



โครงการปรับปรุงพื้นที่อาคารการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เป็นที่ตั้ง  
“สถาบันวิทยาการอุตสาหกรรม กนอ.”

---

รายการประกอบแบบระบบไฟฟ้า:

## สารบัญ

รายละเอียด	หน้า
<b>บทที่ 1 ความต้องการทั่วไป และขอบเขตของงาน</b>	
1. ข้อความทั่วไป	1
2. ขอบเขตของงานทั่วไป	1
<b>บทที่ 2 มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ในการออกแบบ</b>	
1. มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ในการออกแบบ	3
<b>บทที่ 3 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป</b>	
1. ความต้องการทั่วไป	4
2. พิกัดของแผงสวิตช์ไฟฟ้า	4
3. แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board)	5
4. Disconnecting Switch หรือ Safety Switch	6
5. Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)	6
6. การทดสอบ	6
<b>บทที่ 4 โคมไฟ</b>	
1. รายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์โคมไฟ	8
<b>บทที่ 5 สายไฟฟ้าแรงต่ำ</b>	
1. ความต้องการทั่วไป	20
2. ชนิดของสายไฟฟ้า	20
3. การติดตั้ง	23
4. การทดสอบ	24
<b>บทที่ 6 อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า</b>	
1. ความต้องการทั่วไป	26
2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า	26
3. CABLE TRAY	28
4. WIREWAY	28
5. กล่องต่อสาย	28
6. การติดตั้ง	29

## สารบัญ (ต่อ)

รายละเอียด	หน้า
<b>บทที่ 6 อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า (ต่อ)</b>	
7. ความต้องการทั่วไป	29
8. การทดสอบ	29
<b>บทที่ 7 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า</b>	
1. ความต้องการทั่วไป	30
2. สวิตช์ไฟฟ้า (Switch)	30
3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป (Receptacle)	30
4. การติดตั้ง	31
5. การทดสอบ	31
<b>บทที่ 8 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายตัวนำ (JUNCTION BOXES, OUTLET AND PULL BOXES)</b>	
1. กล่องต่อสายและกล่องดึงสายตัวนำ	32
<b>บทที่ 9 ระบบท่อร้อยสาย (CONDUIT SYSTEM)</b>	
1. ระบบท่อร้อยสาย	34
<b>บทที่ 10 รางร้อยสาย (WIRE WAY)</b>	
1. รางร้อยสาย	37
<b>บทที่ 11 ตัวอย่างรายชื่อวัสดุและอุปกรณ์</b>	
1. วัสดุประสงค์	39
2. รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์	39

## บทที่ 1

### ความต้องการทั่วไป และขอบเขตของงาน

#### 1. ข้อความทั่วไป

รายการฉบับนี้ให้ถือว่าเป็นเอกสารสำคัญ และเป็นข้อความแนบท้ายสัญญาจ้างเหมาในโครงการ โดยทุกข้อความมีผลใช้บังคับครอบคลุม และเกี่ยวข้องกับการดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้ารวมถึงระบบอื่นๆ ตามแบบและรายการทั้งหมดให้สำเร็จลุล่วงไปโดยเรียบร้อยถูกต้องตรงกับหลักวิชาการติดตั้งงานแต่ละระบบดังกล่าว อนึ่ง ข้อความในรายการอาจมีข้อความหรือคำบางคำ ระบุไม่ชัดเจน และ/หรือมีความหมายไม่ถูกต้องให้

ผู้รับจ้างทักท้วงและทำการตกลงให้เป็นที่เข้าใจกันก่อนการเปิดซองประกวดราคา หากละเอียดผู้รับจ้างจะต้องรับที่จะกระทำหรือดำเนินการตามคำวินิจฉัยของวิศวกรผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานที่ถูกต้องตรงตามหลักวิชาการโดยผู้รับจ้างจะไม่มีสิทธิเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ เพิ่มเติมได้เลย

#### 2. ขอบเขตของงานทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหาติดตั้งและทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า ตลอดจนระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับโครงการ โดยมีขอบเขตของงานดังต่อไปนี้

- 2.1 ความรับผิดชอบตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดทั่วไป
- 2.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง และแสงสว่าง ดังแสดงในแบบ
- 2.3 เครื่องมือ, วัสดุ, อุปกรณ์ และงานใดๆ ที่ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ แต่ได้กล่าวไว้ในรายการข้อกำหนด (Specification) หรือสิ่งอื่นใดที่จำเป็นต้องใช้เพื่อทำงานให้งานเสร็จสมบูรณ์ (Complete) และพร้อมที่จะใช้งานได้ (Operation) แม้จะไม่ได้กล่าวไว้ในรายการ ข้อกำหนดหรือไม่ปรากฏไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาประกอบและติดตั้งให้เป็นที่เรียบร้อย โดยไม่คิดเงินเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง
- 2.4 จัดวางท่อ, สลิฟ (Sleeves) กรอบ (Blocks) ในคาน, ผนัง, พื้น, เพดาน ตามความจำเป็น โดยให้ทางผู้ควบคุมงานตรวจสอบขนาด และตำแหน่งแบบหรือสถานที่ก่อสร้างจริงๆ ทุกครั้ง ช่องเจาะทะลุผนังใดๆที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งท่อน้ำ ท่อลม ท่อร้อยสายไฟ ฯลฯ ต้องทำการปิดช่องว่างที่เหลือให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม
- 2.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและทำการอุด หรือปิดช่องว่างที่พื้น ผนัง เพดาน ด้วยวัสดุอุดหรือปิดที่มีอัตราทนไฟเท่ากับผนัง พื้น เพดานนั้น ที่มีการรับรองตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่เชื่อถือได้ ได้แก่ ช่องท่อในห้องเครื่องทั้งแนวตั้งที่พื้นหรือเพดานและแนวนอนที่ผนัง ช่องระหว่างท่อกับสิ่งก่อสร้าง ช่องระหว่างภายในรางไฟฟ้า ฯลฯ
- 2.6 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงานเพื่อทำความสะอาดภายในหน่วยงานก่อสร้าง เพื่อทำความสะอาดและเก็บเศษวัสดุที่ไม่ใช้งานแล้ว, เศษขยะต่างๆ ที่เกิดจากงานของผู้รับจ้างเอง และหากผู้รับจ้าง

- ไม่สามารถปฏิบัติตามได้ทางผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้จัดหาแรงงานเอง ส่วนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนี้ ถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- 2.7 ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำแบบก่อสร้าง หรือแบบทำงาน (Shop Drawings) ส่งก่อนทำการติดตั้งทุกครั้ง และจัดทำแบบการก่อสร้าง (As-Built Drawings) ภายหลังที่ติดตั้งเสร็จแล้ว และจัดส่งให้ผู้ว่าจ้าง
  - 2.8 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังเหตุอันก่อให้เกิดอันตรายระหว่างการก่อสร้างด้วยการกำหนดให้มีมาตรการความปลอดภัยพื้นฐานอย่างเพียงพอต่อบุคคล ทรัพย์สิน และสิ่งปลูกสร้าง
  - 2.9 ผู้รับจ้าง ต้องทำการทดสอบฉนวนของสายไฟ และอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อป้องกันการรั่วของไฟฟ้า โดยใช้ Meg. Test ก่อนทำการจ่ายไฟฟ้า และต้องทำการทดสอบ สวิตซ์ไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า ท่อร้อยสาย สายไฟฟ้า สายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สายสัญญาณหรือควบคุม ของระบบและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ติดตั้งแล้วเสร็จตามมาตรฐานการทดสอบและหลักวิชาการที่ถูกต้อง และให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการทดสอบ และความเสียหาย หรือข้อบกพร่องที่อาจเกิดจากการทดสอบ
  - 2.10 การทดสอบทางไฟฟ้า ต้องทำด้วยเครื่องทดสอบมาตรฐานที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยให้ขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานก่อนการทดสอบ นอกจากนี้ การทดสอบ และบันทึกผลการทดสอบ ต้องทำต่อหน้าผู้ควบคุมงานทุกครั้ง และส่งรายงานการทดสอบทั้งหมดโดยเร็วหรืออย่างน้อย 1 สัปดาห์ก่อนส่งมอบงาน
  - 2.11 เมื่อทำการทดสอบจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างแล้ว และผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมดตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ควบคุมงาน
  - 2.12 ผู้รับจ้าง มีหน้าที่ต้องจัดเตรียมและส่งคู่มือการใช้ระบบและอุปกรณ์ให้แก่ผู้ว่าจ้าง และจัดให้มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่หรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างให้เกิดความเข้าใจในการใช้งานระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้ง รวมทั้งมีการทดสอบความรู้ความเข้าใจด้วย
  - 2.13 ผู้รับจ้าง มีหน้าที่ต้องส่ง Software หรือโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายทั้งหมดที่ใช้กับระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งตามสัญญาให้แก่ผู้ว่าจ้าง รวมทั้ง Password ในการ Configure โปรแกรมทุกชิ้น
  - 2.14 ผู้รับจ้าง มีหน้าที่ต้องจัดเตรียมและส่ง กุญแจ อะไหล่ ของระบบและอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดให้ผู้ว่าจ้าง
  - 2.15 ผู้รับจ้าง ต้องรับประกันอุปกรณ์และผลงานการติดตั้งนับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบระบบมาใช้งาน เป็นระยะเวลา 2 ปี หรือกำหนดเป็นอย่างอื่นตามสัญญาโครงการ

