกแบบแสงสว่าง ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างไม่น้อยกว่าที่กฎหมายกำหนด และควรไม่น้อยกว่าความต้องการในการใช้งาน ซึ่งในประเทศไทยได้มีมาตรฐานกำหนดค่าความส่องสว่างขั้นต่ำสำหรับการใช้งานแต่ละประเภทไว้ เป็นมาตรฐานที่ยอมรับในทางวิศวกรรม โดยให้อ้างอิงตาม มาตรฐานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (Illumination Engineering Association of Thailand (TIEA)) (หมายเหตุ มาตรฐานของประเทศไทย อ้างอิงตามมาตรฐานสากลของ CIE(Commission International del'Eclairage) ซึ่งไม่ได้อ้างอิงตามมาตรฐาน IESNA (Illumination Engineering Society of North America) ของประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยมาตรฐานกำหนดค่าความส่องสว่างขั้นต่ำ ซึ่งไม่ใช่ค่าความส่องสว่างเริ่มต้น ดังนั้นการออกแบบจึงต้องเผื่อการลดลงของความส่องสว่าง จากการเสื่อมของหลอด และจากการลดลงของสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงภายในห้อง ที่เกิดจากฝุ่นที่เกาะที่หลอดไฟ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ และ ผนังกั้นห้อง ด้วย ซึ่งมาตรฐานด้านแสงสว่างของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องได้แก่ TIEA เช่น TIEA-GD 003 ข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคาร ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างเกณฑ์คุณภาพแสงสว่างภายในอาคารที่ต้องการ [3]

- คอลัมน์ที่ 1 ชนิดของงานหรือกิจกรรมภายในต่าง ๆ
- คอลัมน์ที่ 2 เป็นค่าความส่องสว่างเฉลี่ยขั้นต่ำ หรือ $\overline{E_m}$[lx] ซึ่งต้องคงไว้ไม่ให้ต่ำกว่าค่านี้
- คอลัมน์ที่ 3 เป็นค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง หรือ U_o ซึ่งต้องคงไว้ไม่ให้ต่ำกว่าค่านี้
- คอลัมน์ที่ 4 แสดงคำแนะนำเพิ่มเติม

ชนิดของงานหรือกิจกรรมภายในต่าง ๆ	$\overline{E_m}$[lx]	U_o	คำแนะนำเพิ่มเติม
1. พื้นที่ในอาคารทั่วไป			
ทางเข้าอาคาร	100	0.4	
โถงพักรอ	200	0.4	
บริเวณสัญจรและทางเดิน	100	0.4	
บันได, บันไดเลื่อน	150	0.4	
ทางลาด, เวิ้งระหว่างเสา	150	0.4	
ห้องอาหาร	200	0.4	
ห้องน้ำ	100	0.4	
ห้องออกกำลังกาย	300	0.4	
ห้องฝากของ, ห้องล้างมือ ล้างหน้า	200	0.4	
ห้องพยาบาล	500	0.6	
ห้องพบแพทย์	500	0.6	
ห้องเครื่อง	200	0.4	
ห้องไปรษณีย์, ห้องโทรศัพท์	500	0.6	
คลังสินค้า, ห้องเก็บของ, ห้องเย็น	100	0.4	200 ลักซ์ถ้าทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน
บริเวณหีบห่อสิ่งของ	300	0.6	
สถานีควบคุม	150	0.6	200 ลักซ์ถ้าทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร [3]

2.5.1 นิยามและศัพท์เกี่ยวกับแสง [3]

ก.) แคนเดลา (Candela; I) แหล่งกำเนิดแสงสามารถที่จะวัดค่าได้ ค่าที่วัดได้ซึ่งอาจจะมีค่ามากหรือน้อยจะอยู่ในรูปของความเข้มข้นแห่งการส่องสว่าง มีหน่วยเป็นแคนเดลา

ข.) ความเข้มแสง (Illuminance; E) คืออัตราส่วนระหว่างฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบยังส่วนย่อยส่วนหนึ่งของพื้นผิวนั้น หารด้วยพื้นที่ของส่วนย่อยที่แสงตกกระทบนั้น โดยที่ค่าฟลักซ์การส่องสว่างจะมีหน่วยเป็นลูเมน

ค.) ถ้าพิจารณาพื้นที่เป็นหน่วยตารางเมตร ความเข้มแสงจะมีหน่วยเป็นลักซ์

ง.) ถ้าพิจารณาพื้นที่เป็นหน่วยตารางฟุต ความเข้มแสงจะหน่วยเป็นฟุต-แคนเดิล (foot-candle) โดยที่ 1 ฟุต-แคนเดิล = 10.764 ลักซ์

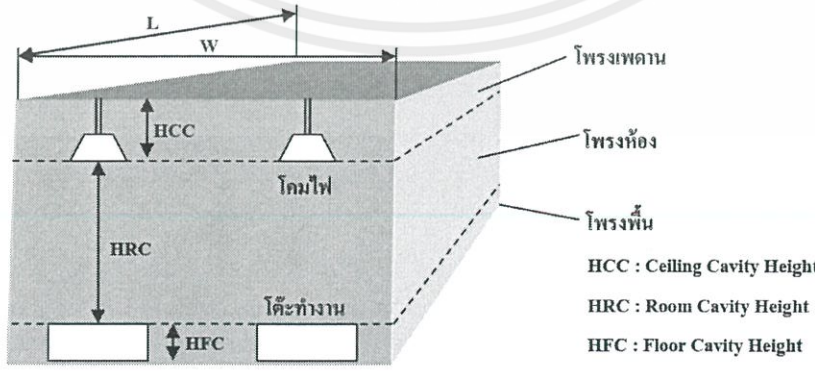
จ.) ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux; ø) คือปริมาณของแสงที่แพร่กระจายออกจากแหล่งกำเนิดแสง หรือปริมาณของแสงที่รับได้บนพื้นผิวหนึ่ง มีหน่วยเป็นลูเมน (lumen; lm)

2.5.2 การคำนวณแสงสว่างด้วยวิธีลูเมน (lumen method) [8]

เป็นวิธีการคำนวณเพื่อหาปริมาณ ฟลักซ์ส่องสว่างที่เหมาะสมกับงานชนิดต่าง ๆ เป็นวิธีที่เหมาะกับพื้นที่ใช้งานที่ต้องการความส่องสว่าง อย่างสม่ำเสมอ โดยมีหลักว่า ฟลักซ์ส่องสว่างที่ใส่ไปในบริเวณงานที่ออกแบบ จะเฉลี่ยให้มีความส่องสว่างเท่ากัน เช่น การส่องสว่างในสำนักงาน ห้องเรียน เป็นต้น หลักการคำนวณจะคำนึงถึงผลการ สะท้อนของพื้น ผนัง และเพดาน ซึ่งเป็นนับเป็นการส่องสว่างแบบทางอ้อม คือการคิดผลจากการสะท้อนเข้าไปด้วย จากชื่อของวิธีการคำนวณแบบลูเมน คำว่า ลูเมน ก็คือหน่วยของฟลักซ์ส่องสว่างที่กระจายสู่ผิวงาน กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือความส่องสว่างที่จำเป็นสำหรับพื้นที่ใช้งานนั้น ๆ

2.5.2.1 การคำนวณโดยวิธีอัตราส่วนของห้อง

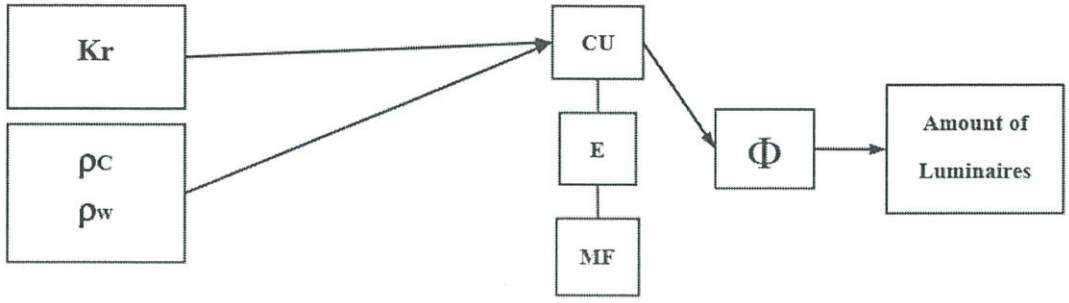
การคำนวณโดยวิธีหาอัตราส่วนของห้อง (Room Ratio) เป็นการคำนวณตามแบบของมาตรฐานการส่องสว่าง CIE โดยการแบ่งห้องออกออกเป็น 3 ส่วนหรือโพรง เพื่อพิจารณาผลการสะท้อนแสงของส่วนต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของโคมไฟ การกำหนดส่วนต่าง ๆ และมิติของห้องเป็นไปตามภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 การกำหนดส่วนต่าง ๆของห้อง [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 ขั้นตอนของการคำนวณโดยวิธีอัตราส่วนของห้อง



ภาพที่ 2.18 แสดงขั้นตอนการคำนวณด้วยวิธีอัตราส่วนของห้อง [8]

ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของส่วนต่าง ๆ ของห้อง (ρ_C : ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเพดาน ρ_W : ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงผนังกำแพง และ ρ_f : ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงพื้นห้อง) ตามวิธีอัตราส่วนของห้อง ให้พิจารณาค่าตามสีและชนิดของวัสดุตามตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสีและชนิดของวัสดุ [8]

สี	% การสะท้อน	วัสดุ	% การสะท้อน
ดำ	0-5	อิฐ	10-20
เทา	10-60	หินอ่อน	20-70
ขาว	70-90	ปูนฉาบ	40-50
แดง	10-55	ไม้	10-40
น้ำเงิน	10-50	คอนกรีต	10-30
เขียว	10-55		
เหลือง	40-80		
น้ำตาล	20-30		

2.5.2.3 การพิจารณาเลือกสูตรที่ใช้คำนวณ

จากภาพที่ 2.18 ขั้นตอนของการหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์(CU) จะต้องใช้ค่าอัตราส่วนของห้องร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง การคำนวณอัตราส่วนของห้องซึ่งเป็นขั้นตอนหลัก จะมี 2 สูตรให้เลือกใช้ตามรูปแบบการกระจายแสงของโคมซึ่งเดิมมี 5 ประเภท แต่ในกรณีนี้ถูกจัดเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ถ้าโคมจัดอยู่ในกลุ่มใดให้ใช้สูตรคำนวณที่เหมาะสม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.) สูตรสำหรับโคมกระจายแสงแบบโดยตรง กึ่งโดยตรง และแบบกระจายรอบทิศทาง

$$K_r = \frac{W \times L}{HRC\ (W+L)} \qquad (2.1)$$

ข.) สูตรสำหรับโคมกระจายแสงแบบอ้อมหรือแบบกึ่งอ้อม

$$K_r = \frac{3(W \times L)}{2(HRC+HCC)\ (W+L)} \qquad (2.2)$$

K_r คือ อัตราส่วนของห้อง

HRC, HCC คือความสูงของโพรงห้องและโพรงเพดาน

ค.) สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาฟลักซ์ส่องสว่างทั้งหมดที่ต้องการ จะใช้สูตรเดียวกันกับวิธีการหาอัตราส่วนโพรง

$$\Phi = \frac{E \times A}{CU \times MF} \qquad (2.3)$$

2.5.2.4 การหาตัวประกอบการบำรุงรักษา

ตัวประกอบการบำรุงรักษา (maintenance factor, MF) เป็นตัวประกอบของความคงอยู่ของความส่องสว่าง ซึ่งการที่ความสว่างที่ได้จากหลอดไฟลดลง เนื่องจากความสกปรกของหลอด เพราะฝุ่น การเสื่อมสภาพตามการใช้งาน การมีฝุ่นที่ผนังและเพดาน จะลดค่าการสะท้อนของพื้นผิวลงประเภทของตัวประกอบบำรุงรักษา

ก.) ตัวประกอบบำรุงรักษาดี (Good – Maintenance Factor) ติดตั้งใช้งานในสภาวะบรรยากาศที่ดีดวงโคมมีความสะอาด หลอดที่ใช้ มีการเปลี่ยนตามอายุใช้งานที่แท้จริง

ข.) ตัวประกอบบำรุงรักษาปานกลาง (Medium – Maintenance Factor) ติดตั้งใช้งานในสภาวะบรรยากาศที่มีเงื่อนไข ดวงโคมอาจไม่มีความสะอาดมากนัก หลอดที่ใช้ มีการเปลี่ยนหลังจากหลอดเดิมหมดสภาพ

ค.) ตัวประกอบบำรุงรักษาที่ไม่ดี (Poor – Maintenance Factor) ติดตั้งใช้งานในสภาวะบรรยากาศที่สกปรก อุปกรณ์ทุกอย่างของดวงโคม ไม่ได้รับการดูแลรักษา

ขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลัก คือสภาพความเสื่อมของหลอดไฟและความสกปรกของโคม เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$MF = LLD \times LDD \qquad (2.4)$$

ในที่นี้จะหาค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา ดังตารางที่ 2.7 มีการจัดประเภทห้องออกตามระดับของความสะอาดเป็น 3 กลุ่ม คือ สกปรก ปานกลาง และสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงค่าตัวประกอบการบำรุงรักษาตามระดับความสะอาด [8]

ระดับความสะอาด	LLD	LDD	MF
สะอาด	0.9	0.9	0.8
ปานกลาง	0.9	0.8	0.7
สกปรก	0.9	0.7	0.6

2.5.2.5 อัตราส่วนของระยะห่างระหว่างดวงโคมกับความสูงของดวงโคม

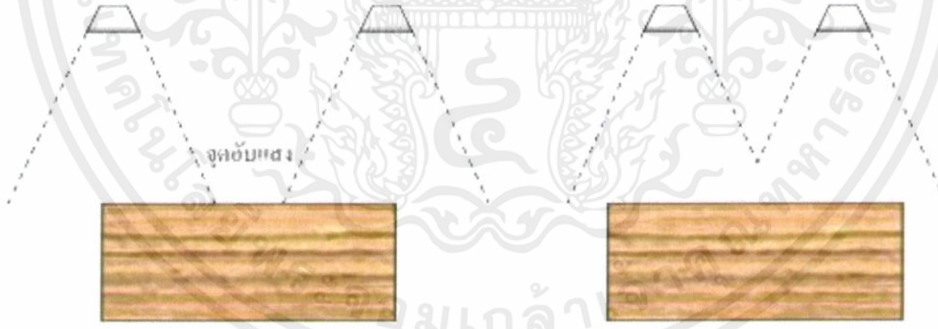
อัตราส่วนของระยะห่างระหว่างดวงโคมกับความสูงของดวงโคม (spacing per mounting height ratio or spacing criteria) ซึ่งจะระบุไว้ในตารางสัมประสิทธิ์ การใช้ประโยชน์ของโคมที่เลือกใช้

$$SC \leq \frac{S}{MH} \tag{2.5}$$

S คือ ระยะระหว่างโคม (spacing)

MH คือ ระยะจากผิวงานถึงโคม (mounting height)

อัตราส่วนของระยะห่างระหว่างดวงโคมกับความสูงของดวงโคมเป็นสิ่งที่จะต้องพิจารณาในการจัดวางตำแหน่งดวงโคม เพราะการออกแบบระบบแสงสว่างที่ดีไม่เพียงพอแต่จะต้องได้ปริมาณแสงเฉลี่ยทั้งพื้นที่ผิวของงานตามค่าที่กำหนดไว้เท่านั้น แต่จะต้องพยายามไม่ให้ปริมาณแสงบนพื้นงานที่จุดต่าง ๆมีค่าแตกต่างกันมากเกินไปอีกด้วย เพราะระยะติดตั้งที่มากเกินไป แนวของลำแสงไม่ทับซ้อนกัน ทำให้มีจุดอับแสงค่าระดับความสม่ำเสมอของแสงต่ำ



(ก) ระยะห่างมากเกินไป (ข) ระยะห่างเหมาะสม

ภาพที่ 2.19 ผลของระยะห่างของการติดตั้งดวงโคมที่เหมาะสมและมากเกินไป [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกอาคาร [4]

ในการออกแบบแสงสว่างภายนอก Garbage นั้นจะใช้โปรแกรม DIALux 4.13 ในการคำนวณค่าความเข้มแสงเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้ ตารางที่ 2.8 แสดงเกณฑ์คุณภาพแสงสว่างที่ต้องการ ค่าระดับความส่องสว่าง (Illuminance) สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่าง ๆภายในอาคาร ตามมาตรฐาน TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย โดย $\overline{E_m}$[lx] เป็นค่าความส่องสว่าง(ความเข้มแสง)เฉลี่ยขั้นต่ำ

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างเกณฑ์ความส่องสว่างภายนอกอาคารที่ต้องการ [4]

ชนิดของงานหรือกิจกรรมภายนอก	$\overline{E_m}$[lx]	หมายเหตุ
1. สถานที่สัญจรทั่วไปภายนอกอาคาร		
ทางเท้าที่ไม่มีพาหนะผ่าน	5	
ทางเท้าที่มีพาหนะความเร็วต่ำผ่าน(ไม่เกิน 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) เช่น รถจักรยาน รถเข็น	10	
ทางเท้าที่มีพาหนะความเร็วปานกลางผ่าน(ไม่เกิน 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) รวมถึงป้ายรถเมล์และที่จอดรถแท็กซี่	20	
ทางม้าลาย จุดกลับรถ และจุดขนถ่ายสินค้า	30	
ถนน		ดูมาตรฐาน/ข้อกำหนดไฟถนนที่เกี่ยวข้อง

2.7 การออกแบบวงจรย่อยและสายป้อนแสงสว่างหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า [2]

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าของสถานประกอบการต่าง ๆนั้น วิศวกรไฟฟ้าจะต้องออกแบบระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า (Electrical Distribution System) เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่บริภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างเพียงพอและเชื่อถือได้ ขนาดของระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้านั้นหาได้จากรายการโหลด (Load Schedule) และรายการสายป้อน (Feeder Schedule)

2.7.1 โหลดทางไฟฟ้า [2]

2.7.1.1 ชนิดของโหลด แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

ก.) โหลดต่อเนื่อง (Continuous Load) คือโหลดไฟฟ้าที่ใช้ติดต่อกันตั้งแต่ 3 ชั่วโมงขึ้นไป เช่น โหลดดวงโคมในสำนักงาน, เครื่องปรับอากาศ, เป็นต้น เพื่อให้ระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัยและเชื่อถือได้สูง บริภัณฑ์ไฟฟ้าสำคัญๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์, สายไฟฟ้า, เป็นต้น จะเผื่อพิกัดอีก 25% สำหรับโหลดต่อเนื่อง

ข.) โหลดไม่ต่อเนื่อง (Noncontinuous Load) คือโหลดไฟฟ้าที่ใช้ติดต่อกันไม่ถึง 3 ชั่วโมง เช่น เตาไฟฟ้า เป็นต้น ในการออกแบบที่ดีนั้น ถ้าไม่ทราบแน่ชัดว่าโหลดเป็นชนิดใดให้ถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่องจะเผื่อไว้ประมาณ 25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 คำนิยามที่ใช้เกี่ยวกับโหลด

ก.) Total Connected Load คือผลรวมทั้งหมดของโหลดไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับสถานประกอบการ คิดเป็น kVA หรือ MVA

ข.) Maximum Demand คือโหลดไฟฟ้าที่ใช้พร้อมกันสูงสุดในเวลาที่กำหนด คิดเป็น kVA หรือ MVA

ค.) Demand Factor (D.F.) คืออัตราส่วนของ Maximum Demand ต่อ Total Connected Load คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

2.7.1.3 การคำนวณโหลด

ขนาดของโหลดของบริภัณฑ์ไฟฟ้ากระแสสลับอาจคิดเป็นกระแส (A) หรือโวลต์แอมแปร์ (VA) หรือ kVA ก็ได้ แต่เนื่องจากการทำรายการโหลดและรายการสายป้อนส่วนมากคิดโหลดเป็น VA หรือ kVA ในที่นี้จึงคิดโหลดเป็น VA หรือ kVA

ก.) ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย

$$\text{โหลด (VA)} = V \times I \tag{2.6}$$

ข.) ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย

$$\text{โหลด (VA)} = \sqrt{3} \times V_L \times I \tag{2.7}$$

โดยที่ V = แรงดันระหว่างสายเฟสกับนิวทรัล (V)

V_L = แรงดันระหว่างสายเฟสกับเฟส (V)

I = กระแส (A)

ในกรณีที่ทราบขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในหน่วย วัตต์ (W) สามารถคำนวณขนาดให้เป็น VA เพื่อนำไปทำรายการโหลดได้ดังนี้ โดยทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังปรากฏ (Apparent power: S) กำลังจริง (Real power: P) และกำลังรีแอคทีฟ (Reactive power: Q)

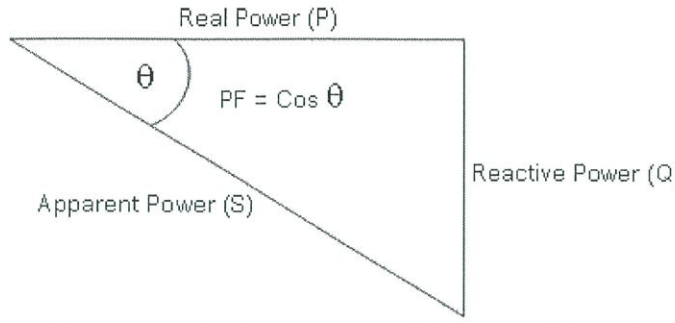
$$S = VI \quad \text{หน่วย (VA) โวลต์แอมแปร์} \tag{2.8}$$

$$P = VI\cos\theta \quad \text{หน่วย (W) วัตต์} \tag{2.9}$$

$$Q = VI\sin\theta \quad \text{หน่วย (VAR) วาร์} \tag{2.10}$$

สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของค่ากำลังไฟฟ้าทั้ง 3 ค่าสามารถนำมาเขียนในรูปสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.20 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าที่แสดงความสัมพันธ์ของค่ากำลังทางไฟฟ้าทั้งสาม (S,P,Q)

จากความสัมพันธ์ จะได้ว่า หากเราทราบขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในหน่วย วัตต์ (W) และทราบค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบ ($\cos\theta$: ค่าประกอบกำลัง) ของระบบก็จะสามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏได้

จาก $$VI = \frac{P}{\cos\theta}$$ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 230 V (2.11)

$$VI = \frac{P}{\sqrt{3}\cos\theta}$$ ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 400 V (2.12)

2.7.2 โหลดไฟฟ้าของสถานประกอบการ

2.7.2.1 ไฟฟ้าแสงสว่าง

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

ตารางที่ 2.9 ค่าโหลดของหลอด FL [2]

กำลังไฟฟ้า (W)	โหลด (VA)	
	LPF บัลลาสต์	HPF บัลลาสต์
18 (20)	90	40
36 (40)	100	60