## บทที่ 2

### มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ในการออกแบบ

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงแต่ละประเภทของอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐาน และข้อบังคับต่อไปนี้

มอก.	-	สำนักงานมาตรฐานสินค้าอุตสาหกรรม
วสท.	-	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ
ANSI	-	American National Standards Institute.
ASTM	-	American Society of Testing Material
BS	-	British Standard
FM	-	Factory Mutual, U.S.A.
IEC	-	International Electrotechnical Commission.
MEA	-	Metropolitan Electricity Authority
NEC	-	National Electrical Code
NEMA	-	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	-	National Fire Protection Association, U.S.A.
TIS	-	Thailand Industrial Standard
UL	-	Underwriters' Laboratories
EIA	-	Electronic Industries Association
TIA	-	Telecommunications Industry Association

## บทที่ 3

### แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป

#### 1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติ และการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (Distribution Board) แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board) และสวิตช์ตัดวงจรอื่นๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง (Wall Mounted)

#### 2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)

2.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของโหลดแต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ (Normal Power Supply) และระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (Essential Power Supply) ตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

#### 2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA, IEC หรือ DIN เพื่อนำมาใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่ 415Y/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต
- Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet With Gray-Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิด ด้านหน้าเป็น Flush Lock และต้องมี Key Lock ด้วย และต้องมี Circuit Directory With Clear Plastic Covering บอกรางจร (Circuit) ต่างๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน
- Bus bar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type
- Main Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker มี Ampere Trip และ Interrupting Current Capacity ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-ordination)
- Branch Circuit Breaker ใช้ Circuit Breaker ชนิด Molded Case Circuit Breaker, Quick - Make, Quick - Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Load Schedule และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
- Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

- ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ตั้งกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และโหลดชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- การติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งแสดงไว้ในแบบ แผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนังโดย Expansion Bolts ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์

### 3. แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board)

3.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ โหลดไฟฟ้าต่างๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุมโหลดแต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panel Board Schedule

3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- Panel Board ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panel Board นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 415Y/240 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 240 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบและ Panel Board Schedule
- Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet With Gray - Baked Enamel Finish มีประตูปิด - เปิด ด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
- Bus bar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug - On หรือ Bolt - On Circuit Breaker
- Main Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker มี Ampere Trip และ Interrupting Current Capacity ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-ordination)
- Branch Circuit Breaker ใช้ Circuit Breaker ชนิด Molded Case Circuit Breaker, Quick - Make, Quick - Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Load Schedule และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
- Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
- ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ตั้งกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และโหลดชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

- 3.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolts ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

#### 4. Disconnecting Switch หรือ Safety Switch

- 4.1 Disconnecting Switch หรือ Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC Heavy Duty Type
- 4.2 Switch ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็น สวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 4.3 Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี Gray - Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไปและตาม NEMA 3 R พับจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized พ่นเคลือบด้วยสี Gray - Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคารให้มีบานประตูเปิดด้านหน้าซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง OFF เท่านั้น
- 4.4 ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือไม่น้อยกว่าขนาดของ Protecting Equipment ที่ต้นทาง
- 4.5 ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ 4.4
- 4.6 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของ สวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูง จากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

#### 5. Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)

- 5.1 ให้ใช้ Molded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating จำนวน Pole ตามระบุในแบบ
- 5.2 Enclosed เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่
- NEMA 1 พับจาก Sheet Steel With Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้ง ภายในอาคารทั่วไป
  - NEMA 3 R พับจาก Zinc Coated Steel With Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งาน ติดตั้งภายนอกอาคาร
- 5.3 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ Flushed Mounting หรือ Semi - Flushed Mounting สำหรับในอาคาร และ Surface Mounted สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด

#### 6. การทดสอบ

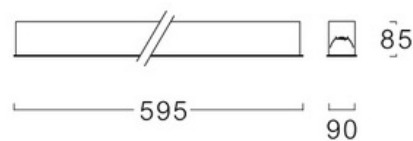
นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

- 6.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 6.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายบ่อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 6.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 6.4 ตรวจสอบช่องทางเข้าออกของสายไฟฟ้า ต้องปิดป้องกันสัตว์ และแมลงเข้าไปภายในแผงสวิตช์ โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมหรือวัสดุป้องกันไฟและควันลา

## บทที่ 4

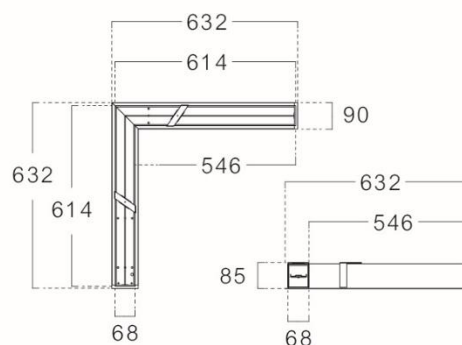
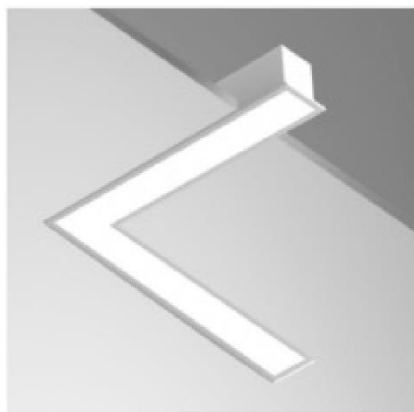
### โคมไฟ

#### 1. TYPE F01



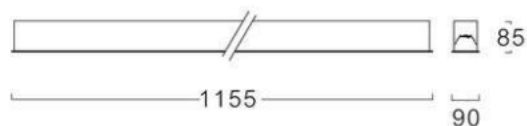
- โคมLED (LED Module) กำลังไฟไม่เกิน 8 วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 800 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- เม็ด LED มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง
- มีรายงานผลทดสอบอายุการใช้งานของเม็ด LED TM-21 L70 ตามมาตรฐาน IES LM-80
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ปริกัณฑ์ส่องสว่างและปริกัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิด Die-formed cold roll steel เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- มีแผ่นปิดอะคริลิคหน้าโคม ทำหน้าที่กระจายแสง
- ติดตั้งแบบฝังฝ้า (โคมสามารถนำมาติดตั้งต่อความยาวต่อเนื่องกันได้ ด้วย luminaire connector)
- ขนาดโคม 90x595x85 มิลลิเมตร
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E หรือเทียบเท่า

## 2. TYPE F02 (รูปตัว L เข้มมุม)



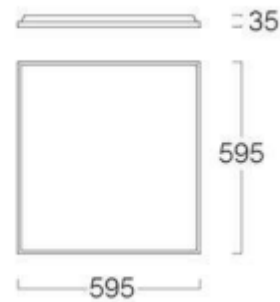
- โคมLED (LED Module) กำลังไฟไม่เกิน 16วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminus Flux) ไม่น้อยกว่า 1,600 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- เม็ด LED มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง
- มีรายงานผลทดสอบอายุการใช้งานของเม็ด LED TM-21 L70 ตามมาตรฐาน IES LM-80
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำสำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ประสิทธิภาพส่องสว่างและผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาฉบับรวทพ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิด Die-formed cold roll steel เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- มีแผ่นปิดอะคริลิกหน้าโคม ทำหน้าที่กระจายแสง
- ติดตั้งแบบฝังฝ้า (โคมสามารถนำมาติดตั้งต่อความยาวต่อเนื่องกันได้ ด้วย luminaire connector)
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E หรือเทียบเท่า

### 3. TYPE F03



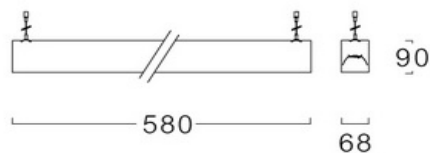
- โคมLED (LED Module) กำลังไฟไม่เกิน 16 วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminus Flux) ไม่น้อยกว่า 1,600 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- เม็ด LED มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง
- มีรายงานผลทดสอบอายุการใช้งานของเม็ด LED TM-21 L70 ตามมาตรฐาน IES LM-80
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ส่องสว่างและผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชี้ดจำกัดสัญญาฉบับรบกวนวิทย์ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิด Die-formed cold roll steel เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- มีแผ่นปิดอะคลิลิกหน้าโคม ทำหน้าที่กระจายแสง
- ติดตั้งแบบฝังฝ้า (โคมสามารถนำมาติดตั้งต่อความยาวต่อเนื่องกันได้ ด้วย luminaire connector)
- ขนาดโคม 90x1155x85 มิลลิเมตร
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรีแสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E หรือเทียบเท่า

#### 4. TYPE F04



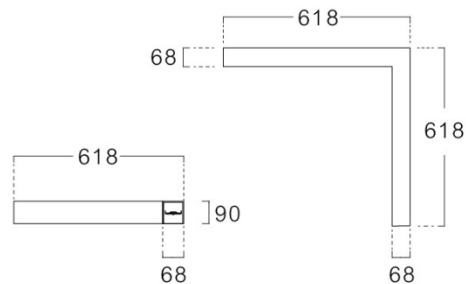
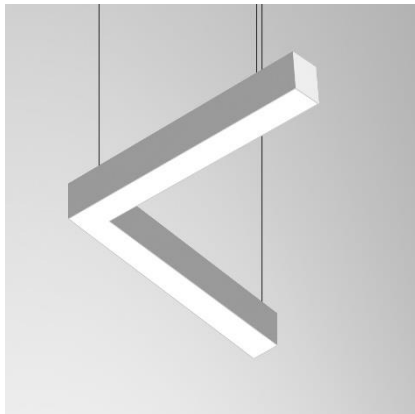
- โคมLED (LED Module) กำลังไฟไม่เกิน 18 วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminus Flux) ไม่น้อยกว่า 2,000 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟ ไม่น้อยกว่า 110 ลูเมนต่อวัตต์
- ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- ค่า UGR (Unified Glare Rating)  $\leq$  19
- ค่า Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.90
- ชุดหลอด LED Module
- เม็ด LED มีอายุการใช้งาน ไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง
- มีรายงานผลทดสอบอายุการใช้งานของเม็ด LED TM-21 L70 ตามมาตรฐาน IES LM-80
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ประสิทธิภาพส่องสว่างและผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาฉบับรบกวนวิทย์ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิด Die-formed cold roll steel เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- มีแผ่นกรองแสงหน้าโคม แบบขาวขุ่น (Opal diffuser)
- ติดตั้งแบบฝังฝ้า
- ขนาดโคม 595x595 มิลลิเมตร
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E

## 5. TYPE F05



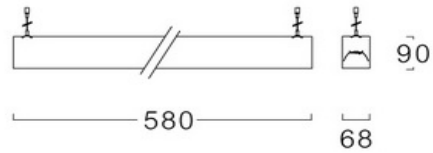
- โคมLED (LED Module) กำลังไฟไม่เกิน 5 วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminus Flux) ไม่น้อยกว่า 500 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- เม็ด LED มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง
- มีรายงานผลทดสอบอายุการใช้งานของเม็ด LED TM-21 L70 ตามมาตรฐาน IES LM-80
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทย์ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิด Die-formed cold roll steel เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- มีแผนปิดอะคลิลิคหน้าโคม ทำหน้าที่กระจายแสง
- ติดตั้งแบบแขวน (โคมสามารถนำมาติดตั้งต่อความยาวต่อเนื่องกันได้ ด้วย luminaire connector)
- ขนาดโคม 90x595x85 มิลลิเมตร
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E หรือเทียบเท่า

## 6. TYPE F06 (รูปตัว L เช้ามุม)



- โคมLED (LED Module) กำลังไฟไม่เกิน 10วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminus Flux) ไม่น้อยกว่า 1,000 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- เม็ด LED มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง
- มีรายงานผลทดสอบอายุการใช้งานของเม็ด LED TM-21 L70 ตามมาตรฐาน IES LM-80
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาณรบกวนวิฑู มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิด Die-formed cold roll steel เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- มีแผนปิดอะคลิลิคหน้าโคม ทำหน้าที่กระจายแสง
- ติดตั้งแบบแขวน (โคมสามารถนำมาติดตั้งต่อความยาวต่อเนื่องกันได้ ด้วย luminaire connector)
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E หรือเทียบเท่า

## 7. TYPE F07



- โคมLED (LED Module) กำลังไฟไม่เกิน 10 วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminus Flux) ไม่น้อยกว่า 1,000 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- เม็ด LED มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง
- มีรายงานผลทดสอบอายุการใช้งานของเม็ด LED TM-21 L70 ตามมาตรฐาน IES LM-80
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทย์ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิด Die-formed cold roll steel เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- มีแผ่นปิดอะคลิลิคหน้าโคม ทำหน้าที่กระจายแสง
- ติดตั้งแบบแขวน (โคมสามารถนำมาติดตั้งต่อความยาวต่อเนื่องกันได้ ด้วย luminaire connector)
- ขนาดโคม 90x595x85 มิลลิเมตร
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรีแสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E หรือเทียบเท่า

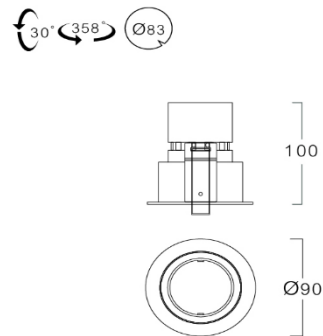
## 8. TYPE F08, F09, F10, F11, F12 (โคมแขวน custom)



TYPE	ขนาดวง (Loop size) (เมตร)
F08	5.80 x 5.00
F09	3.00 x 5.50
F10	3.00 x 5.50
F11	2.00 x 1.75
F12	1.40 x 1.20

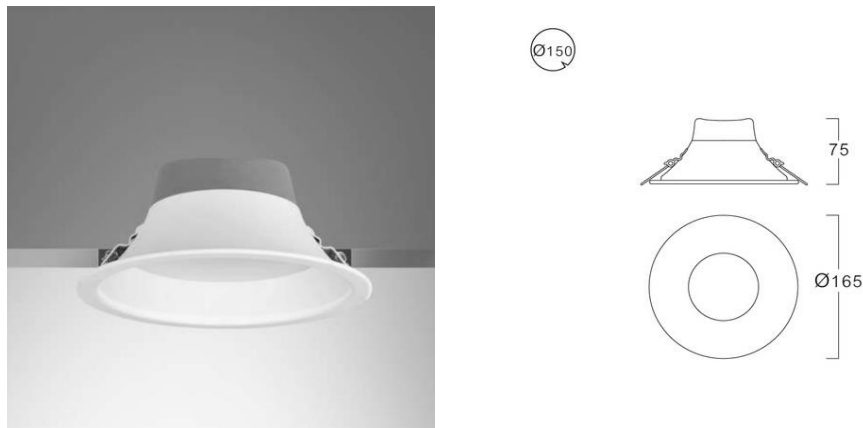
- โคมLED (LED Module) กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 10 วัตต์ ต่อ 1.20 เมตร
- จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminus Flux) ไม่น้อยกว่า 1,000 ลูเมน ต่อ 1.20 เมตร
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ประสิทธิภาพส่องสว่างและผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาฉบับกรมวิทย์ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิด Die-formed cold roll steel เคลือบด้วยสีฝุ่นสีดำ
- ติดตั้งแบบแขวน (ขนาดและรูปทรงตามแบบ)
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E หรือเทียบเท่า

## 9. TYPE RD01



- โคมLED กำลังไฟฟ้าไม่เกิน14 วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่างของโคมไฟ (Luminus Flux) ไม่น้อยกว่า 1096 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟ 75 ลูเมนต่อวัตต์
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- มุมของแสง 60 องศา
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- ชุดหลอด LED Module
- เม็ด LED มีอายุการใช้งาน 25,000 ชั่วโมง
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำสำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชีตจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิดDie-cast Aluminiumเคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- ติดตั้งแบบฝังฝ้า
- ขนาดโคมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 90 มิลลิเมตร
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E

## 10. TYPE RD02



- โคมLED กำลังไฟไม่เกิน 20 วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่างของโคมไฟ (Luminous Flux) 2110 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟ 100 ลูเมนต่อวัตต์
- ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index: CRI) มากกว่า 80
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- มุมของแสง 100 องศา
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- ชุดหลอด LED Module
- เม็ด LED มีอายุการใช้งาน 40,000 ชั่วโมง
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาฉบับรวบรวบวิทย์ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิดHigh purity Aluminium die-formed เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- ติดตั้งแบบฝังฝ้า
- ขนาดโคมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน165 มิลลิเมตร ขนาดรูเจาะ 150 มิลลิเมตร
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E