2.7.2.2 เต้ารับ

เต้ารับเป็นบริภัณฑ์ซึ่งติดตั้งไว้ เพื่อความสะดวกในการใช้กับบริภัณฑ์ไฟฟ้าโดยโหลดเต้ารับที่ใช้งานทั่วไป 1-3 เต้าให้คำนวณโหลดจุดละ 180 VA หรือ 200 VA ก็ได้ ส่วน 4 เต้าให้ใช้ 360 VA

2.7.2.3 มอเตอร์

บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนมีอยู่มากมาย โหลดมอเตอร์โดยทั่วไปถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่อง ซึ่งมีทั้งแบบใช้ไฟฟ้า 1 เฟส 230 V หรือ 3 เฟส 400 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.4 ระบบปรับอากาศ

โหลดของระบบปรับอากาศประกอบด้วย โหลดมอเตอร์เป็นส่วนใหญ่ ในการประมาณโหลดของระบบปรับอากาศพบว่า มอเตอร์ขนาด 1 Hp (0.75 kW) จะขับเคลื่อนเครื่องทำความเย็นขนาดประมาณ 1 ตันความเย็น หรือประมาณ 1 kVA คอมเพรสเซอร์โดยทั่วไปจะเป็นโหลดประมาณ 55-70 % ของโหลดทั้งระบบ ดังนั้นจะได้ว่า

โหลดของระบบปรับอากาศ (kVA) = (1.5-1.8) x ตันความเย็น (2.13)

ตารางที่ 2.10 ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 1 เฟส 230 V [2]

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
1	12,000	1.5
1.5	18,000	1.7
2	24,000	2.6
3	36,000	4.2

ตารางที่ 2.11 ค่าโหลดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 3 เฟส 400 V [2]

ความจุ (Capacity)		โหลด (kVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
4	48,000	6.1
5	60,000	7.8
6	72,000	9.7
7	84,000	12
8	96,000	13
9	108,000	14
10	120,000	16
12.5	150,000	19
15	180,000	23
20	240,000	35
25	300,000	50
30	360,000	56
35	420,000	58
40	480,000	70
50	600,000	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.5 อุปกรณ์ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้าในการทำงานมีอยู่มากมาย เช่น เตารีด, Water Heater เป็นต้น โหลดทางไฟฟ้าสามารถอ่านค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จาก Name Plate

2.7.3 การแบ่งวงจรไฟฟ้า [2]

ระบบไฟฟ้าในส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้า เช่น อาคารที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ จะประกอบไปด้วยวงจรไฟฟ้าต่าง ๆมากมายหลายวงจร เพื่อให้สะดวกต่อการออกแบบ และติดตั้ง จึงได้แบ่งวงจรไฟฟ้าเหล่านี้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.7.3.1 วงจรย่อย (Branch Circuit)

2.7.3.2 วงจรสายป้อน (Feeder Circuit)

2.7.3.3 วงจรประธาน (Main Circuit)

2.7.4 วงจรย่อย (Branch Circuit) [2]

วงจรย่อย คือ ส่วนของวงจรไฟฟ้า ที่ต่อมาจากบริภัณฑ์ป้องกันตัวสุดท้ายกับจุดต่อโหลด โดยที่บริภัณฑ์ที่ป้องกันนี้จะมีหน้าที่ป้องกันสายวงจรย่อยนั้นเท่านั้น แบ่งออกเป็น วงจรย่อยแสงสว่างหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า และวงจรย่อยมอเตอร์ (ไม่ได้กล่าวถึงในรายงานเล่มนี้)

2.7.4.1 วงจรย่อยแสงสว่างหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ

ก.) วงจรย่อยแสงสว่าง

ข.) วงจรเต้ารับ

ค.) วงจรย่อยแสงสว่างและเต้ารับ

ง.) วงจรย่อยเฉพาะ

2.7.4.2 การคำนวณโหลดวงจรย่อย

วงจรย่อยต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่

$$L_{BC} = \sum L \tag{2.14}$$

โดยที่ L_{BC} = โหลดวงจรย่อย (A, VA)

$\sum L$ = ผลรวมของโหลด (A, VA)

2.7.4.3 ขนาดตัวนำวงจรย่อย

ตัวนำวงจรย่อย ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดที่คำนวณได้ และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 mm^2

$$I_{BC} \geq I_{CB} \geq I_L$$

โดยที่ I_{BC} = พิกัดตัวนำวงจรย่อย (A)

I_L = โหลดของวงจรย่อย (A)

I_{CB} = พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4.4 การหาขนาดสายไฟฟ้า

ขั้นตอนการหาขนาดสายไฟฟ้า อาจแบ่งได้เป็น 8 ขั้นตอน ตามตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ขั้นตอนการเลือกขนาดสายไฟฟ้า [7]

ขั้นตอนที่	วิธีคิดหาขนาดสายไฟฟ้า
1	คำนวณโหลด หาเป็นกระแสโหลด (I_L)
2	กำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน (I_{CB})
3	เลือกวิธีติดตั้ง เช่น การติดตั้งในท่อร้อยสาย เป็นต้น
4	เลือกชนิดของสายไฟฟ้า - ชนิดฉนวน PVC, XLPE - จำนวนแกน 1, 2, 3, 4 Cores
5	เลือกลักษณะการติดตั้ง (ตารางที่ ข-5 ในภาคผนวก ข.) กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และเลือกตารางที่ใช้ในตารางที่ ข-2, ข-3 ในภาคผนวก ข.
6	หาตัวคูณปรับค่า Rating Factors
7	หาขนาดกระแสสายไฟฟ้า $I_{กระแสสายไฟฟ้า} \geq I_{CB} / (C_a \times C_g)$ C_a = Ambient Rating Factor C_g = Group Rating Factor
8	เลือกขนาดสายไฟฟ้าจากตารางที่เลือกไว้

จากตารางที่ 2.12 ตัวคูณปรับค่า จะมีทั้งตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิ หรือ ตัวคูณปรับค่าจำนวนกลุ่มวงจร ทั้งนี้ตัวคูณปรับค่าเหล่านี้จะมีความสำคัญ ยกตัวอย่างเช่น ตัวปรับค่าอุณหภูมิ เนื่องจากตามตารางขนาดสายไฟฟ้ามาตรฐาน วสท. จะมีการกำหนดขนาดอุณหภูมิโดยรอบเอาไว้ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิจะมีผลต่อการต้านทานกระแสไฟฟ้าของฉนวนด้วย

2.7.4.5 การป้องกันกระแสเกิน

ขนาดพิกัดของ CB ที่นิยมใช้คือ 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A และ 63 A

2.7.4.6 ขนาดพิกัดวงจรย่อย

ขนาดพิกัดวงจรย่อยให้เรียกตามขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน เช่น ถ้าวงจรย่อยมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน 20 A ก็เรียกว่า CB 20 A เป็นต้น

2.7.4.7 แรงดันตกของวงจรย่อยและสายป้อน

แรงดันตกในวงจรย่อยและสายป้อนจะต้องรักษาไว้ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้บริภัณฑ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปจะต้องออกแบบให้แรงดันตกในวงจรย่อยไม่เกิน 2-3 % ของแรงดันพิกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแรงดันตกสำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$VD = \frac{VD\,(T) \times I \times L}{1000}\ (V) \qquad (2.15)$$

VD = แรงดันตกในวงจรย่อย (V)

VD (T) = ค่าแรงดันตกตามตารางที่ 3.6 และตารางที่ 3.8 (mV/A/m)

I = กระแสในวงจรย่อย (A)

L = ความยาวของสายวงจรย่อย (m)

2.7.5 สายป้อน [2]

สายป้อน หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่รับไฟจาสายประธานไปจนถึงบริภัณฑ์ไฟฟ้าป้องกันวงจรย่อย

2.7.5.1 การคำนวณสายป้อน

สายป้อนต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับจ่ายโหลด และต้องไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจรย่อย เมื่อใช้ดีมานด์แฟคเตอร์

$$LF = \sum L_{BC} \times D.F. \qquad (2.16)$$

โดยที่ LF = โหลดของสายป้อน (A, VA)

$\sum L_{BC}$ = ผลรวมของโหลดวงจรย่อย (A, VA)

DF = ดีมานด์แฟคเตอร์ (%)

ค่า D.F. ที่นิยมใช้คือ

ก.) D.F. สำหรับโหลดแสงสว่างตามตารางที่ ก-1 ในภาคผนวก ก.

ข.) D.F. สำหรับเต้ารับที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย และคิดจุดละ 180 VA ตามตารางที่ ก-1 ในภาคผนวก ก.

ค.) D.F. สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปตามตารางที่ ก-2 ในภาคผนวก ก.

ง.) D.F. เต้ารับในอาคารที่อยู่อาศัยที่ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทราบโหลดแน่นอน ให้คำนวณโหลดจากเต้ารับที่มีขนาดสูงสุด 1 เครื่อง รวมกับร้อยละ 40 ของขนาดเต้ารับที่เหลือ

จ.) D.F. นี้ให้ใช้กับการคำนวณสายป้อนเท่านั้น ห้ามใช้กับการคำนวณวงจรย่อย

2.7.5.2 ขนาดตัวนำสายป้อน

ตัวนำสายป้อน ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดที่คำนวณได้ และไม่น้อยกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน ขนาดตัวสายป้อนต้องไม่เล็กกว่า 4 mm^2

$$I_F \geq I_{CB} \geq I_L$$

โดยที่ I_F = พิกัดกระแสตัวนำสายป้อน (A)

I_L = กระแสโหลด (A)

I_{CB} = พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 230/400 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติให้ Total Connected Load = L kVA

$$I_L \geq \frac{L \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$I_L = 1.44 \times L \quad (2.17)$$

เนื่องจากโหลดรวมจากรายการโหลดจะประกอบไปด้วยโหลดหลายชนิด ทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ดังที่กล่าวไปแล้วเพื่อเป็นการเผื่อโหลดในอนาคต จะถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่องทั้งหมด

$$I_F = 1.25 \times 1.44 \times L = 1.80 \times L \quad (2.18)$$

2.7.5.3 การป้องกันกระแสเกิน

สายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสเกิน ขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องสอดคล้องกับโหลดสูงสุดที่คำนวณได้

2.7.6 การจัดทำรายการโหลด (Load Schedule) [2]

ในการจัดทำรายการโหลดของระบบไฟฟ้าที่ได้ออกแบบไปแล้วนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V และ ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 230/400 V เนื่องจากในการจัดทำรายการโหลดนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ดังนั้นในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะวิธีจัดทำรายการโหลดของระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก.) ทำรายการคำนวณหาโหลดของวงจรย่อยต่าง ๆ โดยเริ่มจากวงจรย่อยไฟฟ้าแสงสว่าง, วงจรย่อยเต้ารับ, วงจรย่อยโหลดเฉพาะ, วงจรย่อยเครื่องปรับอากาศ, และวงจรย่อยมอเตอร์

ข.) ทำการจัดวงจรย่อยแสงสว่าง โดยให้ใช้หมายเลขวงจรย่อยตามลำดับ คือ 1(A), 3(B), 5(C)

ค.) ทำการจัดวงจรเต้ารับ

ง.) ทำการจัดวงจรย่อยโหลดเฉพาะ

จ.) ทำการจัดวงจรย่อยของเครื่องปรับอากาศ

ฉ.) ทำการจัดวงจรย่อยของมอเตอร์

ช.) หลังจากที่ได้ทำการจัดวงจรย่อยของโหลดต่าง ๆ จนครบแล้ว ก็ต้องจัดให้มีวงจรย่อยสำรอง (Spare Breanch Circuit) และวงจรย่อยว่าง (Space Branch Circuit) โดยวงจรย่อยสำรองเป็นวงจรที่มี CB ติดตั้งอยู่ แต่ไม่มีการจ่ายโหลด จึงไม่ต้องติดตั้งสายไฟฟ้า ส่วนวงจรย่อยว่างจะไม่มี CB ติดตั้งอยู่ มีแต่ช่องว่างเท่านั้น โดยในการออกแบบควรให้มีวงจรย่อยสำรองและวงจรย่อยว่างประมาณ 20-30 % ของวงจรทั้งหมด ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงขนาดของแผงย่อยด้วย ซึ่งแผงย่อยจะมีจำนวนวงจรมาตรฐานเป็น 12, 18, 24, 30, 36 และ 42 วงจร

ซ.) ทำการรวมโหลดของแต่ละเฟสแล้วตรวจดูว่าโหลดแต่ละเฟสสมดุลหรือไม่ โดยการสมดุลที่ดีคือมีความแตกต่างกันไม่เกิน 20 % ถ้าโหลดยังไม่สมดุลให้ทำการจัดสลับหมายเลขวงจรเพื่อให้โหลดแต่ละเฟสมีความสมดุลกันดีขึ้น จากนั้นก็รวมโหลดแต่ละเฟสเข้าด้วยกันได้เป็นโหลดติดตั้งทั้งหมด
(Total Connected Load)

ฌ.) จากโหลดติดตั้งทั้งหมดที่ได้ สามารถนำไปคำนวณหาขนาดของสายป้อน และขนาดของ CB ที่ป้องกันสายป้อนนั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.7 ท่อสาย [2]

การป้องกันสายไฟฟ้า ไม่ให้ได้รับความเสียหายและสามารถใช้งานได้ยาวนาน ในปัจจุบันจึงนิยมที่จะเดินสายไฟฟ้าในท่อสาย (Raceways) ท่อสายเป็นอุปกรณ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อกลมหรือช่องสีเหลี่ยมผิวในเรียบใช้ในการเดินสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ

2.7.7.1 ชนิดของท่อสาย

ก.) ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)

ข.) ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)

ค.) ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)

ง.) ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit)

จ.) ท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit)

ฉ.) รางเดินสาย (Wireways)

ช.) รางเดินสายประกอบ (Auxiliary Gutters)

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่อโลหะหนาปานกลาง IMC เพราะนำไปใช้เดินสายไฟฟ้าในการออกแบบ

2.7.7.2 ท่อโลหะหนาปานกลาง(Intermediate Metal Conduit, IMC)

ภาพที่ 2.21 ตัวอย่างท่อ EMT, IMC และ RSC

ก.) มีความหนาแน่นน้อยกว่าท่อ RMC

ข.) ใช้แทนท่อ RMC ได้ สถานที่ใช้งาน

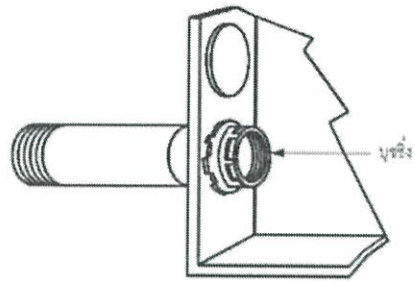
ค.) ทุกสถานที่เช่นเดียวกับท่อ RMC ขนาดมาตรฐาน

ง.) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm (1/2") - 100 mm (4")

จ.) ความยาวท่อนละ 3 m การติดตั้ง

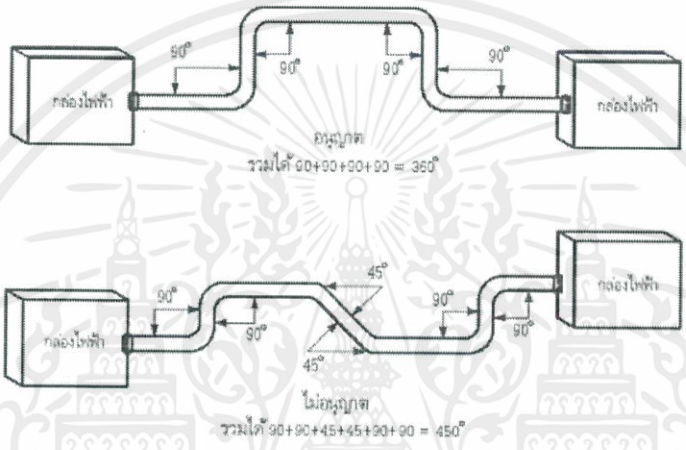
ฉ.) การต่อท่อเข้ากับเครื่องประกอบ ต้องใช้บุชชิง (Bushing) เพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



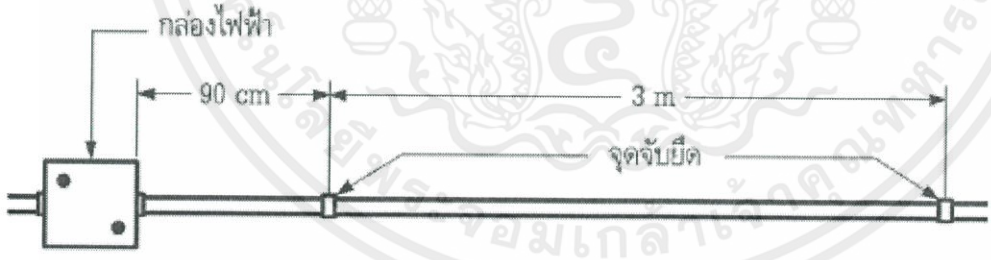
ภาพที่ 2.22 บุชชิ่ง [2]

ช.) มุมดัดโค้งของท่อระหว่างจุดดึงสาย รวมกันต้องไม่เกิน 360 องศา



ภาพที่ 2.23 มุมดัดโค้งงอระหว่างการดึงสาย [2]

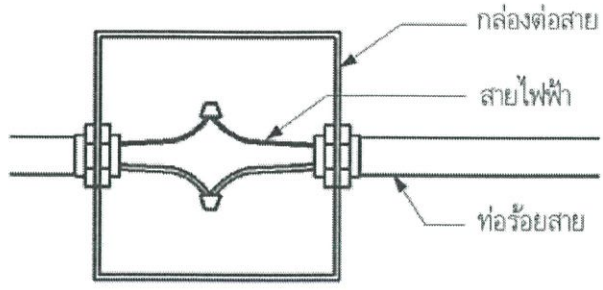
ซ.) การเดินท่อต้องมีการจับยึดให้แข็งแรง ระยะห่าง 3.0 m ห่างจาก กล่องไฟฟ้าไม่เกิน 0.9m



ภาพที่ 2.24 การจับยึดท่อ [2]

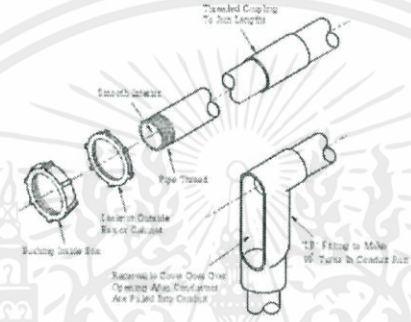
ฌ.) การต่อสายและการต่อแยก ต้องทำภายในกล่องไฟฟ้า (Boxe) ปริมาณของ สาย, ฉนวน, หัวต่อสาย ต้องไม่เกิน 75 % ของกล่องไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.25 การต่อแยกสาย [2]

ญ.) การต่อท่อ ทำเกลียวที่ปลายท่อ ขันด้วยข้อต่อ (Coupling)



ภาพที่ 2.26 การต่อท่อ [2]

2.7.7.3ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit)

ก.) ทำจากเหล็กชุบสังกะสี

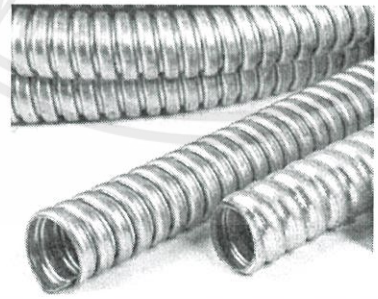
ข.) มีความอ่อนตัวสูง

ค.) สามารถโค้งงอได้

ง.) ขนาดมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm (1/2”) - 80 mm (3”)

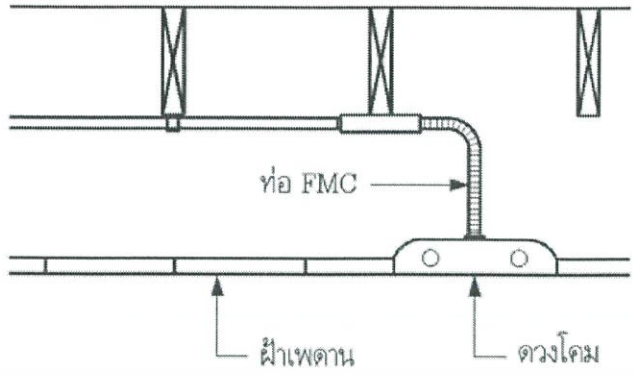
จ.) ความยาวท่อนละ 3 m

ฉ.) ใช้งานกับอุปกรณ์หรือการเดินสายไฟฟ้าที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน



ภาพที่ 2.27 ท่อโลหะอ่อน [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.28 การใช้งานท่อโลหะอ่อน [2]

2.7.7.4 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

การเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย เป็นแบบการติดตั้งที่มีการใช้มากที่สุด จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายจะต้องมีจำนวนไม่มากเกินไป ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

ก.) เมื่อมีกระแสไหลผ่านสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น จึงจำเป็นต้องมีที่ว่างสำหรับการระบายความร้อน

ข.) พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าต้องเล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายพอสมควร เพื่อให้การดึงสายไฟฟ้าทำได้สะดวก และไม่ทำลายฉนวนของสายไฟฟ้า เปอร์เซ็นต์สูงสุดของพื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้า ต่อพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย ต้องได้ตามตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ [2]

จำนวนสายในท่อร้อยสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิด **ยกเว้น** สายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

ทั้งนี้ตารางจำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าที่ผ่านการคำนวณของสายไฟฟ้า IEC01 และ XLPE สามารถดูได้ตามตารางที่ ค-1 และ ค-2 ในภาคผนวก ค.