## 11. TYPE SD01, SD02

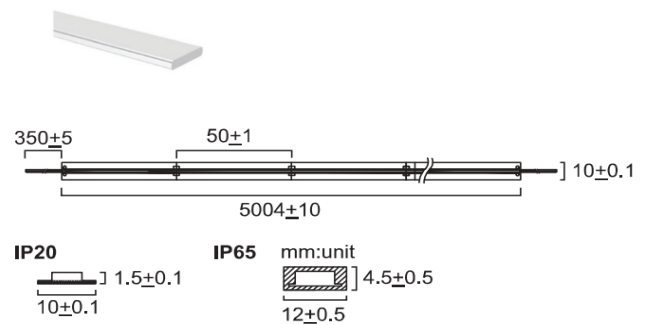


- โคมLED กำลังไฟไม่เกิน 20 วัตต์ จ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50Hz
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่างของโคมไฟ (Luminus Flux) 2110 ลูเมน
- ค่าประสิทธิภาพผลรวมความส่องสว่าง (Efficacy) ของโคมไฟ 100 ลูเมนต่อวัตต์
- ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index: CRI) มากกว่า 80
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin  $\pm$ 500 Kelvin
- มุมของแสง 100 องศา
- ค่า Power Factor มากกว่า0.90
- ชุดหลอด LED Module
- เม็ด LED มีอายุการใช้งาน 40,000 ชั่วโมง
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2
- รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน ชิดจำกัดสัญญาฉบับรบกวนวิทย์ มอก. 1955/2551
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- ตัวโคมไฟผลิตจากวัสดุชนิดHigh purity Aluminium die-formed
- ตัวโคมไฟ TYPE SD01 เคลือบด้วยสีฝุ่นสีดำ TYPE SD02 เคลือบด้วยสีฝุ่นสีขาว
- ติดตั้งแบบฝังฝ้า
- ขนาดโคมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน169 มิลลิเมตร สูง 118 มิลลิเมตร
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E

## 12. TYPE LED01



รางอะลูมิเนียม



- หลอด LED ใช้กำลังไฟฟ้าเมตรละ 12 วัตต์/เมตร และ 24Vdc
- ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminus Flux) 1180 ลูเมน/เมตร
- ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index: CRI) 80
- อุณหภูมิสี (Color Temperature) 4000 Kelvin ±500 Kelvin
- ค่า Power Factor 0.90
- ชุดหลอด COB LED mounted on flexible PCB in silicone jacket
- เม็ด LED มีอายุการใช้งาน 50,000 ชั่วโมง
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศไทยและได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 มาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ
- โคมไฟได้รับใบอนุญาตทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป มอก.902-2 (1)
- โคมไฟมีค่าระดับการป้องกันฝุ่น – กันน้ำ IP 20
- อุปกรณ์ประกอบ : รางอะลูมิเนียม และ switching Power supply output 24Vdc
- ห้องประชุมทุกห้อง สามารถหรี่แสงได้
- ผลิตภัณฑ์เป็นของ L&E

## บทที่ 5

### สายไฟฟ้าแรงต่ำ

#### 1. ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำ ที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (System Voltage) ไม่เกิน 415Y/240 โวลต์ โดยทั่วไปต้องมีคุณสมบัติตาม มอก., IEC และตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 บทที่ 2 เว้นแต่จะมีกฎ-ระเบียบ หรือข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

สายไฟฟ้าและบัสบาร์จะต้องมีสีตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 ในระบบที่ใช้เฟสเดียวจะเลือกใช้สีของสายเฟสใดๆ ก็ได้ สายไฟที่มีขนาดไม่เกิน 6 ตร.มม. จะต้องใช้สายสีตามรหัสดังกล่าว สายที่โตกว่านี้ให้ใช้สายสีดำแล้วใช้สีหรือเทปสีตามรหัสทาหรือปิดที่สายตรงจุดที่ต่อสาย หรือต่อเข้าหัวสาย บัสบาร์ต้องพ่นสีตามรหัส โดยใช้สีทนความร้อนพ่นให้ทั่วตลอดยกเว้นตรงที่ต่อแล้วอบให้สีแห้งแข็ง การกำหนดสีของสายไฟฟ้าและบัสบาร์มีดังต่อไปนี้

- 1) เฟส A ใช้ตัวอักษร L1 หรือ เป็นสีน้ำตาล
- 2) เฟส B ใช้ตัวอักษร L2 หรือ เป็นสีดำ
- 3) เฟส C ใช้ตัวอักษร L3 หรือ เป็นสีเทา
- 4) นิวทรัล ใช้ตัวอักษร N หรือ เป็นสีฟ้า
- 5) ดิน ใช้ตัวอักษร E หรือ เป็นสีเขียว หรือ เขียวแถบเหลือง

#### 2. ชนิดของสายไฟฟ้า

2.1 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สายไฟฟ้าโดยทั่วไปทั้งชนิดแกนเดี่ยว (Single-Core) และหลายแกน (Multi-Core) และถ้ามีเปลือก (Sheathed) ต้องเป็น Polyvinyl Chloride (PVC) เช่นกัน ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ที่พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งาน 450 / 750 โวลต์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 11-2553 และ IEC 60227 เรียกสายแต่ละชนิดเป็นรหัสชนิดโดยใช้หมายเลข 2 ตัว ตามหลังมาตรฐานอ้างอิง IEC ดังนี้

- 1) IEC 01 คือ สายไฟฟ้าไม่มีเปลือก สำหรับงานติดตั้งถาวร แบบตัวนำสายแข็ง แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- 2) IEC 02 คือ สายไฟฟ้าไม่มีเปลือก สำหรับงานติดตั้งถาวร แบบตัวนำสายอ่อน แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์

2.2 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Cross Linked Polyethylene (XLPE) ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ที่พิกัดแรงดันไฟฟ้า 600/1000 โวลต์ ตามมาตรฐาน IEC 60502-1

2.3 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable) และ สายไฟฟ้าชนิดควันน้อย Low Smoke Zero Halogen Cable (LSOH) ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงการจัดหา และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Low Smoke, Zero Halogen, Fire Resistance Cable) ตามที่ระบุในแบบ และรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) สำหรับตัวนำเป็นสายทองแดง ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 2) ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือ วัสดุทนไฟอื่นพันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Cross Linked Polyethylene (XLPE) ชนิดพิเศษ มีความหนาตามมาตรฐาน IEC 60502
- 3) ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multi Core Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filter เพื่อความแข็งแรงของสายเปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Ppolyolefin หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหนาตามมาตรฐาน IEC 60502
- 4) สายไฟฟ้านี้ต้องมีพิกัดแรงดันไฟฟ้า 600/1000 (เฟาเวอร์/คอนโทรล) และ 300/500 โวลท์ (สายสื่อสาร) โวลท์ที่มีอุณหภูมิของตัวนำไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียสสำหรับ Continuous Duty และ 250 องศาเซลเซียสภายใต้สภาวะ Short – Circuit
- 5) ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้
- 6) คุณสมบัติ Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้
  - IEC 60331
  - VDE 0472 Part 814
  - BS 6387 Category CWZ
- 7) คุณสมบัติด้าน Fire Retardant ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้
  - IEC 60332 Part 3
  - IEEE 383
  - VDE 0472 Part 804/C
  - BS 4066 Part 3
- 8) คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้
  - IEC 60332 Part 1
  - BS 4066 Part
- 9) คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF) และ Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้
  - Smoke test
  - ASTM D2863
  - IEC 61034 Part 2

- Halogen Acid Content Measured test (Less Than 0% Halogen Acid)
  - IEC 60754 Part 1
  - Low Corrosive Gases test
  - IEC 60754 Part 2
  - Extremely Low Toxicity Gases test
  - NES 713
  - NFC 20-454
- 10) สายไฟฟ้าชนิดควันน้อย Low Smoke Zero Halogen Cable (LSOH) ให้ผลิตและทดสอบตามมาตรฐานข้างต้น โดยยกเว้นการมี Mica Tape
- 11) ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบ Surveillance Certificated คุณสมบัตินายไฟฟ้าทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น LPCB, TUV, KEMA, ASTA เป็นต้น ให้วิศวกร พิจารณาประกอบการขออนุมัติด้วย
- 2.4 สายไฟฟ้าชนิดเอ็มไอ (Mineral Insulated Cable) เป็นสายไฟฟ้าเปลือกโลหะที่ตัวนำไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแร่ที่ผลิตจากโรงงาน ประกอบด้วยตัวนำเดี่ยว (Solid Copper Conductor) มีฉนวนที่เป็นแร่ชนิด Magnesium Oxide ที่อัดแรงอย่างสูงมีระยะห่างที่เหมาะสม และหุ้มด้วยปลอกทองแดงแบบ Seamless Copper Tube ที่มีโครงสร้างต่อเนื่องเพื่อป้องกันแรงกล, ของเหลว, ก๊าซ และเพียงพอต่อวัตถุประสงค์ในการต่อลงดิน มีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังรายละเอียดต่อไปนี้
- 1) BS 6207 : Specifications for Mineral Insulated Copper Sheathed Cables with Copper Conductor
  - 2) IEC 60702 : Mineral Insulated Cables with a Rated Voltage not Exceeding 750V
  - 3) AS 3187 : Mineral Insulated Metal Sheathed Cables
  - 4) NFPA 70
  - 5) ว.ส.ท. 2001-56
  - 6) คุณสมบัติ Fire Rate ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้
    - BS 7346-6 : 2005
    - UL2196
    - BS 6387 Category CWZ
  - 7) BS EN 60702-1 : Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V Cables
  - 8) BS EN 60702-2 : Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V Terminations

### 3. การติดตั้ง

- 3.1 ในกรณีที่ระบุให้เดินสายไฟฟ้าโดยไม่มีท่อร้อยสาย ให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีเปลือกนอก (Non metallic Sheathed Cable) ในกรณีสายขนาดเล็กอาจจะใช้เข็มขัดอะลูมิเนียมยึดสายได้ โดยเข็มขัดต้องห่างกันไม่เกิน 150 มม. สายที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 10 มม. ต้องยึดด้วยประกบพลาสติก (Plastic Saddle) ในการติดตั้งต้องยึดสายไฟฟ้าให้มั่นคงพอที่จะไม่หลุดได้ การเดินสายหุ้มฉนวนด้วยวิธีเดินลอยบนลูกถ้วยฉนวน ให้ทำตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 บทที่ 5 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนที่เดินสูงจากพื้นไม่เกิน 2,500 มม. ต้องเดินโดยร้อยในท่อร้อยสายหรือในรางร้อยสาย (Wire way) การต่อสายไฟฟ้าที่มีเปลือกนอกให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสายที่ไม่ใช่โลหะหรือกล่องต่อสายที่เป็นโลหะซึ่งต่อลงดินด้วยสายดินหรือในบ่อพักสาย กล่องต่อสายและบ่อพักสายต้องมีฝาปิดให้เรียบร้อย
- 3.2 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้
- 1) สายไฟที่ติดตั้งจะต้องยึดให้มั่นคงโดยทำตามความต้องการในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 บทที่ 5
  - 2) สายไฟที่เดินเข้าในแผงจ่ายไฟ หรืออุปกรณ์อื่น จะต้องจัดให้เป็นระเบียบ ใช้เข็มขัดรัดสาย ผูกหรือรัดไว้เป็นหมวดหมู่ สายต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงจ่ายไฟหรือในกรณีสายจุดที่ต่อเข้าเสีย จำเป็นต้องตัดทิ้งไป แต่อย่างน้อยต้องเหลือสายไม่น้อยกว่า 50 มม.
  - 3) สายไฟแต่ละเส้นจะต้องมีการทำเครื่องหมายให้ทราบได้ถึงวงจรและหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ เครื่องหมายเหล่านี้ให้ทำไว้ที่สายตรงที่อยู่ใกล้กล่องดึงสายกล่องต่อสาย และ / หรือในบ่อพักสาย และตรงปลายที่ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ ถ้าในแบบได้ระบุชื่อหรือเครื่องหมายที่แสดงถึงวงจรหรือหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ ไว้ ให้ทำเครื่องหมายให้ตรงกับที่ระบุไว้ในแบบ
  - 4) ท่อและรางร้อยสายไฟฟ้าต้องอยู่ห่างจากท่อและรางร้อยสายโทรศัพท์ไม่น้อยกว่า 305 มม. ห้ามร้อยสายโทรศัพท์หรือสายแรงดันต่ำพิเศษเข้าไปในกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า
  - 5) ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้วในแต่ละช่วง โดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือ กล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
  - 6) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
  - 7) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
  - 8) การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)
  - 9) สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูงเช่น หลอดไส้ (Incandescent Lamp), GAS Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูงตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส

และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (Asbestos) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

- 10) เมนสวิทช์และสวิทช์ต่างๆ, ท่อไฟฟ้า, รางร้อยสายไฟฟ้า และกล่องต่อสายไฟฟ้า สำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต จะต้องแยกเป็นอิสระเด็ดขาดจากระบบไฟฟ้าปกติและระบบจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินอื่นที่ไม่ใช่วงจรช่วยชีวิต

### 3.3 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- 1) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด หรือให้ต่อสายได้ในช่วงที่สามารถเข้าตรวจสอบได้โดยง่ายสำหรับการเดินสายในรางวางสายชนิดต่าง ๆ
- 2) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- 3) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายทับกันประมาณ 50 % 3 ชั้น พันเลยเข้าไปที่สายมีฉนวนประมาณ 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟ ความหนาที่พันรวมกันแล้วต้องหนาไม่น้อยกว่าความหนาของฉนวนสายไฟฟ้านั้น เทปที่ใช้พันในการต่อสายต้องเป็น Vinyl เทปทนอุณหภูมิต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส หนา 7 มิลลิเมตร ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ การต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นหรือใต้ดิน จะต้องใช้เรซินหล่อหลอมหุ้มไว้ด้วยเรซินต้องเป็นของที่ใช้งานเช่นนี้ได้ดี
- 4) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- 5) ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้
- 6) การต่อสายไฟฟ้าชนิดพิเศษที่มีข้อกำหนดเฉพาะ ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้านั้นๆ

## 4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิทช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโห์ม ในทุกๆ กรณี

- 4.2 สำหรับสายตัวนำประธาน (Feeder) และสายป้อน (Sub-Feeder) ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่า ความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

## บทที่ 6

### อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า

#### 1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า - สื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ - โทรศัพท์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้ง เป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

#### 2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING: EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดานเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ โดยไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 348
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT: IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT: RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346
- 2.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้างเช่นมอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
  - 1) การติดตั้งท่อร้อยสายให้เลือกขนาดและชนิด ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 นอกจากนี้ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบหรือข้อกำหนด
  - 2) ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

- 3) การติดตั้งท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
  - 4) ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
  - 5) ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
  - 6) การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
  - 7) การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
  - 8) แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
  - 9) ปลายท่อต้องทำให้หมดความคมด้วยเครื่องมือลบคม (Reamer) ท่อต่อเข้ากล่องต่อสายและกล่องอื่นต้องมีข้อต่อเข้ากล่องใส่ไว้ จุดจ่ายไฟทุกจุดและสวิตช์ต้องมีกล่องต่อสายเหล็กอาบสังกะสี (Outlet Box) ขนาดที่เหมาะสม
  - 10) ท่อเปล่าที่กำหนดให้ติดตั้งเผื่อไว้ ที่แสดงในแบบด้วยอักษร " CO " ให้ร้อยลวดดึงสายไว้ให้พร้อม
  - 11) ตัวยึดและตัวแขวน ให้ใช้เหล็กอาบสังกะสีทั้งหมด
  - 12) ข้อต่อท่อที่อยู่นอกอาคารหรือฝังในคอนกรีตใช้ชนิดกันน้ำ
- 2.7 รหัสสีของท่องานระบบต่างๆ ให้พ่นสีที่ประกบยึดท่อทุกๆ จุด และที่ฝากล่องต่อสายทุกๆ อัน กรณีที่เป็นรางเดินสาย (Wire Way) ให้ทำการพ่นสีเพื่อบอกรหัสทุกๆ ระยะ 3.5 เมตร และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
- 1) ระบบไฟฟ้ากำลังปกติ - สีแดง และตัวอักษรสีดำ เช่น N = Normal Feeder, LTG = วงจรแสงสว่าง และ RC = วงจรเต้ารับไฟฟ้า เป็นต้น กำกับที่ฝา BOX
  - 2) ระบบไฟฟ้ากำลังฉุกเฉิน - สีเหลือง และตัวอักษรสีแดง เช่น E = Emergency Feeder และ Ex = Exit and Emergency Light เป็นต้น กำกับที่ฝา BOX
  - 3) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ - สีส้ม และตัวอักษร FA สีดำ กำกับที่ฝา BOX
  - 4) ระบบโทรทัศน์ - สีขาว และตัวอักษร TV สีดำ กำกับที่ฝา BOX
  - 5) ระบบเสียงประกาศ - สีฟ้า และตัวอักษร PA สีดำ กำกับที่ฝา BOX
  - 6) ระบบโทรทัศน์วงจรปิด - สีน้ำเงิน และตัวอักษร CTV สีดำ กำกับที่ฝา BOX
  - 7) ระบบโทรศัพท์ - สีเขียว และตัวอักษร TEL สีดำ กำกับที่ฝา BOX
  - 8) ระบบเน็ตเวิร์ค และคอมพิวเตอร์ - สีดำ และตัวอักษร COM สีขาว กำกับที่ฝา BOX