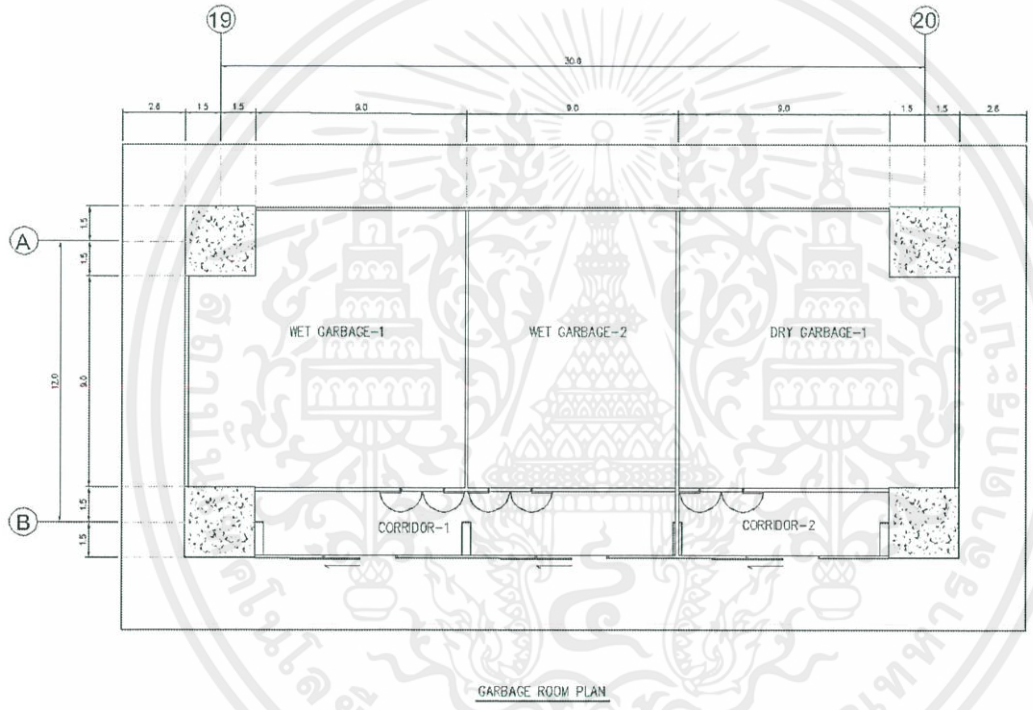
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบระบบไฟฟ้าห้องเก็บขยะ (Garbage Room)

บทนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ 1.ระบบไฟฟ้า แสดงการคำนวณโหลดที่ใช้ในการออกแบบห้องเก็บขยะ ชนิดขนาดของสายไฟและท่อร้อยสายไฟที่ใช้ 2.ระบบแสงสว่าง แสดงการคำนวณจำนวนโคมที่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ที่ออกแบบ 3.ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แสดงการออกแบบตำแหน่งการติดตั้งให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ออกแบบ

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ



ภาพที่ 3.1 แบบแสดงพื้นที่แต่ละส่วนภายในห้องเก็บขยะ (Garbage Room)

ในพื้นห้องเก็บขยะ (Garbage Room) แบ่งพื้นที่เป็น 5 ส่วน คือ Wet Garbage Room.1, Wet Garbage Room.2, Dry Garbage Room, Corridor-1, Corridor-2 ระบบที่ออกแบบเพื่อใช้งานมี 3 ระบบดังนี้

ก.) ระบบไฟฟ้าทั่วไป (Power System)

ข.) ระบบแสงสว่าง (Lighting System)

ค.) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเก็บขยะ

WET GARBAGE-1 และ DRY GARBAGE (ขนาดพื้นที่เท่ากัน)

จากข้อมูลที่มีห้อง WET GARBAGE-1 กว้าง 12 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 4.05 เมตร (เมื่อคิดขนาดเสามุมห้อง พื้นที่ห้องนี้มีขนาด 135 ตารางเมตร) พื้นที่การทำงานสูง 0.75 เมตร เลือกโคมไฟฟลูออเรสเซนต์กันน้ำ ติดตั้งเสมอกับเพดาน โดยโคมไฟมีฟลักซ์ส่องสว่าง 6,500 ลูเมน จากภาพที่ 2.17 การกำหนดส่วนต่างๆของห้องจะได้ว่า

L = 12 เมตร

W= 12 เมตร

HCC = 0.09 เมตร

HRC = 3.21 เมตร

HFC = 0.75 เมตร

ขั้นตอนการออกแบบ

ก.) วิเคราะห์ชนิดของดวงโคมเพื่อเลือกสมการ จากโจทย์เป็นโคมชนิดส่องแสงโดยตรง จึงเลือกใช้

$$K_r = \frac{W \times L}{HRC\,(W+L)} \qquad (3.1)$$

$$= \frac{12 \times 12}{3.21\,(12+12)}$$

$$= 1.87$$

ข.) หาค่า CU โดยพิจารณาจากตารางที่ 2.6 ว่าเพดานเป็นสีขาว ผนังเป็นสีเทาอ่อน และพื้นเป็นคอนกรีต ได้ว่า ρc เท่ากับ 70%, ρw เท่ากับ 50%, และρf เท่ากับ 20%

จากตารางสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของโคมไฟฟลูออเรสเซนต์กันน้ำ 2x36 W ที่ ง-1 ในภาคผนวก ง. ได้ว่า Kr = 1.87 ρc = 70% ρw = 50% ρf = 20% ได้ CU = 0.467

ค.) หา LLD และ LDD หรือ MF จากตารางที่ 2.7 ที่การบำรุงรักษาระดับปานกลาง ได้ MF = 0.7

ง.) กำหนดความเข้มแสง จากตารางที่ 2.5 ค่าความเข้มแสงของพื้นที่ภายในอาคารทั่วไป (ห้องเก็บของ) ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยต่ำสุดของพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 100 ลักซ์

จ.) คำนวณหาฟลักซ์ส่องสว่างทั้งหมด

$$\Phi = \frac{E \times A}{CU \times MF} \qquad (3.2)$$

$$\Phi = \frac{100 \times 144}{0.467 \times 0.7}$$

$$= 44{,}050.168 \text{ lm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ.) หาจำนวนโคม

$$N = \frac{\text{ฟลักซ์ส่องสว่างทั้งหมด}}{\text{ฟลักซ์ส่องสว่างต่อโคม}} \quad (3.3)$$

$$N = \frac{44{,}050.168}{6{,}500}$$

= 6.776 โคม เลือกใช้จริง 8 โคม

ช.) ระยะระหว่างโคม

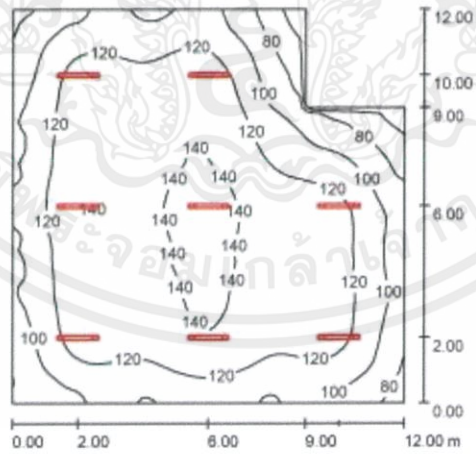
พื้นที่ของ 1 โคม = $\frac{135}{8}$ = 16.875 ตารางเมตร

ระยะระหว่างโคม S $\leq\sqrt{16.875}\leq$4.107 เมตร เลือกระยะระหว่างโคมที่ 4 เมตร

ทั้งนี้ในการตรวจสอบระยะการติดตั้งที่เหมาะสมนั้น สามารถตรวจสอบได้จากอัตราส่วนของระยะห่างระหว่างดวงโคมกับความสูงของดวงโคม (spacing per mounting height ratio or spacing criteria) ซึ่งจะระบุไว้ในตารางสัมประสิทธิ์ การใช้ประโยชน์ของโคมที่เลือกใช้ แต่ในกรณีนี้ตารางสัมประสิทธิ์ไม่ได้กำหนดอัตราส่วนของระยะห่างระหว่างดวงโคมกับความสูงของดวงโคม จึงใช้โปรแกรม Dialux 4.13 Light ในการตรวจสอบความเหมาะสมในการติดตั้งและใช้คำนวณค่าความเข้มแสงที่ตกกระทบในพื้นที่ทำงานหลังการติดตั้งแล้ว ดังนี้

ช.) แผนผังการติดตั้ง

จากการคำนวณระยะในข้อ ช.) เลือกระยะห่างระหว่างโคม 4 เมตร จำลองการติดตั้งและคำนวณค่าความเข้มแสงตกกระทบโดยใช้โปรแกรม Dialux 4.13 Light ภาพที่ 3.2

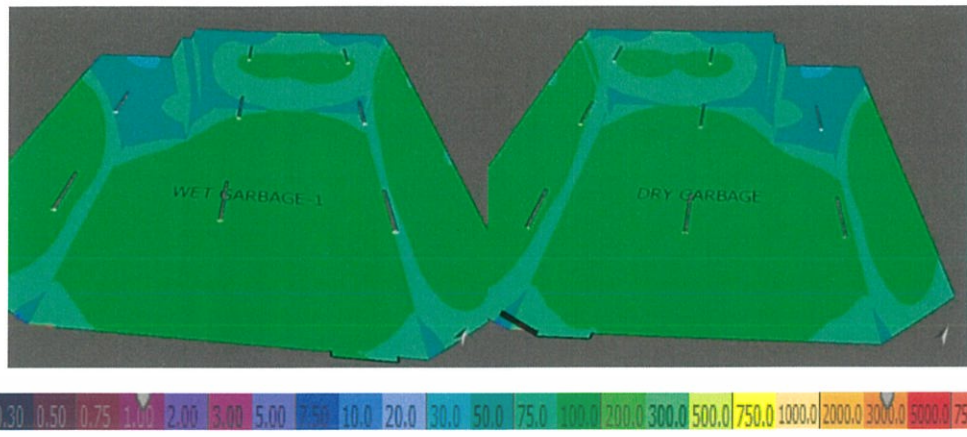


ภาพที่ 3.2 แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมในห้อง WET GARBAGE-1 และ DRY GARBAGE

ฌ.) ตรวจสอบความเหมาะสมของระยะห่างระหว่างดวงโคม

จากภาพที่ 3.3 แสดงปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบพื้นผิวของห้อง สังเกตได้ว่าความเข้มแสงที่เกิดขึ้นมีความสม่ำเสมอกันตลอดในพื้นที่ที่จะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 แสดงปริมาณความเข้มแสงตกกระทบพื้นผิวห้อง WET GARBAGE-1 และ DRY GARBAGE

ญ.) ค่าความเข้มแสงที่ตกกระทบพื้นที่ผิวต่าง ๆ

จากตารางที่ 3.1 ซึ่งตามมาตรฐานกำหนดให้พื้นที่ภายในอาคารทั่วไปในส่วนที่เป็นห้องเก็บของ ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยขั้นต่ำของพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 100 ลักซ์ โดยจากผลลัพธ์ในพื้นที่ทำงาน ได้ 118 ลักซ์

ตารางที่ 3.1 ผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงที่ได้จากโปรแกรม Dialux 4.13 Light

Surface	ρ[%]	E_{av}[lx]	E_{min}[lx]	E_{max}[lx]	U_o
Workplan	-	118	54	149	0.461
Ceiling	70	48	25	253	0.521
Wall	50	81	45	143	-
Floor	20	108	62	134	0.571

WET GARBAGE-2

จากข้อมูลที่มีห้อง WET GARBAGE-2 กว้าง 9 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 4.05 ห้องมีพื้นที่ขนาด 108 ตารางเมตร พื้นที่การทำงานสูง 0.75 เลือกโคมไฟฟลูออเรสเซนต์กันน้ำ ติดตั้งเสมอกับเพดาน โดยโคมไฟมีฟลักซ์ส่องสว่าง 6,500 ลูเมน จากภาพที่ 2.17 การกำหนดส่วนต่าง ๆของห้องจะได้ว่า

L = 12 เมตร

W= 9 เมตร

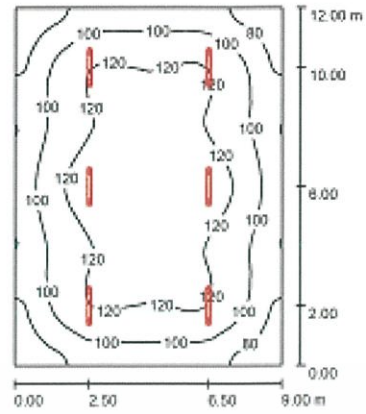
HCC = 0.09 เมตร

HRC = 3.21 เมตร

HFC = 0.75 เมตร

จากการคำนวณจำนวนโคมที่เหมาะสมจำลองการติดตั้งและแสดงค่าความเข้มแสงตกกระทบโดยใช้โปรแกรม Dialux 4.13 Light ภาพที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมในห้อง WET GARBAGE-2

จากตารางที่ 3.2 ซึ่งตามมาตรฐานกำหนดให้พื้นที่ภายในอาคารทั่วไปในส่วนที่เป็นห้องเก็บ ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยขั้นต่ำของพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 100 ลักซ์ โดยจากผลลัพธ์ในพื้นที่ทำงาน ได้ 107 ลักซ์

ตารางที่ 3.2 ผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงที่ได้จากโปรแกรม Dialux 4.13 Light

Surface	ρ[%]	E_{av}[lx]	E_{min}[lx]	E_{max}[lx]	U_o
Workplan	-	107	64	136	0.599
Ceiling	70	45	28	249	0.619
Wall	50	74	46	105	-
Floor	20	97	65	120	0.668

CORRIDOR-1

จากข้อมูลที่มีห้อง CORRIDOR-1 กว้าง 3 เมตร ยาว 18 เมตร สูง 4.05 ห้องมีพื้นที่ขนาด 54 ตารางเมตร พื้นที่การทำงานสูง 0.75 เมตร เลือกโคมไฟฟลูออเรสเซนต์กันน้ำ ติดตั้งเสมอกับเพดาน โดยโคมไฟมีฟลักซ์ส่องสว่าง 6500 ลูเมน จากภาพที่ 2.17 การกำหนดส่วนต่าง ๆของห้องจะได้ว่า

L = 18 เมตร

W= 3 เมตร

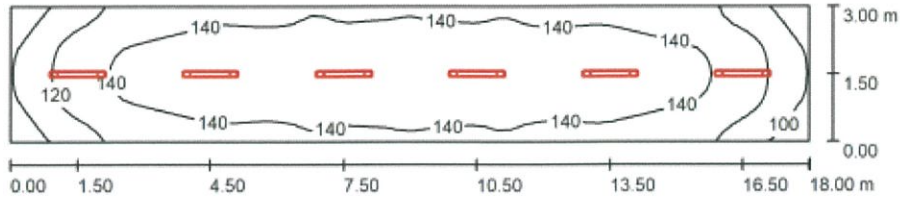
HCC = 0.09 เมตร

HRC = 3.21 เมตร

HFC = 0.75 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณจำนวนโคมที่เหมาะสมจำลองการติดตั้งและแสดงค่าความเข้มแสงตกกระทบโดยใช้โปรแกรม Dialux 4.13 Light ภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมในห้อง CORRIDOR-1

จากตารางที่ 3.3 ซึ่งตามมาตรฐานกำหนดให้พื้นที่ภายในอาคารทั่วไปในส่วนที่เป็นห้องเก็บ ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยขั้นต่ำของพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 100 ลักซ์ โดยจากผลลัพธ์ในพื้นที่ทำงาน ได้ 138 ลักซ์

ตารางที่ 3.3 ผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงที่ได้จากโปรแกรม Dialux 4.13 Light

Surface	ρ[%]	E_{av}[lx]	E_{min}[lx]	E_{max}[lx]	U_o
Workplan	-	138	88	158	0.638
Ceiling	70	83	48	272	0.582
Wall	50	115	50	214	-
Floor	20	118	82	133	0.700

CORRIDOR-2

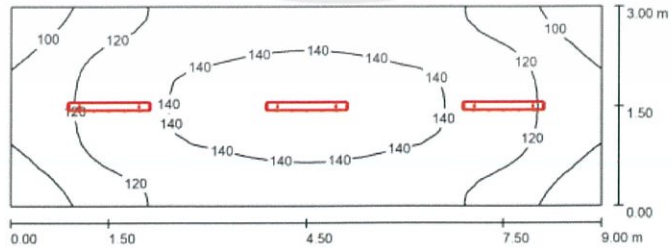
จากข้อมูลที่มีห้อง CORRIDOR-1 กว้าง 3 เมตร ยาว 9 เมตร สูง 4.05 ห้องมีพื้นที่ขนาด 27 ตารางเมตร พื้นที่การทำงานสูง 0.75 เลือกโคมไฟฟลูออเรสเซนต์กันน้ำ ติดตั้งเสมอกับเพดาน โดยโคมไฟมีฟลักซ์ส่องสว่าง 6500 ลูเมน จากภาพที่ 2.17 การกำหนดส่วนต่าง ๆของห้องจะได้ว่า

L = 9 เมตร HRC = 3.21 เมตร

W= 3 เมตร HFC = 0.75 เมตร

HCC = 0.09 เมตร

จากการคำนวณจำนวนโคมที่เหมาะสมจำลองการติดตั้งและแสดงค่าความเข้มแสงตกกระทบโดยใช้โปรแกรม Dialux 4.13 Light ภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมในห้อง CORRIDOR-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

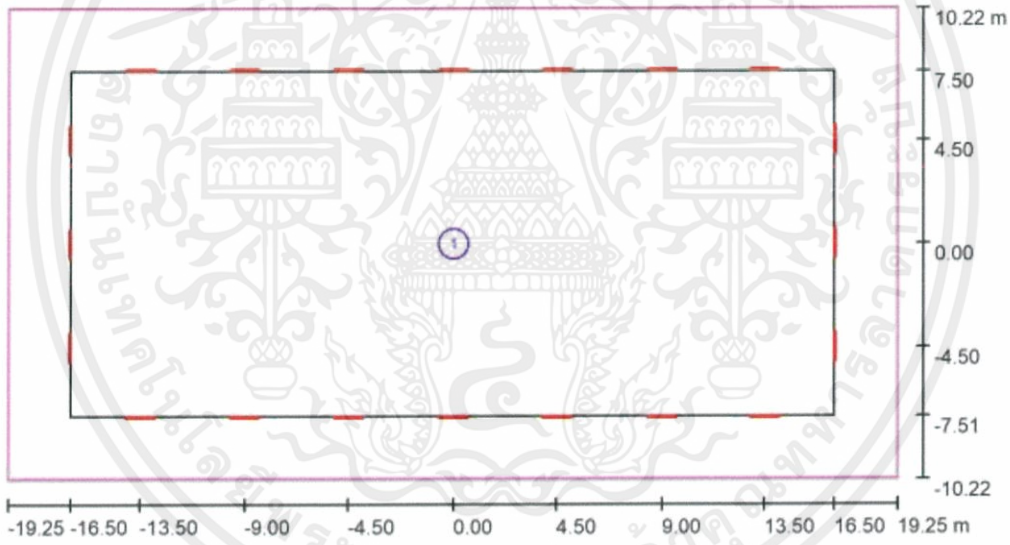
จากตารางที่ 3.4 ซึ่งตามมาตรฐานกำหนดให้พื้นที่ภายในอาคารทั่วไปในส่วนที่เป็นห้องเก็บ ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยต่ำสุดของพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 100 ลักซ์ โดยจากผลลัพธ์ในพื้นที่ทำงาน ได้ 126 ลักซ์

ตารางที่ 3.4 ผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงที่ได้จากโปรแกรม Dialux 4.13 Light

Surface	ρ[%]	E_{av}[lx]	E_{min}[lx]	E_{max}[lx]	U_o
Workplan	-	126	90	149	0.716
Ceiling	70	81	48	269	0.591
Wall	50	106	49	205	-
Floor	20	105	81	121	0.768

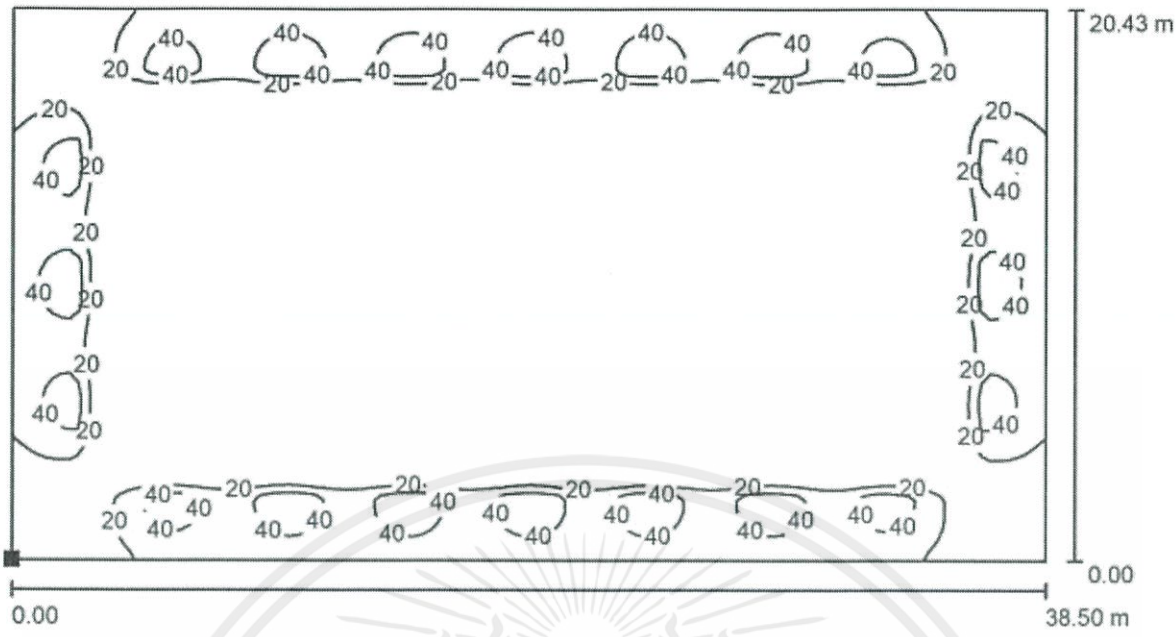
3.3 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกห้องเก็บขยะ

จากการใช้โปรแกรม Dialux 4.13 วางตำแหน่งดวงโคมเพื่อคำนวณค่าความเข้มแสงตกกระทบพื้นที่ที่ทางเดินภายรอบห้องเก็บขยะได้ผลดังภาพที่ 3.7 และ 3.8 โดยค่าความเข้มแสงเฉลี่ยคำนวณได้ 12 ลักซ์ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 10 ลักซ์ [4]



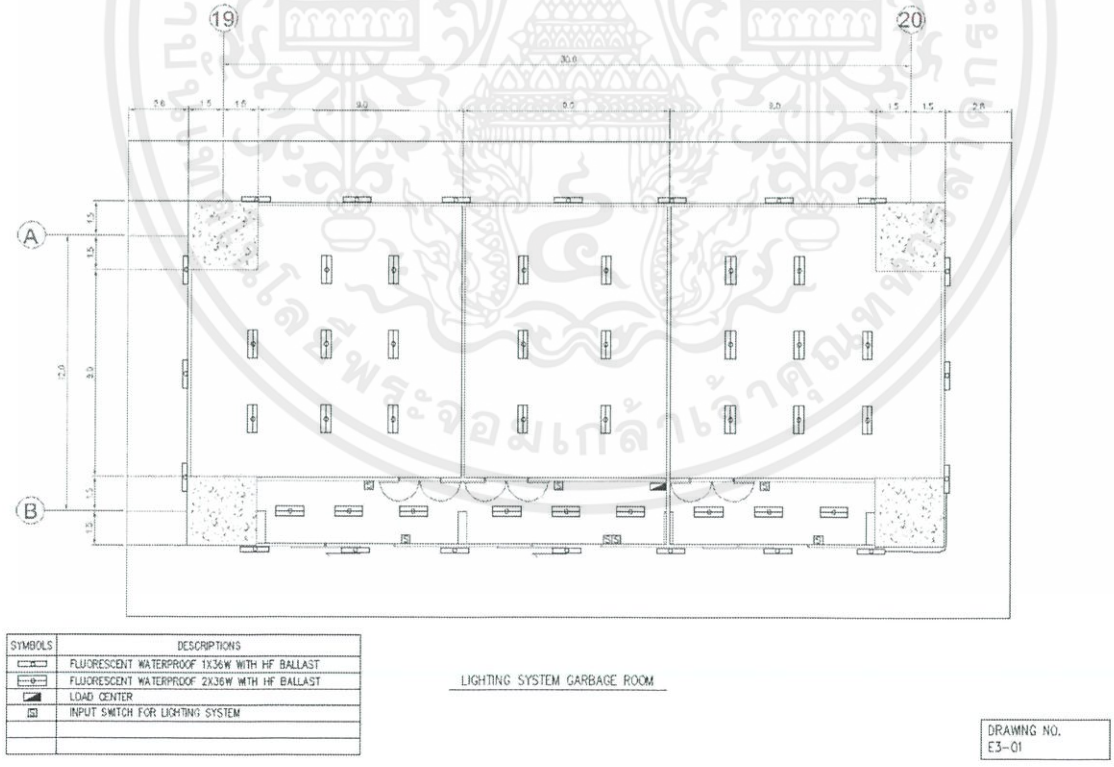
ภาพที่ 3.7 แสดงตำแหน่งการติดตั้งโคมภายนอกห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 แสดงเส้นความเข้มแสงในบริเวณทางเดินรอบ GARBAGE ROOM