### 3. CABLE TRAY

- 3.1 CABLE TRAY ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และพื้นเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- 3.2 CABLE TRAY ชนิด LADDER ต้องมีลูกชั้นทุกๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
- 3.3 การติดตั้งและใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

### 4. WIREWAY

- 4.1 รางร้อยสายทำจากเหล็กหนาน้อย 1.6 มม. รางร้อยสายและวัสดุที่ใช้ประกอบ ต้องทำขึ้นโดยมีวิธีป้องกันสนิม ฉาบสีแล้วอบแห้งหรืออบด้วยสังกะสีหนา รางร้อยสายและวัสดุที่ใช้ประกอบ ต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้ โดยที่หมดเกลียว / สลักเกลียวที่ใช้ต้องฝังเรียบกับพื้นและผนังของรางร้อยสาย ไม่มีส่วนคมอันจะเป็นอันตรายต่อสายไฟในระหว่างการติดตั้ง
- 4.2 รางร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร จะต้องมีการป้องกันการสึกกร่อน เช่น Hot Dip Galvanize และมีลักษณะกันน้ำได้ และผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมายหรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรางร้อยสาย
- 4.3 การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 300 และ ARTICLE 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 4.4 รางร้อยสาย ต้องเป็นของที่มีสภาพดี ไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกัน หากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่ดี
- 4.5 จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางเดินสายแต่ละขนาด และการจัดวางสายในรางเดินสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2545

### 5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป (SQUARE BOX และ HANDY BOX) ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาณใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

- 5.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS LABORATORY)
- 5.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 373
- 5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

## 6. การติดตั้ง

- 6.1 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์
- 6.2 การอุดช่องเพื่อป้องกันไฟลาม (Fire Seal) วัสดุป้องกันไฟลาม เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จจากต่างประเทศ ที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น UL, NFPA Life Safety Code no.101 ข้อ 6-2.3.6 และ ASTM เช่น 3M หรือเทียบเท่า โดยต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
  - 1) ขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง
  - 2) เกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต โลหะ ไม้ พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าได้ดี
  - 3) สามารถตัดออกได้ง่ายเมื่อแห้งตัว ทนการสั่นสะเทือนได้ดี
  - 4) สามารถขยายตัวแทนที่ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า เมื่อเกิดเพลิงไหม้
  - 5) สามารถทนความร้อนได้ถึง 1000 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง
  - 6) ไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ทั้งในขณะปกติและขณะเกิดเพลิงไหม้

## 7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

## บทที่ 7

### สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

#### 1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้า

#### 2. สวิตช์ไฟฟ้า (Switch)

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
- 2.2 ขนาดพิกัดกระแส (Ampere Rating) ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์โดยใช้ Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 2.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะและมีหน้าสัมผัส เป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 2.4 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 2.5 Cover plate ต้องเป็น Anodized Aluminum หรือ High Grade Plastic
- 2.6 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot - Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- 2.7 การติดตั้งให้ฝัง Metal Box ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ Cover plate ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

#### 3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป (Receptacle)

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีพิกัดกระแส (Ampere Rating) ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- 3.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะ และมีหน้าสัมผัสเป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาดพิกัดกระแส (Ampere Rating) ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.5 Cover plate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 2
- 3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูง จากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.3 เมตร

3.7 ตัวรับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (PLUG) ให้ตามจำนวนตัวรับ  
นั้นๆ

#### 5. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของ  
ผู้คุมงาน

#### 6. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และตัวรับโดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในขณะที่ทดสอบฉนวนของ  
สายไฟฟ้า

## บทที่ 8

### กล่องต่อสายและกล่องดึงสายตัวนำ (JUNCTION BOXES, OUTLET AND PULL BOXES)

กล่องต่อสายและกล่องดึงสายตัวนำ จะต้องถูกต้องตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. เว้นแต่จะได้ออกข้อกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ JUNCTION BOX และ OUTLET BOX ขนาด 4" x 4" มีความลึกที่เหมาะสมกับจำนวน และขนาดของสายไฟซึ่งร้อยอยู่ใน ภายใน ตามข้อ 370-6 ของ NEC. แต่ไม่ตื้นกว่า 1 ½ " และเป็นชนิดที่จะสร้างด้วย HOT DIP GALVANIZED SHEET-STEEL (GALVANIZED ทั้งด้านในและด้านนอก) ขนาดไม่ต่ำกว่า เบอร์ 16 AWG. มี KNOCK-OUT ขนาดจำนวน และตำแหน่งทางด้านข้างและด้านหลังของ BOX ที่เหมาะสมกับงานที่ใช้
2. เว้นแต่จะได้ออกข้อกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น BOXES จะต้องสร้างด้วย GALVANIZED STEEL ขนาดไม่ต่ำกว่า 5 เท่าของปริมาตรรวมของสายไฟภายในทั้งหมด แต่ไม่ต่ำกว่า 100 คิวบิกนิ้ว ยึดฝาปิดด้วยสกรูและต้องไม่มีรู นอกจากที่ท่อคอนดุกถูกยึดติดอยู่เท่านั้น
3. PULL BOXES ตามที่กล่าวถึงในข้อ 2 ให้ใช้ได้เฉพาะในการดึงสายไฟภายในเท่านั้น หากจะมีอุปกรณ์อื่นภายใน PULL BOX ด้วยต้องเสนอแบบของ BOX ตลอดจนรายละเอียดการติดตั้งภายใน และการติดตั้ง BOX ให้วิศวกรได้พิจารณาและอนุมัติก่อน
4. FLOOR BOX สำหรับ OUTLET ต่าง ๆ ซึ่งฝังอยู่ในพื้นต้องใช้ BOX แบบที่เหมาะสม และทั้งชุดต้องสามารถกันน้ำได้ การติดตั้งให้ฝังในพื้นโดยให้ฝาเรียบกับพื้น
5. BOXES ทั้งหลายที่ติดตั้งกลางแจ้งหรือในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูงหรือ BOXES ซึ่งกำหนดให้เป็นแบบที่กันน้ำได้จะต้องเป็นชนิด GALVANIZED CAST IRON มีหัวต่อเข้ากับท่อคอนดุกแบบเกลียว และใช้ปะเก็นในการปิดฝาให้แน่นสนิทด้วยสกรูทองเหลือง
6. BOXES ทุกตัวต้องติดตั้งภายในฝ้าเพดานในผนังเพดานหรือในพื้นที่ให้พ้นสายตา หากมีความจำเป็นต้องติดตั้งภายนอกบนเพดาน ผนัง ฯลฯ ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรหรือสถาปนิกก่อน แต่ต้องใช้ชนิด CAST-IRON หรือ CAST ALUMINIUM
7. ให้ใช้ RAISED COVER ตามความเหมาะสม
8. รู KNOCK-OUT ที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อย ด้วยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะหรือเปลี่ยน BOX เสียใหม่
9. BOXES ทั้งหลายจะต้องถูกยึดตรึงอย่างแข็งแรง โดยไม่ต้องอาศัยท่อคอนดุกเป็นตัวรับน้ำหนักของตัวเอง และอุปกรณ์อื่นที่ห้อยแขวนหรือตั้งติดกับ BOX นั้น ๆ ได้ หากที่ยึดทำด้วยโลหะ จะต้องเป็นชนิดกันสนิมได้และมีขนาดที่เหมาะสม
10. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซม ผนัง เพดาน ฝ้า พื้น ฯลฯ ที่ชำรุดเพราะการติดตั้ง BOXES ต่างๆ