จากการออกแบบและการคำนวณเพื่อหาจำนวนโคมที่จะใช้เพื่อความเหมาะสมและให้มีความเข้มแสงตกกระทบสอดคล้องกับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด จัดทำแบบแสดงตำแหน่งและการโยงวงจรด้วยโปรแกรม AutoCAD ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 แบบแสดงตำแหน่งติดตั้ง Lighting System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การคำนวณโหลด เลือก CB เลือกสายไฟ และท่อร้อยสาย

เนื่องจากโหลดไฟฟ้าแสงสว่างถือว่าเป็นโหลดไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง ดังนั้นต้องใช้งานไม่เกิน 80% ของวงจรย่อย การเลือกใช้งานสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายดังตารางที่ 3.5 รวมทั้งวิธีการคำนวณหากระแสในวงจรย่อยแสงสว่าง เพื่อหาขนาดสาย และขนาดของ CB ของแต่ละพื้นที่การใช้งาน

ตารางที่ 3.5 แสดงการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟฟ้า และท่อร้อยสาย

ชื่อวงจร	เซอร์กิตเบรกเกอร์			สายไฟฟ้า		ท่อร้อยสาย	
	POLE	AT	AF	SIZE sq.mm	TYPE	SIZE (mm.)	TYPE
LC-GB-1	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
LC-GB-3	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
LC-GB-5	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
LC-GB-7	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
LC-GB-9	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
LC-GB-11	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
LC-GB-13	1	16	60	2x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
LC-GB-15	1	16	60	2x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
LC-GB-17	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
LC-GB-19	1	20	60	-			
LC-GB-21	1	20	60	-			
LC-GB-23	1	20	60	-			
LC-GB-2,4,6	3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
LC-GB-8,10,12	3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
LC-GB-14,16,18	3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
LC-GB-20,22,24	3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
LC-GB-26,28,30	3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
LC-GB-32,34,36	3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC

<u>วิธีการคำนวณ</u>

WET GARBAGE ROOM.1

วงจรย่อยแสงสว่างหลอด Fluorescent waterproof

<u>LC-GB-1</u> จ่ายไฟให้ดวงโคม FL 2x36W HPF จำนวน 8 ชุด

โดย FL 2x36W HPF คิดโหลด = 2x60 = 120 VA

ดังนั้น โหลดทั้งหมดของวงจรย่อยนี้คือ 8x120 = 960 VA

จะได้ $I_L = \frac{960}{230} = 4.17$ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรย่อยควรใช้ 60-80% ของพิกัด

ในที่นี้จะใช้ 80% ของพิกัด CB 16 AT จะได้กระแส 12.8 A (ซึ่งมากกว่า I_L = 4.17 A)

เนื่องจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมี AT(Ampere Trip) เป็นลำดับดังนี้ 16, 20, 25, 32, 40, 50 AT และ AF(Ampere Frame) มักใช้ 60 AF

จึงเลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 sq.mm (พิกัดกระแส 21 A และ C หมายถึงจำนวนตัวนำกระแสในสายไฟฟ้าที่ใช้งาน) จากตารางที่ ค-1 ภาคผนวก ค. เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

WET GARBAGE ROOM.2

วงจรย่อยแสงสว่างหลอด Fluorescent waterproof

LC-GB-3จ่ายไฟให้ดวงโคม FL 2x36W HPF จำนวน 6 ชุด

จึงเลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

DRY GARBAGE ROOM.

วงจรย่อยแสงสว่างหลอด Fluorescent waterproof

LC-GB-5 จ่ายไฟให้ดวงโคม FL 2x36W HPF จำนวน 8 ชุด

จึงเลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

CORRIDOR-1 และ CORRIDOR-2

วงจรย่อยแสงสว่างหลอด Fluorescent waterproof

LC-GB-7 จ่ายไฟให้ดวงโคม FL 2x36W HPF จำนวน 9 ชุด

จึงเลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

OUTSIDE ด้านหลัง

วงจรย่อยแสงสว่างหลอด Fluorescent waterproof

LC-GB-9 จ่ายไฟให้ดวงโคม FL 1x36W HPF จำนวน 10 ชุด

โดย FL 1x36W HPF คิดโหลด = 1x60 = 60 VA จึงเลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

OUTSIDE ด้านหน้า

วงจรย่อยแสงสว่างหลอด Fluorescent Waterproof

LC-GB-11 จ่ายไฟให้ดวงโคม FL 1x36W HPF จำนวน 10 ชุด

โดย FL 1x36W HPF คิดโหลด = 1x60 = 60 VA จึงเลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรย่อยของโหลดเต้ารับ Simplex Receptacle With Ground

LC-GB-13 จ่ายไฟให้เต้ารับ จำนวน 5 ชุด

เต้ารับ 1 ชุด มีโหลด 200 VA เลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 mm^2 และใช้สายดิน IEC01 ขนาด 2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

วงจรย่อยของโหลดเต้ารับ Duplex Receptacle Waterproof With Ground

LC-GB-15 จ่ายไฟให้เต้ารับ จำนวน 9 ชุด

จึงเลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 mm^2 และใช้สายดิน IEC01 ขนาด 2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

วงจรย่อยของโหลดพัดลมระบายอากาศ Exhuast Fan

LC-GB-17 จ่ายไฟให้ Exhaust Fan 3 ชุด

Exhaust Fan 1 ชุด มีโหลด 150 VA จึงเลือกใช้ CB 16AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 2x1C-2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

วงจรย่อยสำรอง Spare 2000 VA

LC-GB-19

ในที่นี้จะใช้ 80% ของพิกัด CB 20 AT จะได้กระแส 16 A (ซึ่งมากกว่า I_L = 8.69 A)

LC-GB-21

ในที่นี้จะใช้ 80% ของพิกัด CB 20 AT จะได้กระแส 16 A (ซึ่งมากกว่า I_L = 8.69 A)

LC-GB-23

ในที่นี้จะใช้ 80% ของพิกัด CB 20 AT จะได้กระแส 16 A (ซึ่งมากกว่า I_L = 8.69 A)

วงจรย่อยของเครื่องปรับอากาศ

LC-GB-2,4,6 จ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ให้เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง WET GARBAGE-1 1 ชุด

เครื่องปรับอากาศ 1 ชุด 5 ตันความเย็น มีโหลด 7.5 kVA

ดังนั้นจะได้ $I_L = \frac{7,500}{\sqrt{3} \times 400} = 10.82$ A

ในที่นี้จะใช้ 80% ของพิกัด CB 20 AT จะได้กระแส 16 A (ซึ่งมากกว่า I_L = 10.82 A)

จึงเลือกใช้ CB 20AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-2.5 mm^2 และใช้สายดิน IEC01 ขนาด 2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

LC-GB-8,10,12 จ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ให้เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง WET GARBAGE-1 1 ชุด

เครื่องปรับอากาศ 1 ชุด 5 ตันความเย็น มีโหลด 7.5 kVA

จึงเลือกใช้ CB 20AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-2.5 mm^2 และใช้สายดิน IEC01 ขนาด 2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

LC-GB-14,16,18 จ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ให้เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง WET GARBAGE-2 1 ชุด

เครื่องปรับอากาศ 1 ชุด 3.5 ตันความเย็น มีโหลด 5.25 kVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงเลือกใช้ CB 20AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-2.5 mm^2 และใช้สายดิน IEC01 ขนาด 2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

LC-GB-20,22,24 จ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ให้เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง WET GARBAGE-2 1 ชุด

เครื่องปรับอากาศ 1 ชุด 3.5 ตันความเย็น มีโหลด 5.25 kVA

จึงเลือกใช้ CB 20AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-2.5 mm^2 และใช้สายดิน IEC01 ขนาด 2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

LC-GB-26,28,30 จ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ให้เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง DRY GARBAGE 1 ชุด

เครื่องปรับอากาศ 1 ชุด 5 ตันความเย็น มีโหลด 7.5 kVA

จึงเลือกใช้ CB 20AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-2.5 mm^2 และใช้สายดิน IEC01 ขนาด 2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

LC-GB-32,34,36 จ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ให้เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง DRY GARBAGE 1 ชุด

เครื่องปรับอากาศ 1 ชุด 5 ตันความเย็น มีโหลด 7.5 kVA

จึงเลือกใช้ CB 20AT/60AF ใช้สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-2.5 mm^2 และใช้สายดิน IEC01 ขนาด 2.5 sq.mm เลือกใช้ท่อ IMC = 15 mm.

จากการคำนวณวงจรย่อยจะได้ว่ามี Active Circuit 27 วงจร

Spare 3 วงจร

Space 6 วงจร

จัดแบ่งเป็น โหลดวงจรแสงสว่าง 960+720+960+1080+600+600 = 4,920 VA

โหลดวงจรเต้ารับ 1,000+1,800 = 2,800 VA

โหลดพัดลมระบายอากาศ = 450 VA

โหลดวงจรสำรอง 2,000+2,000+2,000 = 6,000 VA

โหลดเครื่องปรับอากาศ 7,500+7,500+5,250+5,250+7,500+7,500 = 40,500 VA

จากตารางที่ ก-3 ในภาคผนวก ก. ดีมานด์แฟคเตอร์ อาคารประเภทอื่นๆ เครื่องปรับอากาศแยกแต่ละห้องใช้ค่า D.F. ร้อยละ 75 ในการคำนวณโหลดรวมจะได้ว่า

Total Connected Load = 4,920 + 2,800 + 450 + 6,000 + (40,500 x 0.75)

= 44,545 VA (44.545 kVA)

พิกัดสายป้อน I_F = 1.80 x L ..... (3.4)

= 1.80 x 44.545

= 80.181 A

บริภัณฑ์ป้องกัน CB ≥ 80.181 A เลือกใช้ 100 AT

ขนาดสายป้อนเพื่อให้ CB ป้องกันสายได้ สายป้อนจะต้องมีพิกัดกระแสมากกว่า 100 A ดังนั้นใช้สาย CV ขนาด 4x1C-25 sq.mm (ตารางที่ ข-3 ในภาคผนวก ข. พิกัดกระแส106 A) ใช้สายดินชนิด IEC01 ขนาด 1x1C-10 sq.mm (ตารางที่ ก-3 ในภาคผนวก ก.) ใช้ท่อโลหะ IMC จากตารางท่อ จะได้ขนาดท่อ 50 mm. IMC (ตารางที่ ค-2 ในภาคผนวก ค.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การคำนวณแรงดันตกในสายวงจรย่อยและสายป้อน

จากการคำนวณแรงดันตกในสายวงจรย่อยโดยใช้ค่า VD(T) ในตารางที่ 3.6 และสมการที่ 3.5 จะได้ค่าแรงดันตกสำหรับสายวงจรย่อยดังตารางที่ 3.7 ตัวอย่างการคำนวณแรงดันตกในสายวงจรย่อยดังนี้

ตารางที่ 3.6 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้าฉนวน PVC แกนเดียว ที่ 70°C

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV / A / m)			3 เฟส AC (mV / A / m)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3,7		กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3,7		
		Touching	Spaced		Trefoil	Flat	Spaced
1.0	44	44	44	38	38	38	38
1.5	29	29	29	25	25	25	25
2.5	18	18	18	15	15	15	15
4	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5
6	7.3	7.3	7.3	6.4	6.4	6.4	6.4
10	4.4	4.4	4.4	3.8	3.8	3.8	3.8
16	2.8	2.8	2.8	2.4	2.4	2.4	2.4
25	1.81	1.75	1.75	1.52	1.50	1.50	1.52
35	1.33	1.25	1.27	1.13	1.11	1.12	1.15
50	1.00	0.94	0.97	0.85	0.81	0.84	0.86
70	0.71	0.66	0.69	0.61	0.57	0.60	0.63
95	0.56	0.50	0.54	0.48	0.44	0.47	0.50
120	0.48	0.41	0.45	0.40	0.35	0.39	0.43
150	0.41	0.35	0.39	0.35	0.30	0.34	0.38
165	0.36	0.29	0.34	0.31	0.26	0.30	0.34
240	0.30	0.25	0.29	0.27	0.21	0.25	0.29
300	0.27	0.22	0.26	0.24	0.18	0.23	0.26
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.16	0.20	0.24
500	0.23	0.17	0.21	0.20	0.15	0.18	0.22

ค่าแรงดันตก(VD)สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$VD = \frac{VD\,(T) \times I \times L}{1{,}000}\ (V) \qquad (3.5)$$

VD (T) = ค่าแรงดันตกตามตารางที่ 3.6 หรือ 3.8 (mV/A/m)

I = กระแสในวงจรย่อย (A)

L = ความยาวของสายวงจรย่อย (m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าแรงดันตกในสายวงจรย่อย

ชื่อวงจร	จำนวนอุปกรณ์	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ต่ออุปกรณ์ (A)	ระยะจากตู้จ่ายไฟถึงอุปกรณ์ชิ้นแรก (m)	แรงดันตก	
				(V)	(%)
LC-GB-1	8	0.52	15.5	2.205	0.95
LC-GB-3	6	0.52	7.5	0.976	0.42
LC-GB-5	8	0.52	7.5	1.606	0.69
LC-GB-7	3	0.52	15	0.505	0.21
LC-GB-9	10	0.26	18	1.836	0.79
LC-GB-11	10	0.26	6	1.225	0.53
LC-GB-13	6	0.86	1.5	1.776	0.77
LC-GB-15	9	0.86	4.5	1.826	0.79
LC-GB-17	3	0.65	17.5	0.567	0.24
LC-GB-19	-	-	-	-	-
LC-GB-21	-	-	-	-	-
LC-GB-23	-	-	-	-	-
LC-GB-2,4,6	1	10.82	16	3.117	1.35
LC-GB-8,10,12	1	10.82	13	2.531	1.10
LC-GB-14,16,18	1	7.57	8	1.090	0.47
LC-GB-20,22,24	1	7.57	4	0.545	0.23
LC-GB-26,28,30	1	10.82	8	1.558	0.67
LC-GB-32,34,36	1	10.82	4	0.779	0.33

วิธีการคำนวณ

LC-GB-1 จ่ายไฟให้โคม 8 ชุด จากแบบ E3-02 ระยะจาก LC-GB ไปยังโคมอันแรกของวงจรย่อยนี้ประมาณ 15.5 เมตร และระยะห่างระหว่างแต่ละโคมประมาณ 4 เมตร

$$\text{คำนวณกระแสดวงโคม} = \frac{120}{230} = 0.52 \text{ A}$$

จากตารางที่ 3.6 ค่าแรงดันตกสูงสุดในสายไฟฟ้า IEC01 กลุ่มที่ 2 ขนาด 2.5 mm^2 มีค่า VD (T) = 18 mV/A/m โดย VDn คือค่าแรงดันตกของสายไฟที่ต่อกับโคมที่ n

ดังนั้น

$$VDn = \frac{VD\,(T) \times I \times L}{1{,}000} \qquad (3.6)$$

$$VD1 = \frac{18 \times 0.52 \times 8 \times 15.5}{1{,}000} = 1.160 \text{ V}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$VD2 = \frac{18 \times 0.52 \times 7 \times 4}{1,000} = 0.262 \text{ V}$$

$$VD3 = \frac{18 \times 0.52 \times 6 \times 4}{1,000} = 0.224 \text{ V}$$

$$VD4 = \frac{18 \times 0.52 \times 5 \times 4}{1,000} = 0.187 \text{ V}$$

$$VD5 = \frac{18 \times 0.52 \times 4 \times 4}{1,000} = 0.149 \text{ V}$$

$$VD6 = \frac{18 \times 0.52 \times 3 \times 4}{1,000} = 0.112 \text{ V}$$

$$VD7 = \frac{18 \times 0.52 \times 2 \times 4}{1,000} = 0.074 \text{ V}$$

$$VD8 = \frac{18 \times 0.52 \times 1 \times 4}{1,000} = 0.037 \text{ V}$$

แรงดันตกรวม = 1.160+0.262+0.224+0.187+0.149+0.112+0.074+0.037

= 2.205 V

แรงดันตกในวงจรย่อยไม่ควรเกิน 2% ในที่นี้คิดเป็นร้อยละ $\frac{2.205 \times 100}{230}$ = 0.95% ซึ่งไม่เกิน 2% จึงสามารถใช้สาย IEC01 ขนาด 2.5 mm^2 ได้

LC-GB-2,4,6 จ่ายไฟ 3 เฟสให้ A/C-1 WET GARBAGE ROOM.1 ขนาด 7,500 VA 400 V ใช้สายขนาด 4x1C-2.5 sq.mm โดยระยะจากตู้ LB-GB ถึง A/C-1 เท่ากับ 16 เมตร

คำนวณกระแสเครื่องปรับอากาศ $= \frac{7,500}{\sqrt{3} \times 400} = 10.82$ A

จากตารางที่ 3.6 ค่าแรงดันตกสูงสุดในสายไฟฟ้า IEC01 กลุ่มที่ 2 ขนาด 2.5 mm^2 มีค่า VD (T) = 18 mV/A/m

ดังนั้น $VD = \frac{18 \times 10.82 \times 16}{1,000} = 3.117$ V

แรงดันตกในวงจรย่อยไม่ควรเกิน 2% ในที่นี้คิดเป็นร้อยละ $\frac{3.117 \times 100}{400}$ = 0.77 % ซึ่งไม่เกิน 2% จึงสามารถใช้สาย IEC01 ขนาด 2.5 mm^2 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้าฉนวน XLPE แกนเดียวที่ 90°C

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV / A / m)			3 เฟส AC (mV / A / m)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3,7		กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3,7		
		Touching	Spaced		Trefoil	Flat	Spaced
1.0	46	46	46	40	40	40	40
1.5	31	31	31	27	27	27	27
2.5	19	19	19	16	16	16	16
4	12	12	12	10	10	10	10
6	7.9	7.9	7.9	6.8	6.8	6.8	6.8
10	4.7	4.7	4.7	4.0	4.0	4.0	4.0
16	2.9	2.9	2.9	2.5	2.5	2.5	2.5
25	1.85	1.85	1.85	1.60	1.57	1.58	1.60
35	1.37	1.35	1.37	1.17	1.14	1.15	1.17
50	1.04	1.00	1.02	0.91	0.87	0.87	0.90
70	0.75	0.70	0.73	0.65	0.61	0.62	0.64
95	0.58	0.52	0.56	0.50	0.45	0.46	0.50
120	0.49	0.42	0.47	0.42	0.37	0.38	0.42
150	0.42	0.36	0.40	0.37	0.31	0.33	0.37
165	0.37	0.31	0.35	0.32	0.26	0.27	0.31
240	0.32	0.25	0.30	0.27	0.22	0.23	0.27
300	0.28	0.22	0.26	0.24	0.19	0.20	0.24
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.17	0.18	0.22
500	0.23	0.17	0.21	0.20	0.15	0.16	0.20

<u>สายป้อน</u> LC-GB ในห้อง GARBAGE ROOM. ใช้ไฟจาก DB-CC2B-03 ขนาด 54,670 VA 400 V ใช้สายขนาด 4x1C-25 sq.mm

$$I_F = \frac{54{,}670}{\sqrt{3} \times 400} = 78.91 \text{ A}$$

จากภาพที่ 3.10 ระยะจาก DB-CC2B-03 มายังตู้ LC-GB มีระยะทางประมาณ 82.5 เมตร และจากตารางที่ 3.8 สาย CV การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-25 sq.mm

VD (T) = 1.60 mV/A/m

ค่าแรงดันตก 2 % VD = 400 x 0.02 = 8 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแส 78.91 A ที่ระยะ 82.5 เมตร ค่าแรงดันตก $= \frac{1.60 \times 82.5 \times 78.91}{1,000}$

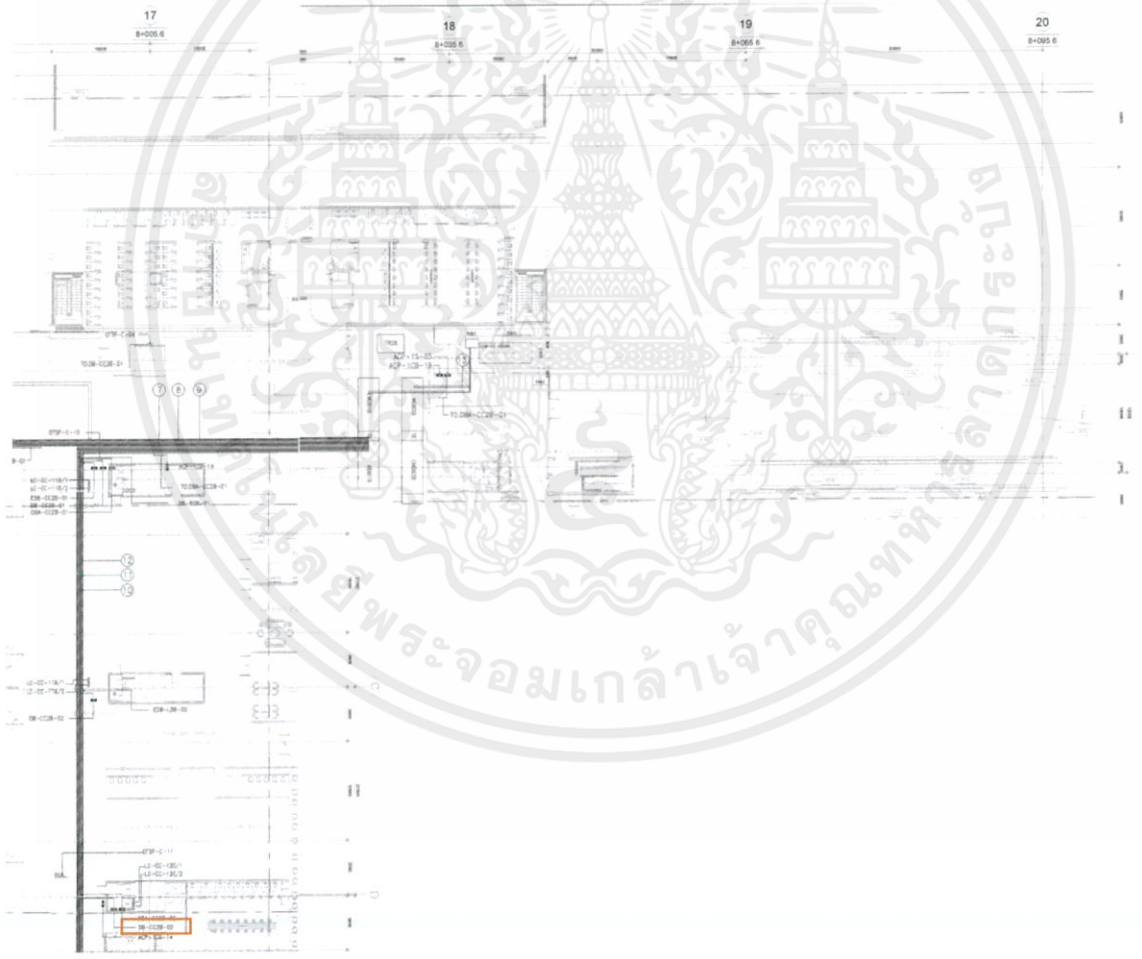
$= 10.41$ V

คิดเป็นเปอร์เซ็นแรงดันตกเท่ากับ $\frac{10.41 \times 100}{400}$ = 2.60 % ซึ่งเกิน 2 % จึงไม่สามารถใช้สาย CV การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-25 sq.mm