11. JUNCTION, OUTLET และ PULL BOX ทุกตัวจะต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าไปดำเนินการตรวจสอบแซมตัว BOX เอง หรือสายไฟฟ้าภายในได้ทุกขณะภายหลังจากงานนี้เสร็จสิ้นลงแล้ว โดยไม่ต้องกระทบกระเทือนงานด้านสถาปัตยกรรม
12. ตำแหน่งของ BOXES และอุปกรณ์ตามที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดและติดตามการแก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม ตามแบบของสถาปนิก ตกแต่งภายในและแบบROUGHING-IN ของบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยละเอียด เพื่อจะสามารถกำหนดตำแหน่ง BOXES ได้อย่างถูกต้อง
13. ผู้ออกแบบ และ/หรือ เจ้าของมีสิทธิที่จะเปลี่ยนตำแหน่งของ BOXES ต่างๆ ภายในรัศมี หนึ่งเมตรจากตำแหน่งเดิมก่อนการติดตั้ง BOXES เหล่านั้นได้ โดยไม่ต้องเพิ่มค่าติดตั้งให้แก่ผู้รับจ้าง
14. การติดตั้ง BOXES ควรระมัดระวังอย่าให้ติดกับท่อน้ำ ท่อส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศ หรืออย่าให้ไปกีดขวางกับงานระบบอื่น ๆ
15. BOXES ที่ติดตั้งแล้วเสร็จให้พ่นด้วยสี SPRAY ภายใน BOXES และฝา BOXES ทุกตัวเพื่อเป็นรหัสสีดังนี้คือ
  - สีน้ำเงิน สำหรับ ระบบโทรศัพท์
  - สีขาว สำหรับ ระบบคอมพิวเตอร์
  - สีเทา สำหรับ ระบบเสียงประกาศ
  - สีแดง สำหรับ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
  - สีน้ำตาล สำหรับ ระบบโทรศัพท์ศูนย์กลาง
  - สีม่วง สำหรับ ระบบควบคุมการผ่านเข้า-ออก

## บทที่ 9

### ระบบท่อร้อยสาย (CONDUIT SYSTEM)

แนวท่อร้อยสายตามที่แสดงในแบบเป็นเพียงภาพวาด เพื่อให้สะดวกในการเข้าใจ และมองเห็นได้ชัดเจน การติดตั้งท่อร้อยสายจึงต้องให้เหมาะสม กับสภาพของสถานที่ติดตั้งและตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. ท่อร้อยสายทั้งระบบของอาคารจะต้องได้รับการติดตั้งอย่างมิดชิด หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นหรือหากมีความจำเป็นซึ่งมิได้คาดการณ์ไว้ก่อน ที่จะต้องติดตั้งในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องขอความเห็นชอบจากวิศวกร หรือสถาปนิกก่อนดำเนินการติดตั้ง
2. แนววางท่อร้อยสาย การตัดสินใจว่าช่วงหนึ่งช่วงใดของท่อร้อยสายควรฝังในพื้นที่ผนังช่วงใดให้เดินลอย หรือควรแอบในเพดาน ฯลฯ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ที่จะต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านสถาปัตยกรรม และด้านการก่อสร้าง(รวมถึงส่วนใดที่มีฝ้าเพดานส่วนใดไม่มีฝ้าเพดาน) ในกรณีที่ไม่มีฝ้าเพดานให้เดินด้วยท่อ IMC ฝังใน CONCRETE SLAB ทั้งนี้ไม่ว่าสัญลักษณ์ที่แสดงไว้ในแบบจะปรากฏเป็นท่อ EMT หรือท่อ IMC เพื่อที่จะสามารถติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้ได้อย่างเหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดีที่สุดตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง และวิธีการติดตั้งท่อตามมาตรฐาน NEC
3. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ห้ามมิให้เปลี่ยนท่อ CONDUIT เป็น WIREWAY หรือ CABLE TRAY
4. ท่อร้อยสายทุกแบบที่ใช้ในระบบไฟฟ้านี้จะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่าครึ่งนิ้ว
5. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายซึ่งฝังในคอนกรีตในพื้น (FLOOR SLAB) และที่ติดตั้งในที่แจ้งหรือในสถานที่ๆ จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำต้องใช้ท่อร้อยสายชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC)
6. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่นท่อร้อยสายซึ่งแอบไว้ในฝ้าเพดานหรือในฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีตให้ใช้ท่อ ELECTRIC METALLIC TUBING (EMT) ได้
7. มิให้ใช้ท่อ EMT ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 2 นิ้ว ส่วนท่อใหญ่กว่า 2 นิ้ว ให้ใช้แบบ IMC
8. หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์ หรือดวงโคม หรือเครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ ที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ FLEXIBLE CONDUIT ความยาวไม่ต่ำกว่า 0.45 เมตรแต่ไม่เกิน 0.90 เมตร เป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป
9. FLEXIBLE CONDUIT จะต้องเป็นชนิดที่กันน้ำได้ ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือมีโอกาสถูกน้ำ
10. การงอท่อร้อยสายต้องระวังมิให้ท่อชำรุดและจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อเปลี่ยนแปลงไป รัศมีการโค้งงอของท่อต้องเป็นไปตามกฎของ NEC เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อร้อยสายต้องเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้โดยเฉพาะ ห้ามงอท่อร้อยสาย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว หรือมากกว่า ในกรณีดังกล่าวให้ใช้ CAST - IRON ANGLE BENDS และ/หรือ FITTING

11. ห้ามงอท่อร้อยสายเกิน 4 ครั้ง ในแต่ละช่วงระหว่าง OUTLET, JUNCTION หรือ PULL BOXES หากจำเป็นให้ใส่ PULL BOX หรือ CONDULET เพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
12. การติดตั้งท่อร้อยสายจะต้องให้มีรอยต่อน้อยที่สุด โดยเมื่อจะต่อท่อร้อยสายแบบ IMC ให้ใช้ COUPLINGS หรือ FITTINGS ชนิดเกลียวและใช้ RED LEAD หรือวัสดุที่มี ELECTRICAL CONTINUITY ทาเกลียวตัวผู้เพื่อกันน้ำมิให้เข้าภายในท่อ การต่อต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกันแนบสนิท และต้องตะไบ หรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน
13. ต่อท่อ EMT ด้วย COUPLING และ CONNECTOR แบบ ‘RAINTIGHT’ เท่านั้น
14. ให้ใช้ EXPANSION COUPLINGS และ/หรือ EXPANSION FITTING ในการวางท่อร้อยสาย ซึ่งมีระยะยาวกว่า 45 เมตร และ/หรือ ท่อร้อยสาย ซึ่งผ่าน EXPANSION JOINTS ของโครงสร้างอาคาร และ/หรือ ท่อร้อยสาย ซึ่งวางจากโครงสร้างหนึ่งไปยังอีกโครงสร้างหนึ่งที่ไม่ต่อกัน โดย EXPANSION FITTINGS ทุกชนิดต้องมี BONDING JUMPERS
15. ความโค้งงอของท่อร้อยสาย (ซึ่งติดตั้งภายนอก หรือที่ซ่อนอยู่ในฝ้าเพดานที่สามารถเปิดซ่อมได้ หรือฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต) ที่หักมากเกินไป จะต้องใช้ CONDULET
16. ห้ามใช้ CONDULET ในการต่อท่อที่โค้งหรือหักงอ ในส่วนที่อยู่เหนือฝ้าเพดานที่ฉาบเรียบปิดสนิท (ไม่มีช่องสำหรับขึ้นไป SERVICE ได้)
17. ต้องยึดท่อร้อยสาย IMC หรือ RSC เข้ากับ BOXES ต่างๆ และ PANEL BOARD โดยใช้ LOCK NUT 2 ตัว (ภายนอกและภายใน BOXES ด้านละ 1 ตัว) พร้อมด้วย BUSHING โดยถ้ารูของ KNOCK OUT ใหญ่กว่าท่อคอนดุกต์จะต้องใช้ REDUCING WASHER เพื่อไม่ให้มีช่องโหว่ระหว่างท่อ และ BOXES ฯลฯ ส่วนรูว่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิด
18. การต่อท่อร้อยสายทุกชนิด ให้ตรวจสอบว่าข้อต่อมี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดี ทั้งนี้เพราะต้องการให้ใช้ระบบท่อร้อยสายเป็น GROUND-PATH ของระบบไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด
19. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบอย่างรอบคอบว่าการเชื่อมต่อของท่อ FLEXIBLE CONDUIT กับท่อ FLEXIBLE CONDUIT เองมี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดีโดยตลอด มิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวนแบบเดียวกับของ PHASE WIRE และมีขนาดเท่ากับ PHASE WIRE
20. หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น การฝังท่อร้อยสายในดิน ต้องหุ้มท่อร้อยสายด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 2 นิ้ว โดยรอบท่อตลอดความยาว
21. ท่อร้อยสายทุกแบบต้องถูกยึดหรือตรึงไว้อย่างแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร และไม่เกิน 0.30 เมตร จาก BOXES หรือ PANEL BOARD โดยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ และ/หรือ โดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากวิศวกร
22. ระหว่างการก่อสร้างและเทคอนกรีต ท่อร้อยสายที่วางเพื่อให้ฝังอยู่ในคอนกรีต ต้องถูกกระชับให้แน่น โดยวิธีที่เหมาะสม และไม่ก่อปัญหาให้แก่ผู้รับจ้างด้านการก่อสร้าง เมื่อมี STUB-UPS ตั้งแต่ 2 อันขึ้นไป ให้ทำแบบไม้หรือโลหะเจาะรู สวมกระชับ STUB-UPS เหล่านั้นไว้ให้แน่นหนา ระยะห่างระหว่าง STUB - UPS