จากตารางที่ 3.8 สาย CV การติดตั้งกลุ่มที่ 2 4x1C-35 sq.mm

VD (T) = 1.17 mV/A/m

จะได้แรงดันตกเท่ากับ $\frac{2.60 \times 1.17}{1.60}$ = 1.901 % ซึ่งไม่เกิน 2 % จึงสามารถใช้สายขนาด 35 sq.mm ได้



ภาพที่ 3.10 แสดงตำแหน่งตู้ DB-CC2B-03 และ GARBAGE ROOM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ตารางโหลด

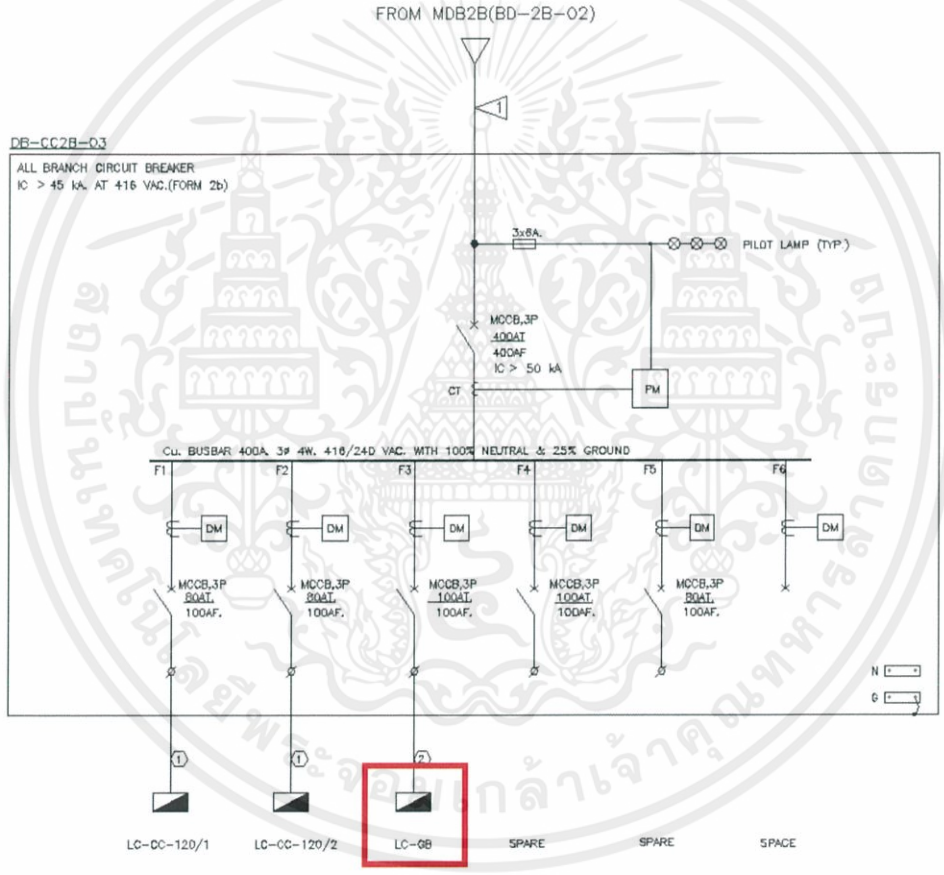
ตารางโหลด GARBAGE ROOM											
PANEL NO. CAPACITY CONNECTED TO		LC-GB 36 DB-CC2B-03					LOCATION MOUNTING Ic		GARBAGE ROOM SURFACE ≥10kA		
CCT. No.	LOAD DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			BRANCH CB.			CONDUCTOR		CONDUIT/WIREWAY	
		PH-A	PH-B	PH-C	POLE	AT	AF	SIZE sq.mm	TYPE	SIZE (mm.)	TYPE
1	LIGHTING WET GARBAGE ROOM.1	960			1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
3	LIGHTING WET GARBAGE ROOM.2		720		1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
5	LIGHTING DRY GARBAGE ROOM.			960	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
7	LIGHTING CORRIDOR 1-2	1,080			1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
9	LIGHTING OUTSIDE ด้านหน้า		600		1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
11	LIGHTING OUTSIDE ด้านหลัง			600	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
13	SIMPLEX RECEPTACLE	1,000			1	16	60	2x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
15	DUPLEX RECEPTACLE WATERPROOF		1,800		1	16	60	2x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
17	EXHUAST FAN			450	1	16	60	2x1C-2.5	IEC01	15	IMC
19	SPARE	2,000			1	20	60				
21	SPARE		2,000		1	20	60				
23	SPARE			2,000	1	20	60				
25	SPACE										
27	SPACE										
29	SPACE										
31	SPACE										
33	SPACE										
35	SPACE										
2	A/C-1 WET GARBAGE ROOM.1	2,500			3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
4			2,500								
6				2,500							
8	A/C-2 WET GARBAGE ROOM.1	2,500			3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
10			2,500								
12				2,500							
14	A/C-3 WET GARBAGE ROOM.2	1,750			3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
16			1,750								
18				1,750							
20	A/C-4 WET GARBAGE ROOM.2	1,750			3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
22			1,750								
24				1,750							
26	A/C-5 DRY GARBAGE ROOM.	2,500			3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
28			2,500								
30				2,500							
32	A/C-6 DRY GARBAGE ROOM.	2,500			3	20	60	4x1C-2.5/2.5G	IEC01	15	IMC
34			2,500								
36				2,500							
		18540	18,620	17,510	MAIN CIRCUIT BREAKER:			MAIN FEEDER:			
TOTAL CONNECTED LOAD (VA)		54,670			100AT/100AF,3P			4x1C-35 SQ.MM CV,1x1C-10 SQ.MM IEC01-G IN Φ50 MM. IMC			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.14 ในการออกแบบห้องเก็บขยะ เป็นการเพิ่มบริภัณฑ์ไฟฟ้าเข้ามาในระบบเดิมซึ่งออกแบบไว้อยู่แล้ว โดยมีช่องวงจรสำรองขนาด (Spare) 100AT/100AF ทำให้สามารถเพิ่มตู้ LC-GB เข้าสู่ตู้ DB-CC2B-03 โดยเดินสายป้อนเข้าสู่เครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีสำรองไว้อยู่แล้ว ได้ Single Line Diagram ใหม่ดังภาพที่ 3.15

DB-CC2B-03	TYPE B 400AT/400AF IC ≥ 50 kA	80AT/100AF	80AT/100AF	100AT/100AF	100AT/100AF	80AT/100AF	–	
							IC ≥ 45 kA.	
		LC-CC-120/1	LC-CC-120/2	SPARE	SPARE	SPARE	SPACE	

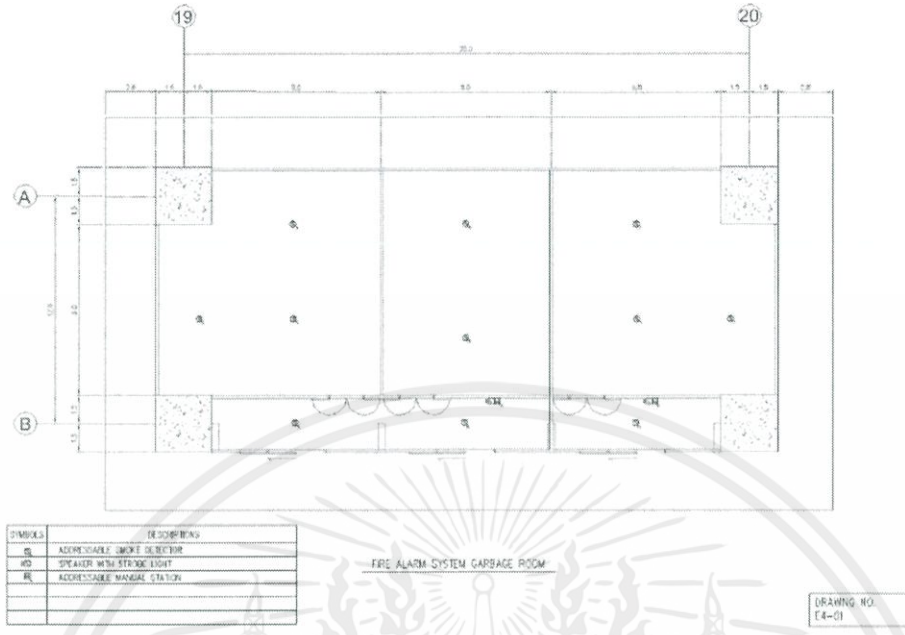
ภาพที่ 3.11 รายละเอียดเดิมตู้ DB-CC2B-03



ภาพที่ 3.12 Single Line Diagram ตู้ DB-CC2B-03

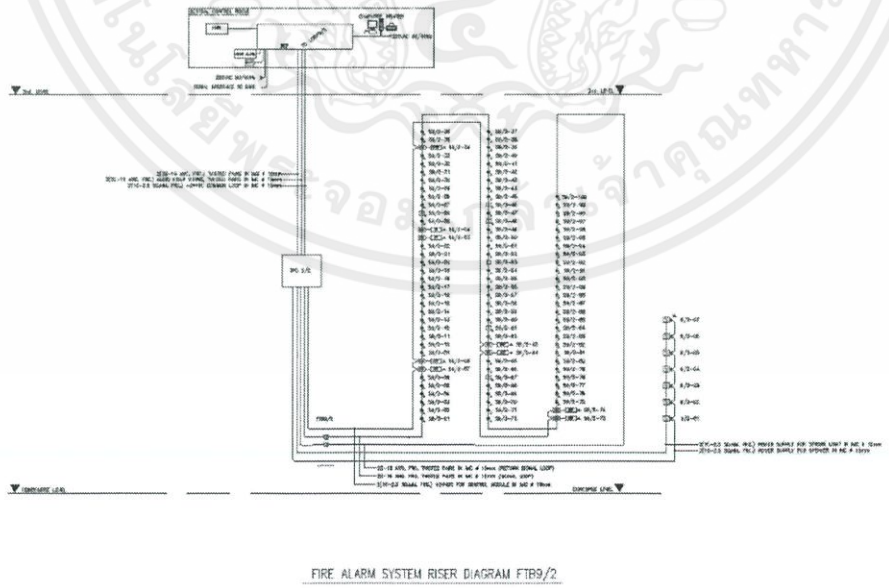
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้



ภาพที่ 3.13 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

ในการออกแบบเป็นการเพิ่มเติมอุปกรณ์เข้าไปในระบบซึ่งเดิมมีออกแบบอยู่ก่อนแล้ว ลำดับของอุปกรณ์จึงเปลี่ยนแปลงจากเดิมด้วยการเพิ่มอุปกรณ์ตรวจจับควัน 11 ชุด สปีคเกอร์และอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ 2 ชุด ดังภาพที่ 3.14 โดย 1 Loop สัญญาณของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้สามารถรองรับอุปกรณ์ได้ไม่เกิน 250 อุปกรณ์ เดิม Fire Alarm System Riser Diagram ลูปที่ 9/2 มีอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้อยู่ 107 อุปกรณ์ ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.14 Fire Alarm System Riser Diagram เดิม ลูปที่ 9/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ	UNIT	ESTIMATE QUANTITY
โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ 1x36W กันน้ำ	set	20
โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ 2x36W กันน้ำ	set	31
One-way Switch w/Standless Plate	set	9
Simplex Receptacle w/Standless Plate	set	6
Duplex Receptacle Waterproof Cover with Ground	set	9
Fire Exit Light Single Side	set	3
Emergency Light 2x6W LED	set	3
Exhaust Fan 1800 CMH	set	3
Split Type Air Conditioner 3,400 CMH	set	4
Split Type Air Conditioner 2,380 CMH	set	2
Safety Switch Fuse 60A	set	6
Addressible Photo Electric Smoke Detector	set	11
Addressible Manual Station	set	2
Combination Horn-Stobe	set	2
Load Center 36 Circuit	set	1
Miniature Circuit Breaker 16AT/60AF 1P	set	9
Miniature Circuit Breaker 20AT/60AF 1P	set	3
Miniature Circuit Breaker 20AT/60AF 3P	set	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการออกแบบห้องเก็บขยะ

บทนี้แสดงแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ นำเสนอโดยใช้โปรแกรม AutoCAD บ่งบอกถึงตำแหน่งอุปกรณ์ที่ใช้และการโยงวงจรระหว่างอุปกรณ์ อีกทั้งยังแสดงภาพจำลองระบบแสงสว่างโดยใช้โปรแกรม DIALux

4.1 ผลการออกแบบนำเสนอโดยใช้โปรแกรม AutoCAD ดังนี้

DRAWING LIST

NO.	TITLE
E0-01	GARBAGE ROOM PLAN
E0-02	DRAWING LIST
E0-03	SYMBOLS AND ACRONYMS OF DRAWING
E1-01	SINGLE LINE DIAGRAM DISTRIBUTION BOARD
E1-02	LOAD SCHEDULE
E1-03	FIRE ALARM SYSTEM RISER DIAGRAM FTB9/2
E1-04	NEW FIRE ALARM SYSTEM RISER DIAGRAM FTB9/2
E2-01	POWER SYSTEM GARBAGE ROOM
E2-02	CIRCUIT POWER SYSTEM GARBAGE ROOM
E3-01	LIGHTING SYSTEM GARBAGE ROOM
E3-01	CIRCUIT LIGHTING SYSTEM GARBAGE ROOM
E4-01	FIRE ALARM SYSTEM GARBAGE ROOM
E4-02	LOOP FIRE ALARM SYSTEM GARBAGE ROOM

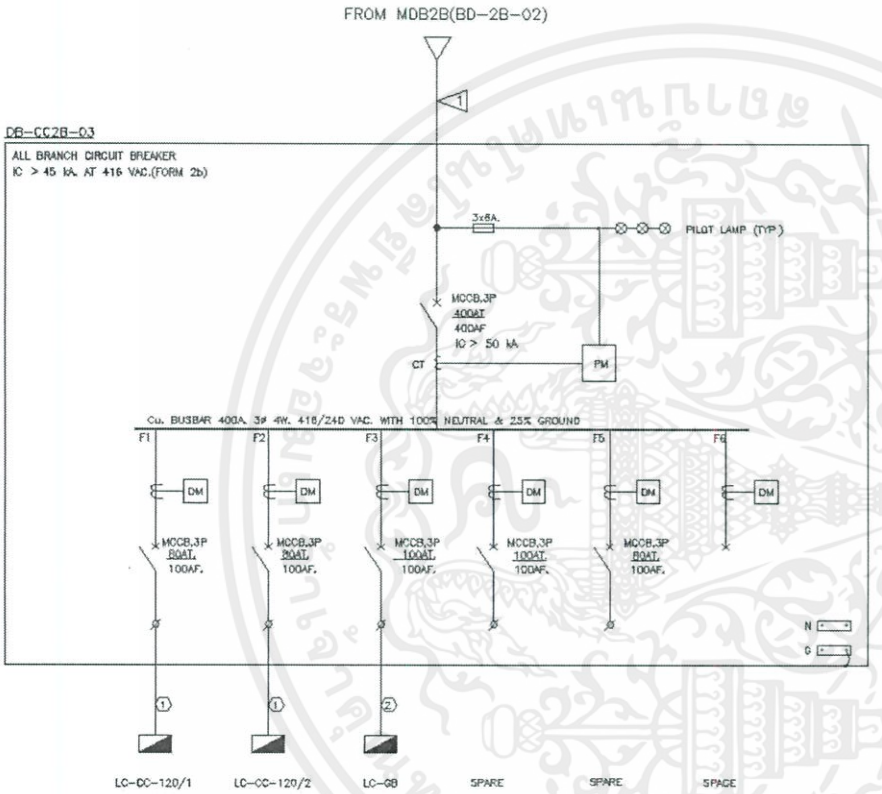
DRAWING NO.
E0-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOLS	DESCRIPTIONS	SYMBOLS	DESCRIPTIONS
	Power SYSTEM.		FIRE ALARM SYSTEM.
CT	CURRENT TRANSFORMER	FACP	FIRE ALARM CONTROL PANEL.
	AIR CIRCUIT BREAKER / MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER	ANN	GRAPHIC ANNUNCIATOR.
	PILOT LAMP.	I	ISOLATOR MODULE
PM	POWER METER	A	ADDRESSIBLE SMOKE DETECTOR
LC	LOAD CENTER	MA	ADDRESSIBLE MANUAL STATION WITH BOX TELEPHONE JACK
	HOME RUN CIRCUIT xx FROM PANEL BOARD.	S	SPEAKER WITH STROBE LIGHT
PB WP	PULL BOX. (WATER PROOF)		LIGHTNING SYSTEM.
	GROUND CONDUCTOR RUN TO GROUNDING SYSTEM.		INPUT UNIT SWITCH FOR INSTALLATION 1.20 M. HEIGHT
	SAFETY SWITCH NON-FUSE		FLUORESCENT WATERPROOF 2X36W WITH HF BALLAST
DM	DIGITAL METER WITH FUNCTION VOLT,AMP		FLUORESCENT WATERPROOF 1X36W WITH HF BALLAST
	BUSBAR TRUELING		
	SIMPLEX RECEPTACLE WITH GROUND (UNIVERSAL TYPE) 15A,250 V.		
A/C	JUNCTION BOX FOR AIR CONDITION.		
F	JUNCTION BOX FOR EXAUST FAN.		
	FIRE EXIT LIGHT		
	WEATHERPROOF DUPLEX RECEPTACLE		

SYMBOLS AND ACRONYMS OF DRAWING

DRAWING NO.
E0-03



SINGLE LINE DIAGRAM DISTRIBUTION BOARD

TABLE A (MAIN FEEDER FOR DB.)

SYMBOL	MAIN CB FOR DB	MAIN FEEDER TO DB.
◁	400A	2(4x1/C-95 SQ.MM. CV), 1x1/C-25 SQ.MM. IEC01-G IN 2x65 MM. IMC

TABLE B (BRANCH FEEDER FOR DB.)

SYMBOL	BRANCH CB. FROM DB	BRANCH FEEDER TO LOAD or PANEL
①	80A,80A	4x1/C-25 SQ.MM. CV, 1x1/C-10 SQ.MM. IEC01-G IN ø50 MM. IMC
②	100A	4x1/C-35 SQ.MM. CV, 1x1/C-10 SQ.MM. IEC01-G IN ø50 MM. IMC

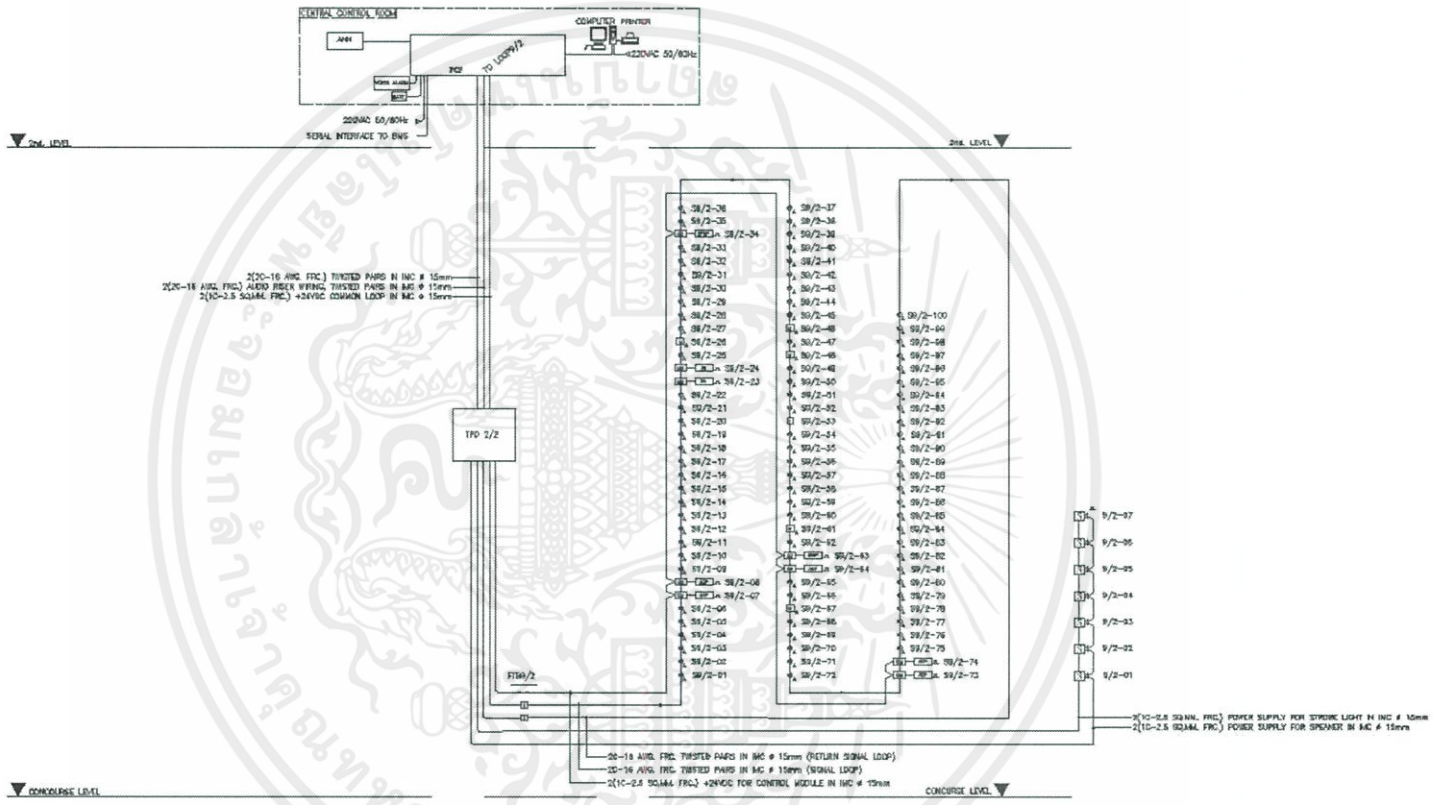
DRAWING NO.
E1-01

ตารางโหลด GARBAGE ROOM

PANEL NO. CAPACITY CONNECTED TO	LC-GB 36 DB-CC2B-03	LOCATION MOUNTING Ic	GARBAGE ROOM SURFACE ≥10kA

CCT. No.	LOAD DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			BRANCH CB.			CONDUCTOR		CONDUIT/WIREWAY	
		PH-A	PH-B	PH-C	POLE	AT	AF	SIZE sq.mm	TYPE	SIZE (mm.)	TYPE
1	LIGHTING WET GARBAGE ROOM.1	960			1	16	60	2x(1C-2.5)	IEC01	15	IMC
3	LIGHTING WET GARBAGE ROOM.2		720		1	16	60	2x(1C-2.5)	IEC01	15	IMC
5	LIGHTING DRY GARBAGE ROOM.			960	1	16	60	2x(1C-2.5)	IEC01	15	IMC
7	LIGHTING CORRIDOR 1-2	1,080			1	16	60	2x(1C-2.5)	IEC01	15	IMC
9	LIGHTING OUTSIDE ด้านหน้า		600		1	16	60	2x(1C-2.5)	IEC01	15	IMC
11	LIGHTING OUTSIDE ด้านหลัง			600	1	16	60	2x(1C-2.5)	IEC01	15	IMC
13	SIMPLEX RECEPTACLE	1,000			1	16	60	2x(1C-2.5)/2.5G	IEC01	15	IMC
15	DUPLEX RECEPTACLE WATERPROOF		1,800		1	16	60	2x(1C-2.5)/2.5G	IEC01	15	IMC
17	EXHUAST FAN			450	1	16	60	2x(1C-2.5)	IEC01	15	IMC
19	SPARE	2,000			1	20	60				
21	SPARE		2,000		1	20	60				
23	SPARE			2,000	1	20	60				
25	SPACE										
27	SPACE										
29	SPACE										
31	SPACE										
33	SPACE										
35	SPACE										
2	A/C-1 WET GARBAGE ROOM.1	2,500			3	20	60	4x(1C-2.5)/2.5G	IEC01	15	IMC
4			2,500								
6				2,500							
8	A/C-2 WET GARBAGE ROOM.1	2,500			3	20	60	4x(1C-2.5)/2.5G	IEC01	15	IMC
10			2,500								
12				2,500							
14	A/C-3 WET GARBAGE ROOM.2	1,750			3	20	60	4x(1C-2.5)/2.5G	IEC01	15	IMC
16			1,750								
18				1,750							
20	A/C-4 WET GARBAGE ROOM.2	1,750			3	20	60	4x(1C-2.5)/2.5G	IEC01	15	IMC
22			1,750								
24				1,750							
26	A/C-5 DRY GARBAGE ROOM.	2,500			3	20	60	4x(1C-2.5)/2.5G	IEC01	15	IMC
28			2,500								
30				2,500							
32	A/C-6 DRY GARBAGE ROOM.	2,500			3	20	60	4x(1C-2.5)/2.5G	IEC01	15	IMC
34			2,500								
36				2,500							
		18540	18,620	17,510	MAIN CIRCUIT BREAKER:			MAIN FEEDER:			
TOTAL CONNECTED LOAD (VA)		54,670			100AT/100AF,3P			4x(1C-35) SQ.MM CV,1x(1C-10) SQ.MM IEC01-G IN Φ50 MM. IMC			

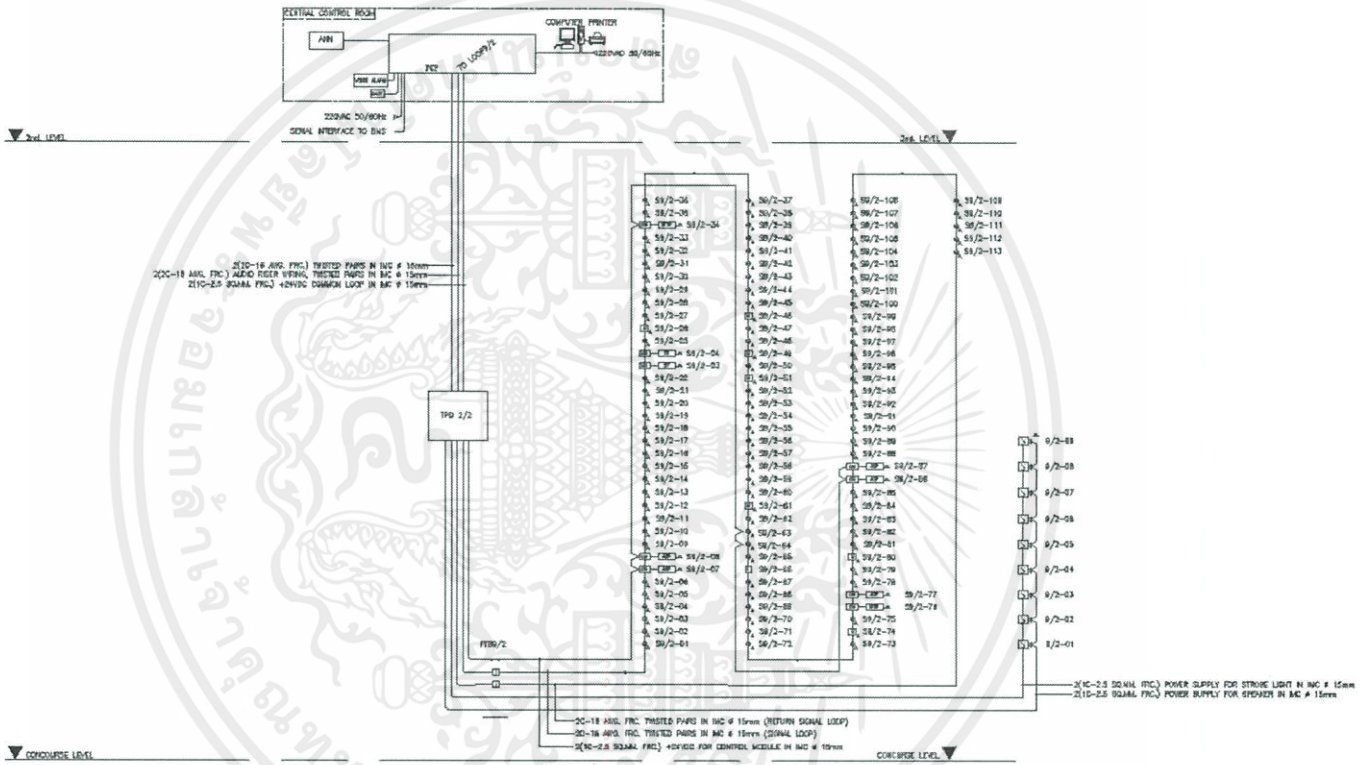
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FIRE ALARM SYSTEM RISER DIAGRAM FTB9/2

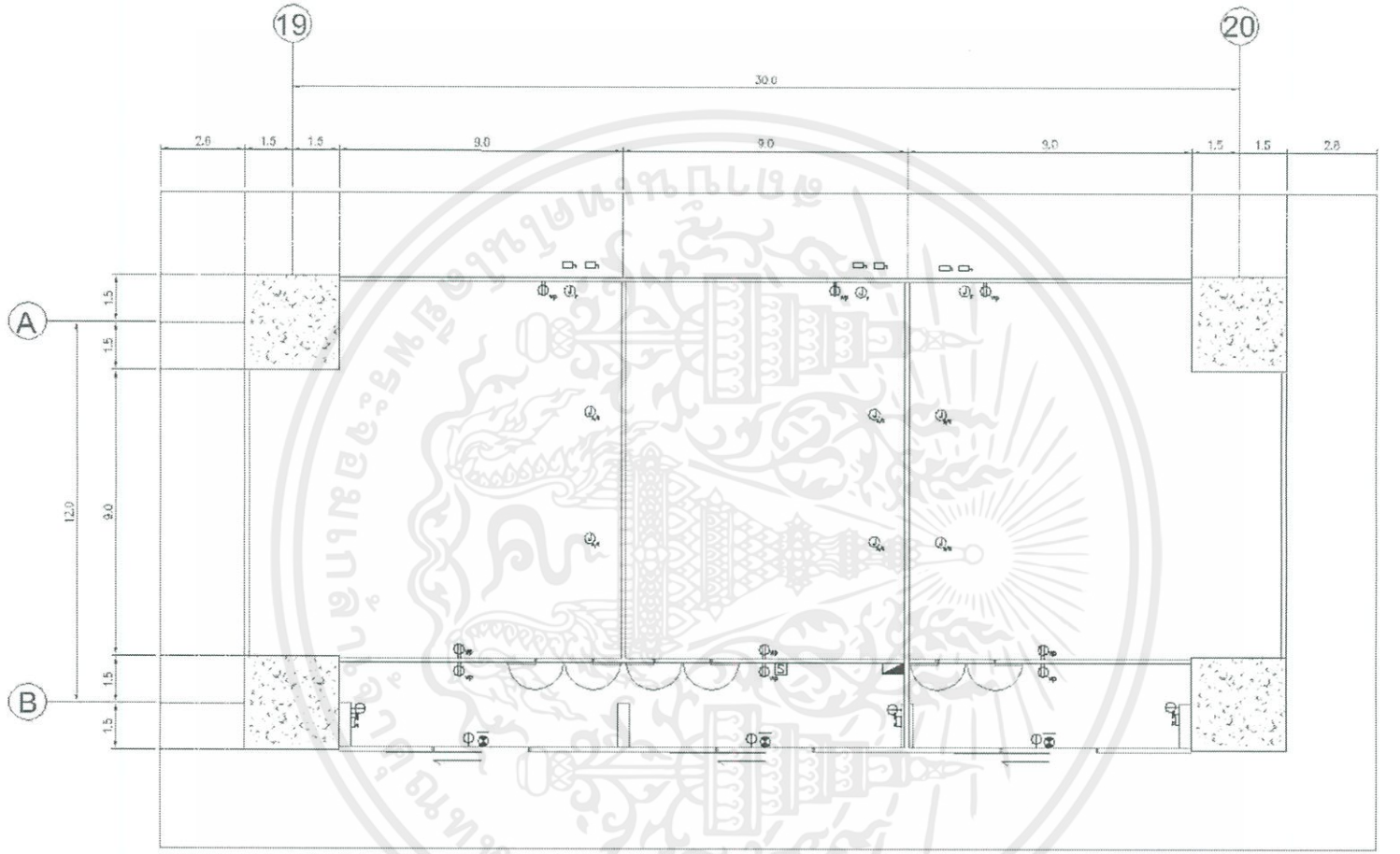
DRAWING NO.
E1-03

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี



NEW FIRE ALARM SYSTEM RISER DIAGRAM FTB9/2

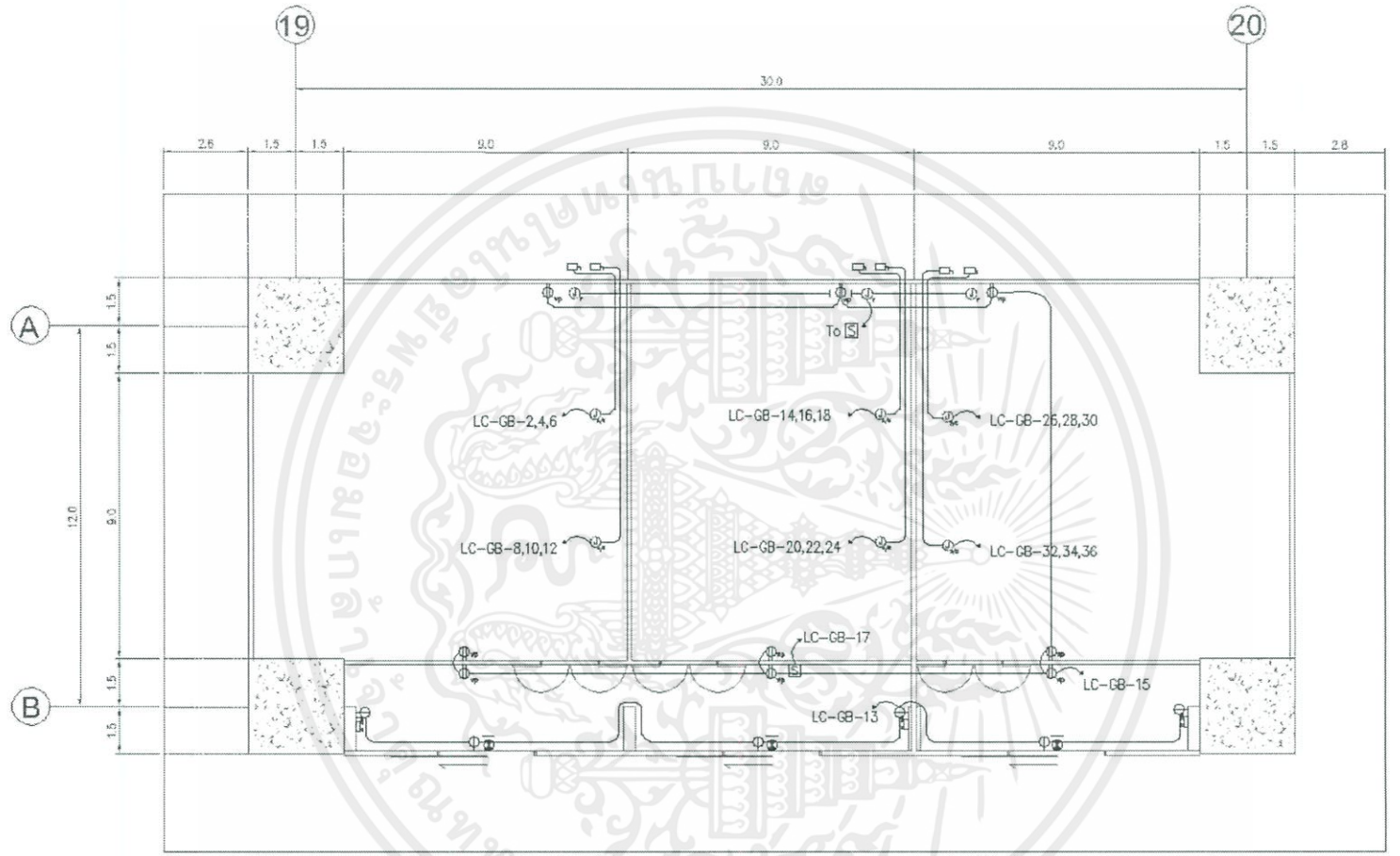
DRAWING NO.
E1-04



SYMBOLS	DESCRIPTIONS
	EMERGENCY EXIT LIGHT
	SIMPLEX RECEPTACLE WITH GROUND (UNIVERSAL TYPE.)
	DUPLEX RECEPTACLE WITH GROUND (WATER PROOF)
	JUNCTION BOX FOR AIR CONDITION
	JUNCTION BOX FOR EXHAUST FAN
	SAFETY SWITCH NON-FUSE
	LOAD CENTER
	EMERGENCY LIGHT

POWER SYSTEM GARBAGE ROOM

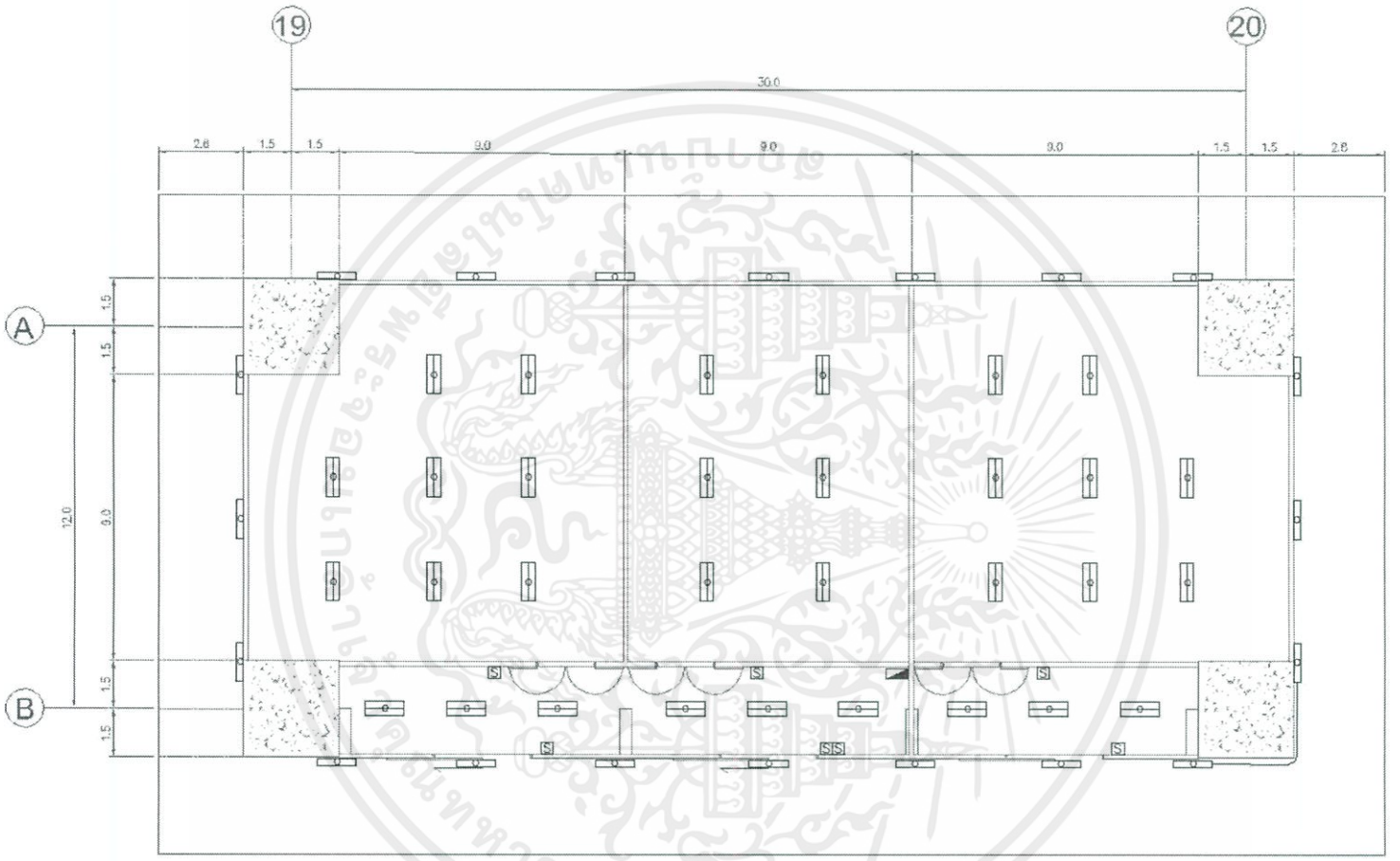
DRAWING NO.
E2-01



SYMBOLS	DESCRIPTIONS
	EMERGENCY EXIT LIGHT
	SIMPLEX RECEPTACLE WITH GROUND (UNIVERSAL TYPE.)
	DUPLEX RECEPTACLE WITH GROUND (WATER PROOF)
	JUNCTION BOX FOR AIR CONDITION
	JUNCTION BOX FOR EXHAUST FAN
	SAFETY SWITCH NON-FUSE
	LOAD CENTER
	EMERGENCY LIGHT

CIRCUIT POWER SYSTEM GARBAGE ROOM

DRAWING NO.
E2-02

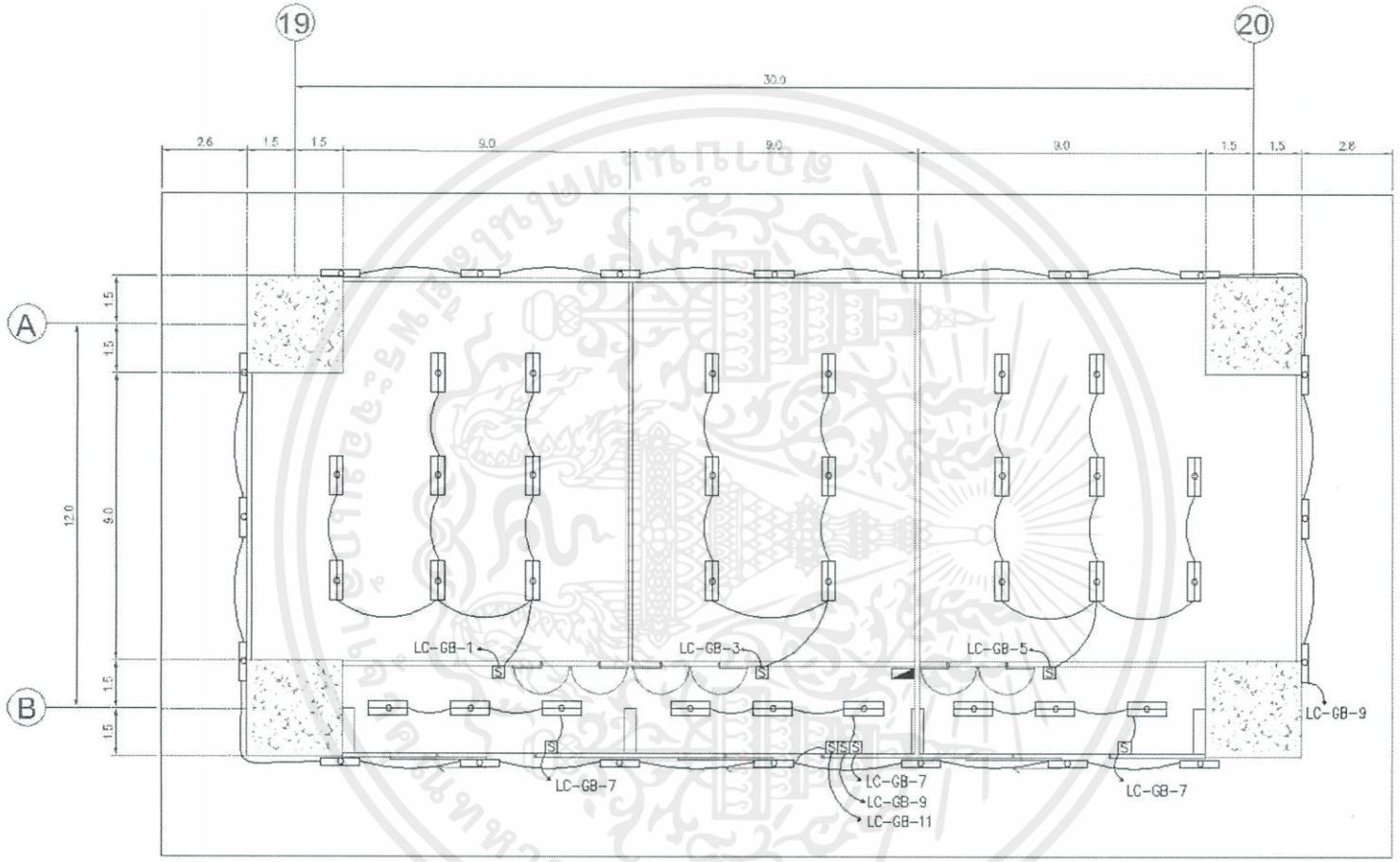


SYMBOLS	DESCRIPTIONS
	FLUORESCENT WATERPROOF 1X36W WITH HF BALLAST
	FLUORESCENT WATERPROOF 2X36W WITH HF BALLAST
	LOAD CENTER
S	INPUT SWITCH FOR LIGHTING SYSTEM