- ต้องให้พอดีกับการที่จะสวมปลาย STUB-UPS เข้ารูด้านข้างของ OUTLET, BOX, JUNCTION หรือ PULL BOX โดยไม่ต้องงอหรือบีบรัด STUB-UPS ในภายหลัง
23. ท่อร้อยสายที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดานจะต้องติดตั้ง และยึดแนบอยู่กับพื้น SLAB ห้ามเดินวางอยู่บนฝ้าเพดาน หรือห้อยอยู่กับพื้น SLAB
  24. เมื่อวางท่อร้อยสายเสร็จ แต่ยังไม่ปฏิบัติงานขั้นต่อไปกับท่อร้อยสายนั้นไม่ได้ ให้เคลือบส่วนของท่อที่ได้ตามเกลียวไว้ด้วยสี ENAMEL เพื่อกันสนิม และปิดปากท่อด้วยปลั๊กอุด หรือฝาเกลียวให้มิดชิด
  25. ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้วให้ตรวจสอบว่าท่อไม่ตัน หากมีท่อใดตันให้แก้ไขทันที โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง
  26. ห้ามใช้ EMT ในบริเวณที่มีน้ำเปียกหรือที่ๆ ต้องมีระบบกันน้ำหรือในบริเวณที่เป็น HAZARDOUS LOCATION
  27. ขนาดท่อร้อยสายที่ใช้เมื่อร้อยสายไฟฟ้าแล้ว ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของสายไฟรวมฉนวน และเปลือกของสายทั้งหมด จะต้องไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อให้ผู้รับจ้างจัดทำ SHOP DRAWINGS การจัดวางแนว และขนาดของท่อร้อยสายอย่างละเอียด เพื่ออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

## บทที่ 10

### รางร้อยสาย (WIRE WAY)

รางร้อยสายที่แสดงในแบบเป็นเพียงแนวทางเพื่อให้เกิดความสะดวกและเข้าใจมองเห็นได้ชัดเจนการติดตั้งจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ติดตั้ง และตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1. การเดินสายไฟหรือสายในระบบสื่อสารภายในช่อง SHAFT ให้ใช้ WIRE WAY เท่านั้นนอกจากระบุเป็นอย่างอื่น การติดตั้ง WIRE WAY ต้องแยกเป็นระบบและต้องให้เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ติดตั้ง
2. พื้นที่หน้าตัดของตัวนำหรือสายไฟทุกเส้นรวมฉนวนที่เดินใน WIRE WAY เมื่อรวมกันแล้วจะต้องมีค่าไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดของ WIRE WAY
3. WIRE WAY ที่ติดตั้งในแนวนอน จะต้องมี SUPPORT รองรับอย่างแน่นหนา โดยระยะห่างระหว่างจุดรองรับต้องไม่เกิน 1.50 เมตร ถ้าระยะห่างจำเป็นต้องมากกว่านี้ ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้คุมงานก่อน แต่ต้องไม่เกิน 3.00 เมตรในทุกกรณี
4. WIRE WAY ที่ติดตั้งในแนวตั้งจะต้องมี SUPPORT รองรับอย่างแน่นหนา โดยระยะห่างระหว่างจุดรองรับไม่เกิน 4.50 ม. และระหว่างจุดรองรับทั้ง 2 จุด รอยเชื่อมต่อของ WIRE WAY ต้องไม่เกิน 1 จุด
5. GROUNDING ของ WIRE WAY จะต้องเป็นไปตาม NEC. 250
6. ที่ปลาย หรือจุดใดของ WIRE WAY หากไม่มีตัวนำเข้าหรือออกจะต้องปิด
7. การติดตั้ง WIRE WAY สำหรับส่วนที่มีจุดต่อสายตัวนำเข้าออกจะต้องสามารถเปิดออกได้โดยสะดวกและพื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำพร้อมฉนวน รวมถึงหัวต่อสายตัวนำ (SPLICE) รวมกันแล้วจะต้องไม่เกิน 75% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของ WIRE WAY ที่จุดต่อสายนั้น ๆ
8. ภายใน WIRE WAY ห้ามมิให้ติดตั้งอุปกรณ์อื่นใด เช่น SPLITTER หรือ TAP OFF เป็นต้น
9. ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณหาขนาดของ WIRE WAY แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนดำเนินการติดตั้งจริง
10. WIRE WAY ที่ใช้ในระบบสื่อสารนี้ ต้องผ่านการป้องกันสนิมอย่างดี ความหนาของ WIRE WAY ให้เป็นไปตามนี้

ขนาดความสูง x กว้าง		ความหนา (MM.)
MM.	INCH	
50 x 100	2 x 4	1.2
100 x 100	4 x 4	1.2
100 x 150	4 x 6	1.2
100 x 200	4 x 8	1.2
150 x 150	6 x 6	1.6
150 x 200	6 x 8	1.6
150 x 300	6 x 12	1.6
200 x 200	8 x 8	1.6
200 x 400	8 x 16	1.6

## บทที่ 11

### ตัวอย่างรายชื่อวัสดุและอุปกรณ์

#### 1. วัสดุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์ นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสาร รายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

#### 2. รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์

รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุ และอุปกรณ์มาตรฐาน ให้เป็นไปตามรายละเอียดต่อไปนี้.

##### 2.1 LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER (ACB,MCCB,MCB)

- SQUARE-D (BY SCHNEIDER ELECTRIC)
- ABB
- EATON
- CHINT

##### 2.2 LV MAIN AND DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER

- ASINE
- ASEFA
- SPE
- SANGCHAI
- ESI

##### 2.3 PROTECTIVE RELAY, METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENTS

- ABB
- TELEMECANIQUE (BY SCHNEIDER ELECTRIC)
- CROMPTON
- SOCOMEC
- CIRCUTOR
- E-POWER
- RTR

- CET

#### 2.4 BATTERY AND BATTERY CHARGER

- EXIDE
- LOVATO
- GS

#### 2.5 LOAD CENTER SET

- SQUARE-D (BY SCHNEIDER ELECTRIC)
- ABB
- SIEMENS
- SMBE
- SPE
- SANGCHAI
- ASINE

#### 2.6 CONTACTOR AND CONTROL RELAY

- SIEMENS
- ABB
- TELEMECANIQUE (BY SCHNEIDER ELECTRIC)
- FINDER
- LOVATO

#### 2.7 POWER CAPACITOR AND REACTIVE POWER CONTROL RELAY

- SOCOMEC
- CIRCUTOR
- SCHNEIDER ELECTRIC
- RTR
- FRAKO

#### 2.8 SURGE PROTECTION

- CITEL
- MCG
- SCHNEIDER
- DEHN

## 2.9 SWITCH AND OUTLET

- BTICINO
- NATIONAL
- CLIPSAL (BY SCHNEIDER ELECTRIC)
- PANASONIC
- ABB

## 2.10 POWER OUTLET

- ABB
- CEE
- CLIPSAL (BY SCHNEIDER ELECTRIC)

## 2.11 LUMINAIRE

- PHILIPS
- DELIGHT
- L&E
- LEITNER

## 2.12 LAMPS

- OSRAM
- PHILIPS
- TOSHIBA
- SILVANIA

## 2.13 EMERGENCY & EXIT LIGHT

- SUNNY
- DYNO ELECTRIC
- DELIGHT

## 2.14 CABLE TRAY, CABLE LADDER, WIREWAY

- SCI ELECTRIC MANUFACTURER
- SIAM METAL WORKS INDUSTRIES (SMC)
- SIAM INDUSTRIAL MANUFACTURER (SIM)
- TIC MANUFACTURING
- UI

- ASEFA

- BSM

#### 2.15 METALLIC CONDUIT

- BSM

- RSI

- ARROW PIPES

- BLUE EAGLE

- VECTOR

#### 2.16 NON-METALLIC CONDUIT (HDPE&EPLEX)

- TAP

- TGG

- BTC

- BLUE EAGLE

#### 2.17 PVC&UPVC CONDUIT

- THAI PIPE INDUSTRY

- SIAM CEMENT

- CLIPSAL (BY SCHNEIDER ELECTRIC)

- BSM

#### 2.18 LOW VOLTAGE CABLE

- PHELPS DODGE

- THAI YAZAKI

- BANGKOK CABLE

- CTW CABLE

- VENINE

#### 2.19 FIRE RESISTANCE CABLE

- VENINE

- MCI DRAKA

- PHELPS DODGE

- PRYSMIAN

## 2.20 FIRE BARRIER

- HILTI
- 3M
- GE
- ABESCO