LIGHTING SYSTEM GARBAGE ROOM

DRAWING NO.
E3-01

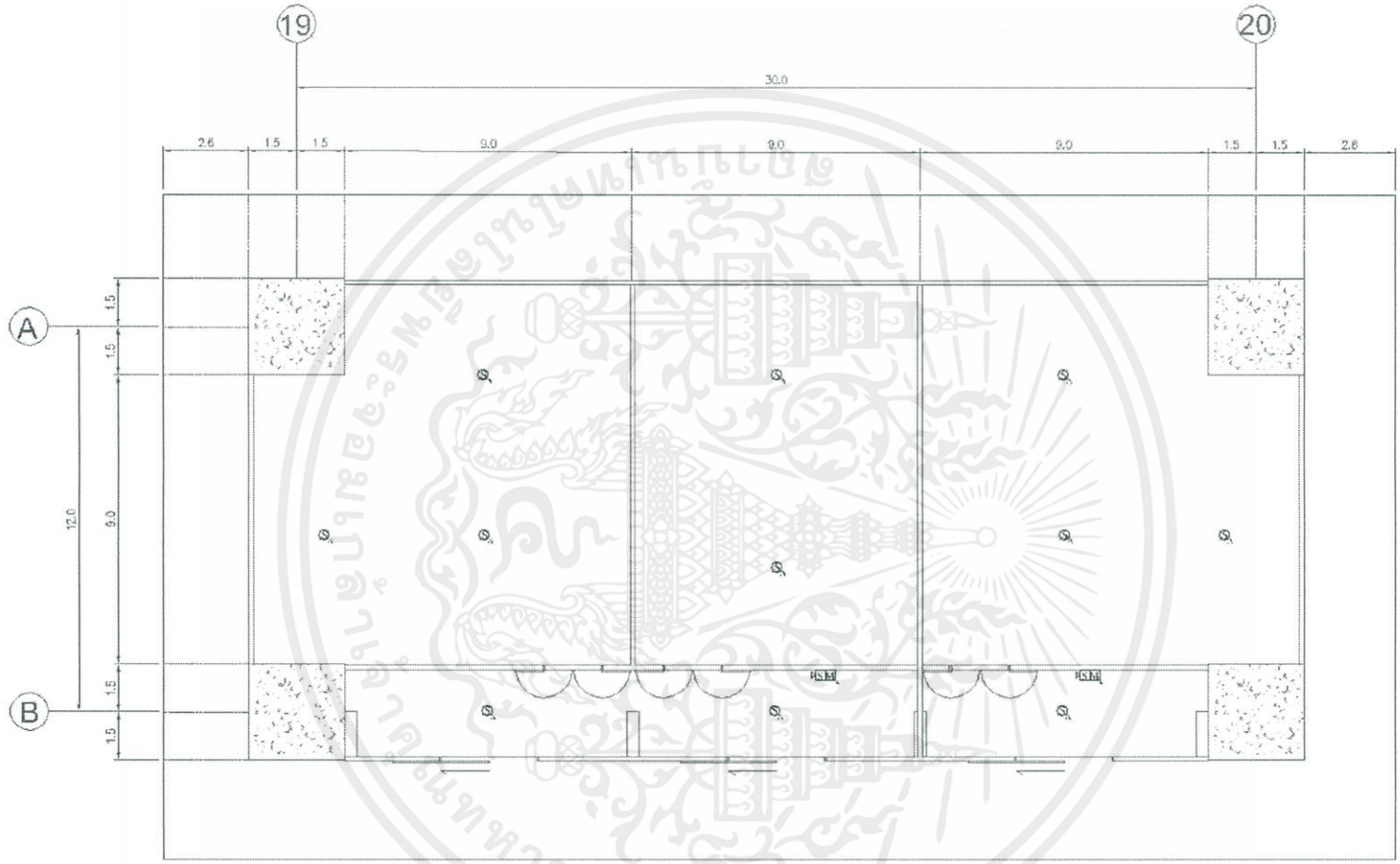
ลิขสิทธิ์ของกองทัพเรือ ห้ามนำไปใช้ในการค้าหรือแสวงหาผลประโยชน์ ผู้ใดฝ่าฝืนมีความผิดตามกฎหมาย



SYMBOLS	DESCRIPTIONS
	FLUORESCENT WATERPROOF 1X36W WITH HF BALLAST
	FLUORESCENT WATERPROOF 2X36W WITH HF BALLAST
	LOAD CENTER
S	INPUT SWITCH FOR LIGHTING SYSTEM

CIRCUIT LIGHTING SYSTEM GARBAGE ROOM

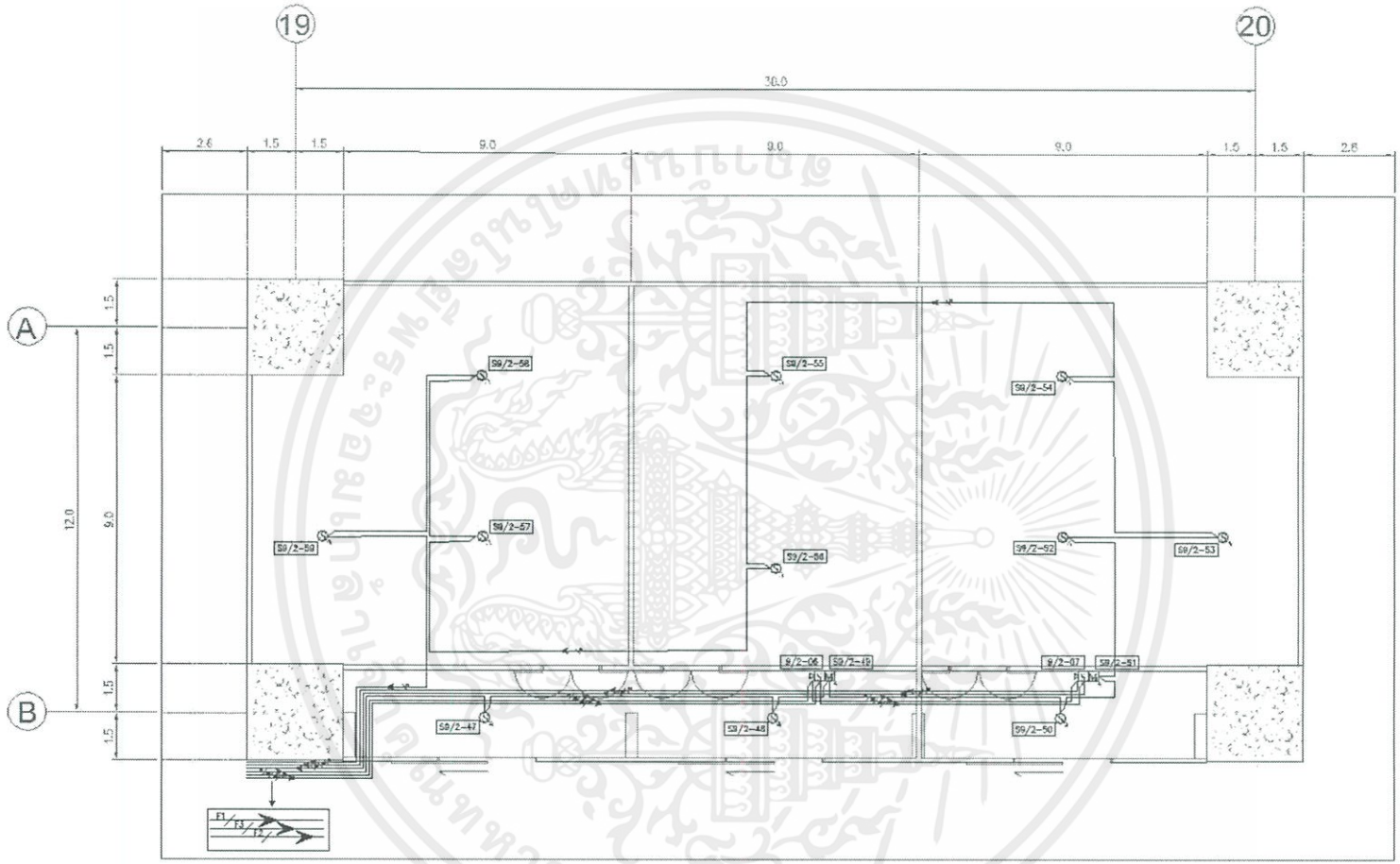
DRAWING NO.
E3-02



SYMBOLS	DESCRIPTIONS
	ADDRESSABLE SMOKE DETECTOR
	SPEAKER WITH STROBE LIGHT
	ADDRESSABLE MANUAL STATION

FIRE ALARM SYSTEM GARBAGE ROOM

DRAWING NO.
E4-01

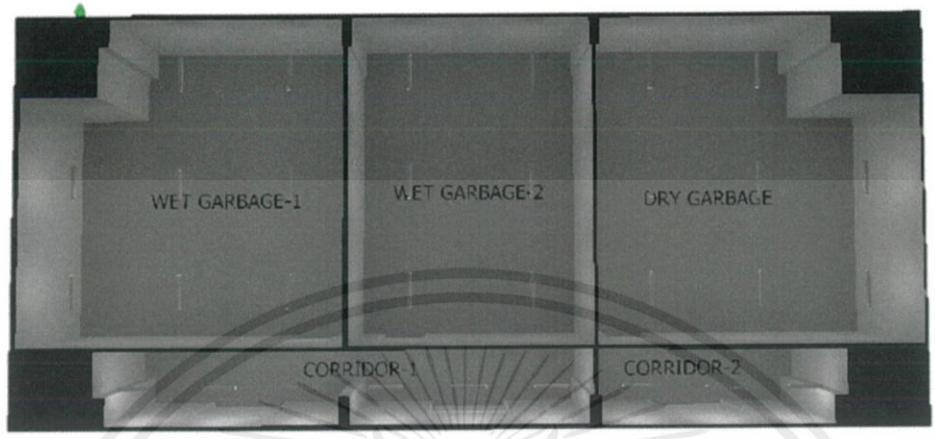


SYMBOLS	DESCRIPTIONS
S	ADDRESSABLE SMOKE DETECTOR
SB	SPEAKER WITH STROBE LIGHT
M	ADDRESSABLE MANUAL STATION
F1	2C-16 AWG. FRC. TWISTED PAIRS (SIGNAL LOOP) IN IMC ø 15mm
F2	2(1C-2.5 SQ.MM. FRC.)POWER SUPPLY FOR STROBE LIGHT IN IMC ø 15mm
F3	2(1C-2.5 SQ.MM. FRC.)POWER SUPPLY FOR SPEAKER IN IMC ø 15mm

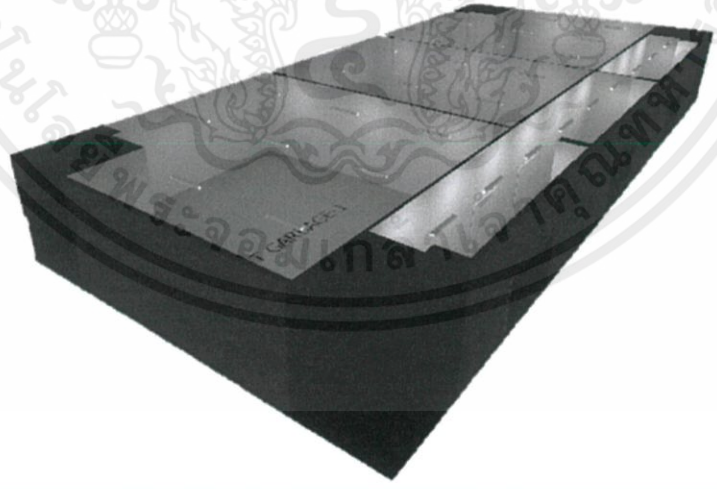
LOOP FIRE ALARM SYSTEM GARBAGE ROOM

DRAWING NO.
E4-02

4.2 จัดทำภาพจำลองและคำนวณแสงสว่างในโปรแกรม DIALux

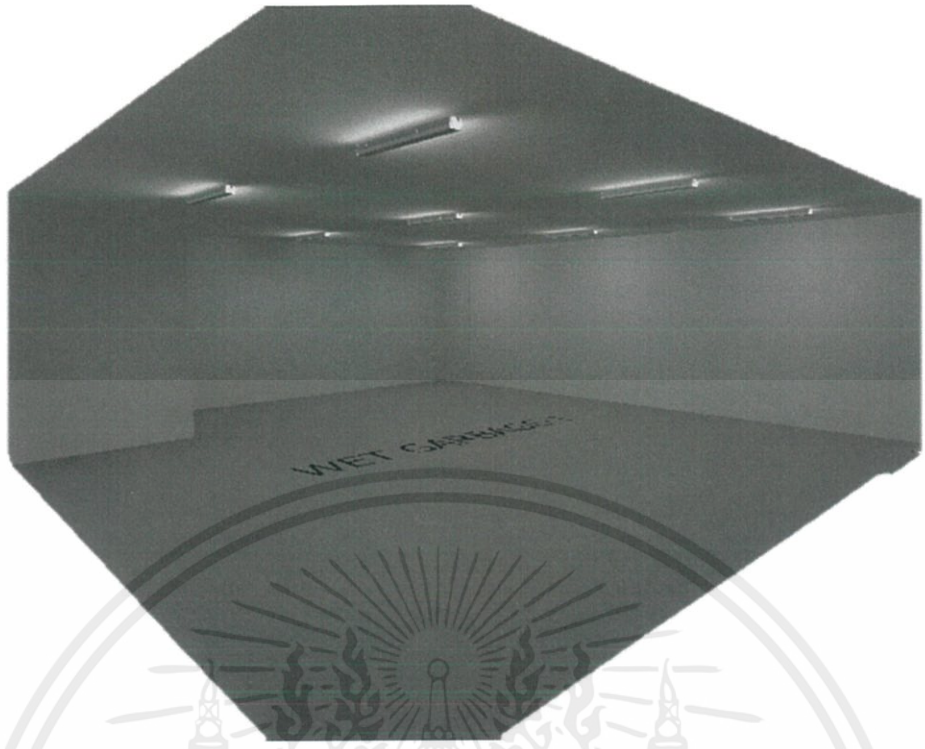


ภาพที่ 4.1 ภาพจำลองห้องเก็บขยะด้านบน



ภาพที่ 4.2 ภาพจำลองห้องเก็บขยะด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ภาพจำลอง WET GARAGE ROOM.1

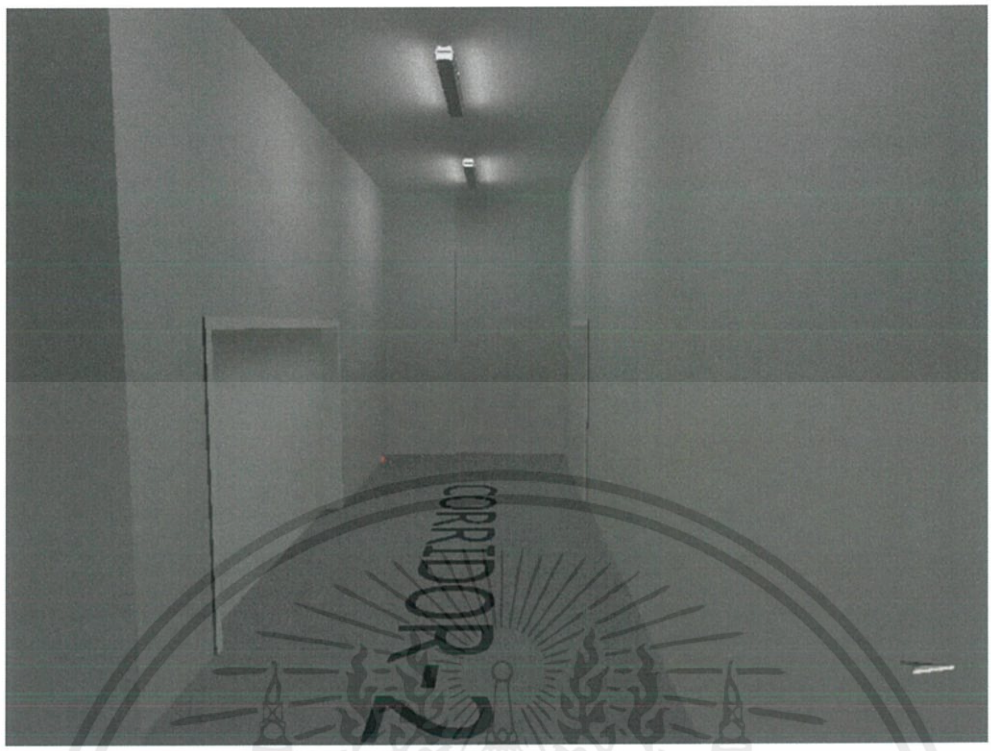
ภาพที่ 4.4 ภาพจำลอง WET GARAGE ROOM.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 ภาพจำลอง DRY GARAGE ROOM

ภาพที่ 4.6 ภาพจำลอง CORRIDOR-1

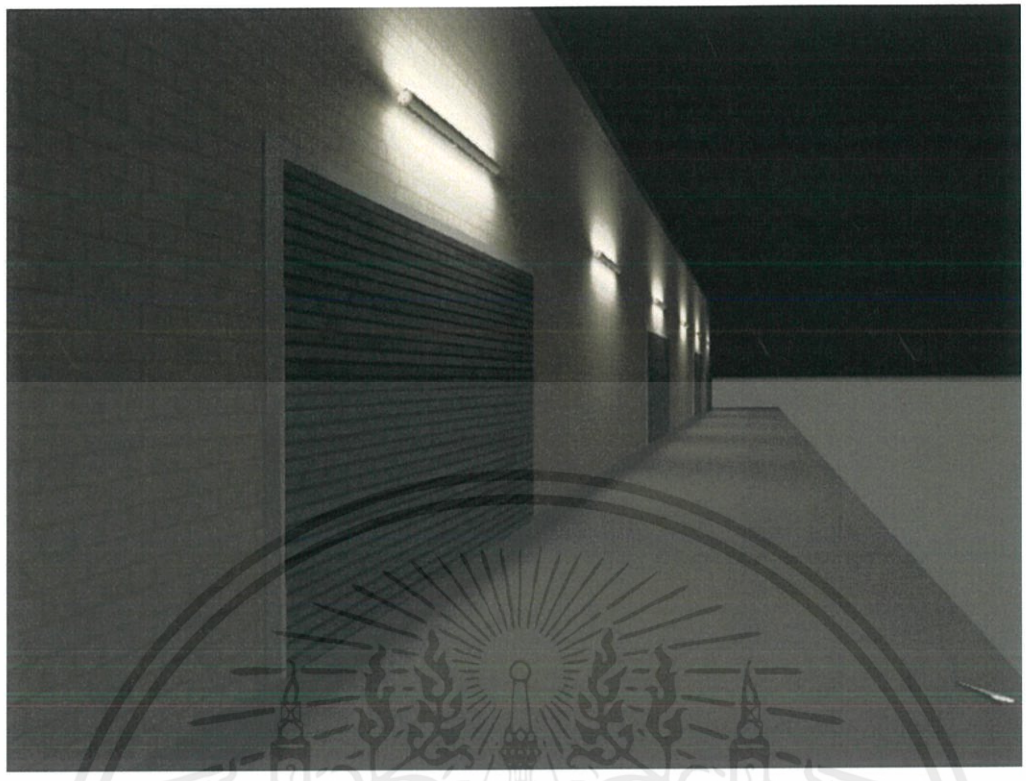
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ภาพจำลอง CORRIDOR-2

ภาพที่ 4.8 ภาพจำลอง OUTSIDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ภาพจำลอง OUTSIDE

ภาพที่ 4.10 ภาพจำลอง OUTSIDE

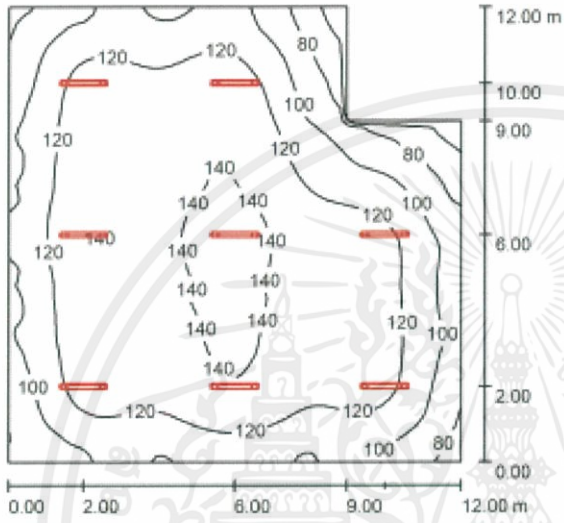
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project 1

DIALux
23.11.2018

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

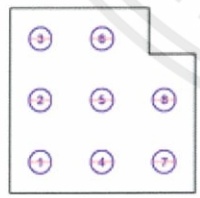
Room / Summary



Height of Room: 4.050 m, Mounting Height: 4.050 m, Maintenance factor: 0.70 — Values in Lux, Scale 1:155

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	118	54	149	0.461
Floor	20	108	62	134	0.571
Ceiling	70	48	25	253	0.521
Walls (6)	50	81	45	143	/

ภาพที่ 4.11 แสดงผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงด้วยโปรแกรม DIALux

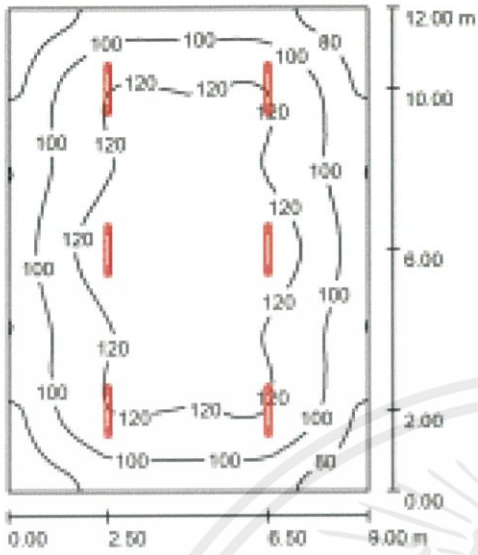


No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.000	2.000	4.050	0.0	0.0	90.0
2	2.000	6.000	4.050	0.0	0.0	90.0
3	2.000	10.000	4.050	0.0	0.0	90.0
4	6.000	2.000	4.050	0.0	0.0	90.0
5	6.000	6.000	4.050	0.0	0.0	90.0
6	6.000	10.000	4.050	0.0	0.0	90.0
7	10.000	2.000	4.050	0.0	0.0	90.0
8	10.000	6.000	4.050	0.0	0.0	90.0

ภาพที่ 4.12 แสดงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WET GARBAGE ROOM.2

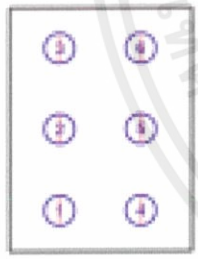


Height of Room: 4.050 m, Mounting Height: 4.050 m, Maintenance factor: 0.70

Values in Lux, Scale 1:155

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	107	64	136	0.599
Floor	20	97	65	120	0.668
Ceiling	70	45	28	249	0.619
Walls (4)	50	74	46	105	/

ภาพที่ 4.13 แสดงผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงด้วยโปรแกรม DIALux

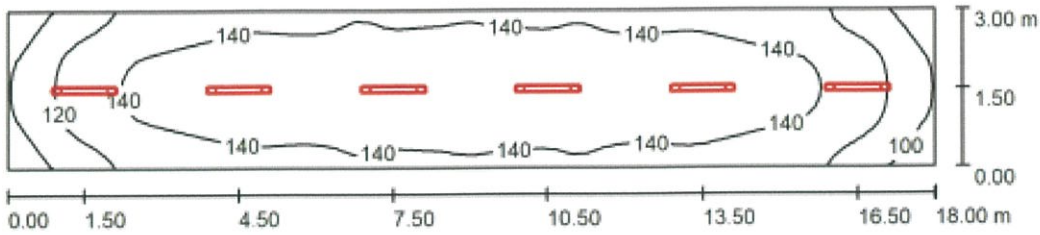


No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.500	2.000	4.050	0.0	0.0	0.0
2	2.500	6.000	4.050	0.0	0.0	0.0
3	2.500	10.000	4.050	0.0	0.0	0.0
4	6.500	2.000	4.050	0.0	0.0	0.0
5	6.500	6.000	4.050	0.0	0.0	0.0
6	6.500	10.000	4.050	0.0	0.0	0.0

ภาพที่ 4.14 แสดงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

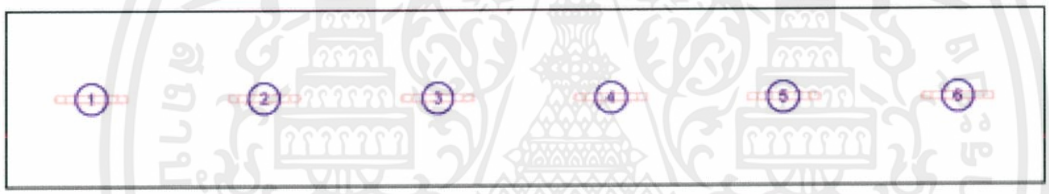
CORRIDOR-1



Height of Room: 4.050 m, Mounting Height: 4.050 m, Maintenance factor: 0.70 — Values in Lux, Scale 1:129

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	138	88	158	0.638
Floor	20	118	82	133	0.700
Ceiling	70	83	48	272	0.582
Walls (4)	50	115	50	214	/

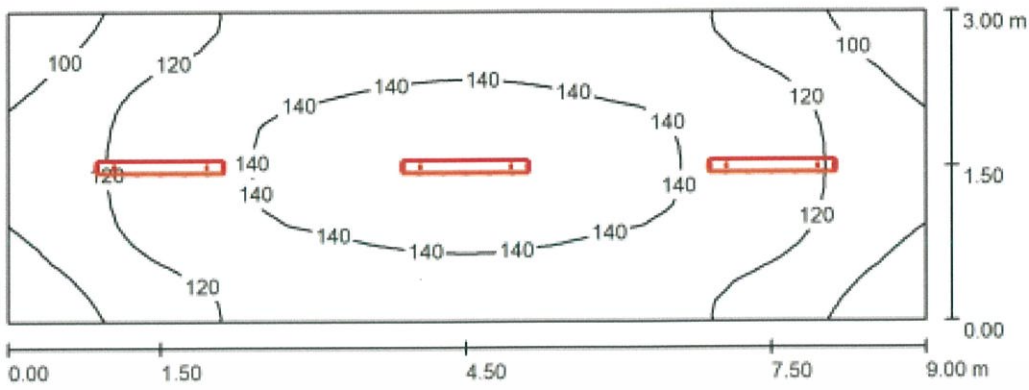
ภาพที่ 4.15 แสดงผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงด้วยโปรแกรม DIALux



No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0
2	4.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0
3	7.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0
4	10.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0
5	13.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0
6	16.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0

ภาพที่ 4.16 แสดงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม

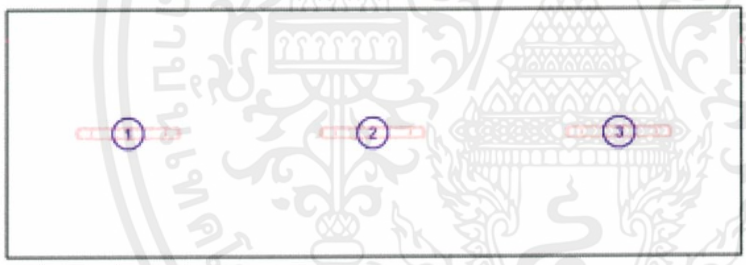
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Height of Room: 4.050 m, Mounting Height: 4.050 m, Maintenance factor: 0.70 — Values in Lux, Scale 1:65

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	126	90	149	0.716
Floor	20	105	81	121	0.768
Ceiling	70	81	48	269	0.591
Walls (4)	50	106	49	205	/

ภาพที่ 4.17 แสดงผลลัพธ์การคำนวณค่าความเข้มแสงด้วยโปรแกรม DIALux



No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0
2	4.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0
3	7.500	1.500	4.050	0.0	0.0	90.0

ภาพที่ 4.18 แสดงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

รายงานสหกิจฉบับนี้ครั้งนี้เป็นกรณีศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้า ที่จะเป็นส่วนต่อเติมระบบไฟฟ้าในอนาคตเพราะปัจจุบันยังไม่มีการออกแบบระบบไฟฟ้าเข้าไปในโครงการหรือในสัญญา ซึ่งการออกแบบระบบไฟฟ้าห้องเก็บขยะออกแบบโดยอ้างอิงจากมาตรฐาน วสท. เป็นหลัก และมีมาตรฐานระบบอื่น เพื่อความถูกต้องเหมาะสมกับการใช้งานและความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและทรัพย์สิน โดยรายงานสหกิจฉบับนี้ได้ทำการออกแบบทั้ง ระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และเพิ่มตำแหน่งที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบเดิมที่มีการออกแบบอยู่แล้วทั้งระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าและระบบการจ่ายสัญญาณให้แก่อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่มีอยู่ในโครงการรถไฟสายสีแดง

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในรายงานสหกิจฉบับนี้การออกแบบห้องเก็บขยะสำหรับสถานีกลางบางซื่อ ยังขาดเรื่องการคำนวณราคา ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งจริง และยังขาดข้อมูลความต้องการของเจ้าของงานในการใช้ประโยชน์จากห้องเก็บขยะห้องนี้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 สอบถามความต้องการจากการรถไฟแห่งประเทศไทย หรือ ผู้ออกแบบโครงสร้างห้องเก็บขยะเพื่อการออกแบบที่ตรงจุดกับการใช้สอยที่ผู้ว่าจ้างคาดหวัง

5.3.2 ในการเลือกใช้สายไฟฟ้าแต่ละชนิด ควรเลือกตามสภาพแวดล้อมและความเหมาะสมในการใช้งาน อีกทั้งการคำนวณแรงดันตกในสายไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นในการออกแบบ เพราะแรงดันตกมีผลเสียต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

5.3.3 ในการออกแบบระบบไฟฟ้าควรศึกษาแบบทางสถาปัตย์อย่างละเอียด เพื่อสามารถติดตั้งจริงได้อย่างไม่มีปัญหาและตำแหน่งการติดตั้งที่จะไม่ขัดข้องกับระบบอื่นๆในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (สืบค้นวันที่ 1 ตุลาคม 2561)

[2] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์: การออกแบบระบบไฟฟ้า ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 3 ตามมาตรฐาน วสท. 2556 (สืบค้นวันที่ 8 ตุลาคม 2560)

[3] คู่มือการออกแบบแสงสว่างภายในอาคาร: สมาคมไฟฟ้าแสงแสว่างแห่งประเทศไทย (สืบค้นวันที่ 15 ตุลาคม 2561)

[4] คู่มือการออกแบบแสงสว่างภายนอกอาคาร: สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (สืบค้นวันที่ 15 ตุลาคม 2561)

[5] มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (สืบค้นวันที่ 22 ตุลาคม 2561)

[6] มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (สืบค้นวันที่ 29 ตุลาคม 2561)

[7] บทที่ 2 มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร: แหล่งที่มา http://dspace.spu.ac.th/bitstream/123456789/4637/4/projec1-3-2.pdf (สืบค้นวันที่ 5 พฤศจิกายน 2561)

[8] บทที่ 5 การคำนวณแสงสว่างภายในด้วยวิธีลูเมน: แหล่งที่มา http://www.elfit.ssru.ac.th/athisamai_so/file.php/1/Chap5_Illumination_System_Design.pdf (สืบค้นวันที่ 15 ตุลาคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ ก-1 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (โวลต์-แอมแปร์)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 2,000 ส่วนเกิน 2,000	100 35
โรงพยาบาล*	ไม่เกิน 50,000 ส่วนเกิน 50,000	40 20
โรงแรม รวมถึง ห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้*	ไม่เกิน 20,000 20,001-100,000 ส่วนเกิน 100,000	50 40 30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500 ส่วนเกิน 12,500	100 50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

หมายเหตุ* ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับโหลดแสงสว่างในสถานที่บางแห่งของโรงพยาบาลหรือโรงแรม ซึ่งบางขณะจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมกัน เช่น ในห้องผ่าตัด ห้องอาหารหรือห้องโถง ฯลฯ

ตารางที่ ก-2 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (คำนวณโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
10 Kva แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-3 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 แอมแปร์ + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 แอมแปร์
	เครื่องทำน้ำร้อน	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
2. อาคารสำนักงาน และร้านค้ารวมถึง ห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด +ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา +ร้อยละ 60 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำน้ำร้อน	ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
3. โรงแรมและ อาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำน้ำร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศ ประเภทแยกแต่ละ ห้อง	ร้อยละ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-4 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5*
40	4*
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

หมายเหตุ * หากความยาวของวงจรย่อยเกิน 30 เมตร ให้พิจารณาขนาดสายดินบริภัณฑ์ไฟฟ้า โดยคำนึงถึงค่า eartth fault loop impedance ของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ ข-1 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสายที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณปรับค่า
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
10-12	0.45
13-16	0.41
17-20	0.38

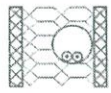
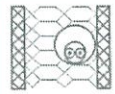
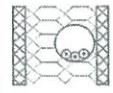
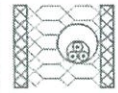
หมายเหตุ ก.) ให้ใช้กับกลุ่มของเคเบิลที่มีรูปแบบการเดินสายแบบเดียวกัน

ข.) ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าเดียวกันสำหรับ

- กลุ่มเคเบิลแกนเดียวทั้ง 2, 3 และ 4 สาย
- กลุ่มเคเบิลหลายแกน (วงจร 1 เฟส 2 สาย นับเป็น 1 กลุ่มวงจร, วงจร 3 สาย หรือ 4 สาย นับเป็น 1 กลุ่มวงจร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60277 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆเช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

หมายเหตุ ก.) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

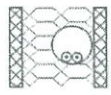
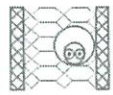
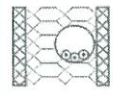
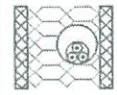
ข.) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8

ค.) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ง.) ดูอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินร้อยในท่อในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆเช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	13	13	12	12	15	15	14	14
1.5	17	17	15	15	21	20	18	18
2.5	24	23	21	20	28	27	25	24
4	32	30	28	27	38	36	34	32
6	41	38	36	35	49	46	44	40
10	56	52	49	46	68	63	60	55
16	74	69	66	62	91	83	80	73
25	96	90	86	81	121	108	106	96
35	119	110	106	99	149	133	131	116
50	144	132	128	118	180	159	159	140
70	182	167	163	149	230	201	202	177
95	219	200	197	179	278	241	245	212
120	253	230	227	207	322	278	284	244
150	289	264	259	236	358	304	311	273
185	329	299	295	268	409	349	349	309
240	386	351	346	315	480	418	410	362
300	442	402	396	360	549	484	468	414
400	-	-	-	-	622	-	531	-
500	-	-	-	-	713	-	606	-

หมายเหตุ ก.) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

ข.) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสายให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8

ค.) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ง.) ดูอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

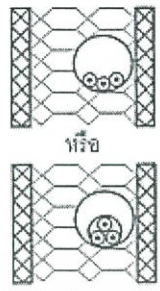
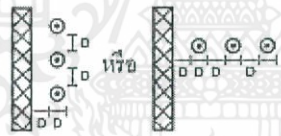
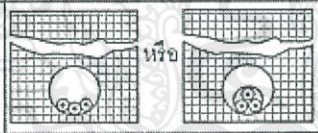
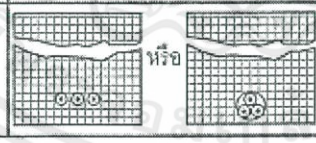
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

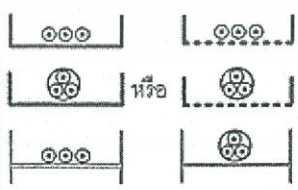
ตารางที่ ข-4 ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ใช้กับค่าขนาดกระแสของเคเบิล เมื่อเดินในอากาศ

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ฉนวน			
	PVC	XLPE หรือ EPR	เอ็มไอ	
			70 °C	105 °C
11-15	1.34	1.23	1.41	1.21
16-20	1.29	1.19	1.34	1.16
21-25	1.22	1.14	1.26	1.13
26-30	1.15	1.10	1.18	1.09
31-35	1.08	1.05	1.09	1.04
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.91	0.96	0.91	0.96
46-50	0.82	0.90	0.79	0.91
51-55	0.70	0.84	0.67	0.87
56-60	0.57	0.78	0.53	0.82
61-65	-	0.71	-	0.76
66-70	-	0.64	-	0.70
71-75	-	0.55	-	0.65
76-80	-	0.45	-	0.59
81-85	-	-	-	0.51
86-90	-	-	-	0.43
91-95	-	-	-	0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-5 รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ		กลุ่มที่ 1	ฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทางความร้อน (thermal conductance) อย่างน้อย 10 W/m^2*K
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 2	กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกันผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน 2 K*m/W
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนังหรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 3	-
สายเคเบิลแกนเดียวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ		กลุ่มที่ 4	ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิลไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน		กลุ่มที่ 5	-
สายแกนเดียว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง		กลุ่มที่ 6	-

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายเคเบิลแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได		กลุ่มที่ 7	รางเคเบิลแบบระบายอากาศจะต้องมีพื้นที่รูระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นผิวรางเคเบิลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ ค-1 แสดงจำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01 ที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533

ขนาดสายไฟ (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย											
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	0	15	23	37		-	-	-	-	-
10	-1	3	5	9	I4	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	5	10	17	27	34	-	-	-
35	1	1	1	3	5	8	14	21	27	33	-	-
50	-	1	1	1	3	6	10	15	19	24	38	-
70	-	-	1	1	3	4	7	12	15	18	29	42
95	-	-	1	1	1	3	0	8	11	13	21	30
120	-	-	-	1	1	2	4	7	9	11	17	25
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	9	14	20
185	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	16
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	10
400	-	-	-	-	-	1	I	1	2	3	5	6
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย	15 $\frac{1}{2}$''	20 $\frac{3}{4}$''	25 1''	32 $1\frac{1}{4}$''	40 $1\frac{1}{2}$''	50 2''	65 $2\frac{1}{2}$''	80 3''	90 $3\frac{1}{2}$''	100 4''	125 5''	150 6''

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-2 แสดงจำนวนสายไฟฟ้า XLPE สูงสุดในท่อร้อยสาย

ขนาดสายไฟ (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย											
1.5	2	3	5	9	15	23	-	-	-	-	-	-
2.5	1	3	5	8	13	20	34	-	-	-	-	-
4	1	2	4	7	11	17	30	-	-	-	-	-
6	1	2	3	6	10	15	26	40	-	-	-	-
10	1	2	3	5	8	13	23	35	-	-	-	-
16	1	1	2	4	7	11	18	28	35	-	-	-
25	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-
35	-	1	1	2	4	6	10	16	20	25	39	-
50	-	-	1	2	3	5	8	13	16	20	31	-
70	-	-	1	1	2	4	7	10	13	16	25	37
95	-	-	-	1	2	3	5	8	10	13	20	29
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10	16	23
150	-	-	-	-	1	2	3	5	7	8	13	19
185	-	-	-	-	1	1	3	4	5	7	11	16
240	-	-	-	-	-	1	2	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	2	3	3	4	7	10
400	-	-	-	-	-	-	1	2	3	3	5	8
500	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150
	$\frac{1}{2}$''	$\frac{3}{4}$''	1''	$1\frac{1}{4}$''	$1\frac{1}{2}$''	2''	$2\frac{1}{2}$''	3''	$3\frac{1}{2}$''	4''	5''	6''

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-1 สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของโคมไฟฟลูออเรสเซต์กันน้ำ 1x36 W

Luminaire : TCW060 1xTL-D36W HF
Total Lamp Flux : 3070 lm
Light Output Ratio : 0.70
Luminous Flux : 2149 lm
Power : 36 W
LxBxH : 1.27x0.09x0.09 m
Ballast : Electronic high-frequency

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.28	0.26	0.27	0.26	0.25	0.20	0.19	0.15	0.18	0.15	0.12
0.80	0.34	0.32	0.33	0.32	0.31	0.25	0.24	0.20	0.22	0.19	0.16
1.00	0.40	0.37	0.38	0.37	0.35	0.30	0.28	0.24	0.26	0.23	0.20
1.25	0.45	0.41	0.43	0.41	0.40	0.34	0.32	0.28	0.30	0.27	0.23
1.50	0.50	0.45	0.47	0.45	0.43	0.38	0.36	0.32	0.33	0.30	0.26
2.00	0.56	0.50	0.54	0.51	0.48	0.44	0.41	0.37	0.38	0.35	0.31
2.50	0.61	0.54	0.58	0.55	0.52	0.48	0.45	0.41	0.42	0.39	0.35
3.00	0.64	0.56	0.61	0.58	0.54	0.50	0.47	0.44	0.44	0.42	0.38
4.00	0.69	0.60	0.66	0.61	0.58	0.54	0.51	0.49	0.48	0.46	0.41
5.00	0.72	0.62	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	0.50	0.48	0.44

Ceiling mounted

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-2 สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของโคมไฟฟลูออเรสเซต์กันน้ำ 2x36 W

Luminaire	: TCW060 2xTL-D36W HF
Total Lamp Flux	: 6140 lm
Light Output Ratio	: 0.63
Luminous Flux	: 3868 lm
Power	: 72 W
LxBxH	: 1.27x0.14x0.09 m
Ballast	: Electronic high-frequency

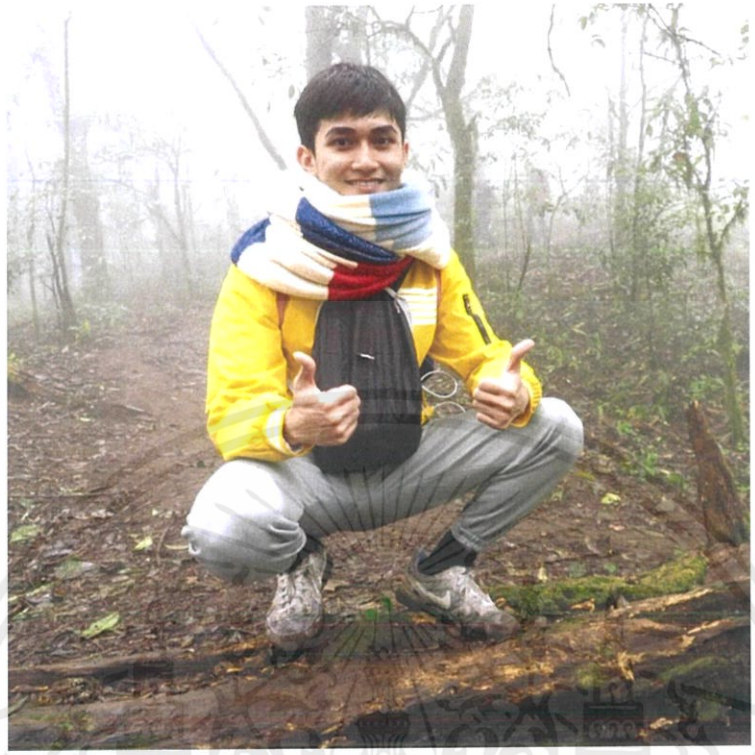
Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)														
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00				
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00				
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00				
0.60	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24	0.19	0.18	0.15	0.18	0.15	0.13				
0.80	0.32	0.30	0.31	0.30	0.30	0.24	0.23	0.20	0.22	0.19	0.17				
1.00	0.38	0.35	0.36	0.35	0.34	0.29	0.28	0.24	0.26	0.23	0.21				
1.25	0.43	0.39	0.41	0.40	0.38	0.33	0.32	0.28	0.30	0.27	0.25				
1.50	0.47	0.42	0.45	0.43	0.41	0.37	0.35	0.32	0.33	0.30	0.28				
2.00	0.53	0.47	0.51	0.48	0.46	0.42	0.40	0.37	0.38	0.35	0.32				
2.50	0.57	0.50	0.55	0.52	0.49	0.45	0.43	0.41	0.41	0.39	0.36				
3.00	0.60	0.53	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.43	0.44	0.41	0.38				
4.00	0.64	0.56	0.61	0.57	0.54	0.51	0.49	0.47	0.47	0.45	0.41				
5.00	0.67	0.57	0.64	0.60	0.56	0.53	0.51	0.49	0.49	0.47	0.43				

Ceiling mounted

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-สกุล : นายชวรักษ์ นรธีร์ดิลก

ชื่อเล่น : พีท

วัน/เดือน/ปีเกิด : 27 กันยายน 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน : 100/15 ซอยเทศบาลรังรักษ์เหนือ16 ถนนเทศบาลนิมิตเหนือ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

ประวัติการศึกษา : 2016-ปัจจุบัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2013-2016 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร

งานอดิเรก : ฟังเพลง เล่นเกม

เบอร์โทร : 083-0006807

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้