

# รายการประกอบแบบก่อสร้าง งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

## โครงการ

กลุ่มอาคารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  
ศูนย์แมริม ตำบลชี้เหล็ก  
จังหวัดเชียงใหม่



## สารบัญ

	หน้า
งานวิศวกรรมไฟฟ้า	
1. ข้อกำหนดทั่วไป	1
2. ขอบเขตของงาน	6
3. ระบบไฟฟ้า	7
4. หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER)	8
5. ระบบต่อลงดิน (Grounding System)	9
6. สายไฟฟ้า	9
7. ท่อร้อยสายไฟฟ้า	11
8. รางเดินสาย (Wireways)	13
9. ก่อสร้างต่อสายและกล่องดึงสาย	14
10. ดวงโคมไฟฟ้า	14
11. สวิตช์ และเคำรับไฟฟ้า	16
12. ตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ (Main Distribution Board, MDB.&EMDB.)	17
13. ผลิตภัณฑ์ที่อนุมัติให้ใช้	22
14. แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย (Panel Board)	22
15. เครื่องควบคุมเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ (Automatic Power Factor controller)	23
16. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)	24
17. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alam System)	25
18. ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม (Master Antenna Television System, MATV)	27
19. ระบบป้องกันและล่อฟ้า (Lightning Protection System)	28
20. การทดสอบ	29
21. บัญชีรายการอุปกรณ์มาตรฐาน (Vender List) ✓ ล.ท. / ว .	29



## งานวิศวกรรมไฟฟ้า

### 1. ข้อกำหนดทั่วไป

#### 1.1 นิยาม

1.1.1 "ผู้ว่าจ้าง" หมายถึง ผู้มีอำนาจดำเนินการจ้างในนามของ "เจ้าของงาน" และมีความหมายรวมถึงตัวแทนของผู้ว่าจ้าง คือ สถาปนิก วิศวกร ผู้ตรวจงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนของตน

1.1.2 "ผู้รับจ้าง" หมายถึง ผู้มีอำนาจดำเนินการรับจ้างในนามของ "ผู้รับงาน" และมีความหมายรวมถึงพนักงานผู้แทนของผู้รับจ้าง ซึ่งได้รับการแต่งตั้งจากผู้รับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้

1.1.3 "งาน" หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญา

1.1.4 "แบบ" หมายถึง แบบแปลนที่แนบท้ายสัญญานี้ รวมถึงแบบที่จัดทำเพิ่มเติม และรายการประกอบแบบนี้ โดยผู้ว่าจ้าง และ/หรือผู้รับจ้างจัดทำขึ้นเพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมให้ชัดเจนเพื่อใช้ประกอบในการปฏิบัติงานตามสัญญานี้

1.1.5 "มาตรฐาน" หมายถึง มาตรฐานต่างๆ ที่อ้างอิงหรือกำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้โดยให้ยึดถือตามมาตรฐานฉบับล่าสุดในวันที่ยกนามในสัญญาเป็นมาตรฐานอ้างอิง

1.2 หากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ และทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดตามกฎหมาย และมาตรฐานฉบับล่าสุดที่อ้างอิงฉบับใดฉบับหนึ่งในเรื่องที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้.-

กฟน.	กฎของการไฟฟ้านครหลวง
กฟภ.	กฎของการไฟฟ้าภูมิภาค
ทศท.	กฎของการโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
วสท.	มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
มอก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ANSI	American National Standard Institute
DIN	Deutscher Industrie Normen
IEC	International Electrotechnical Commission
NEC	National Electrical Code
NFPA	National Fire Protection Association
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
UL	Underwriter's Laboratories, Inc.
VDE	Verband Deutscher Elektro techniker

1.3 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้ง จะต้องเป็นของใหม่ไม่บุบสลายหรือผ่านการใช้งานมาก่อน และต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบใหม่ล่าสุดของโรงงานผู้ผลิต

1.4 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่ทำงานทั้งหมดหรืองานส่วนใดส่วนหนึ่งให้ผู้รับจ้างช่วง โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง และการอนุญาตจากผู้ว่าจ้างให้ถือว่าผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบงานที่ได้จ้างผู้รับจ้างช่วงไปนั้นทุกประการ

1.5 การเปลี่ยนแปลง การเพิ่ม หรือลดงาน

1.5.1 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งเปลี่ยนแปลงงาน เพิ่มงาน หรือลดงานลงจากที่ได้กำหนดตามสัญญาได้โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วยจะพิจารณาโดยวิธีตกลงราคาระหว่างผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้าง การเปลี่ยนแปลง การเพิ่ม หรือลดงานจะทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

1.5.2 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงดำเนินการได้

1.6 ผู้ปฏิบัติงานและพนักงานของผู้รับจ้าง

1.6.1 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการ และรายชื่อผู้ร่วมปฏิบัติงานให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนปฏิบัติงานเสมอ

- 1.6.2 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้าในสาขาไฟฟ้ากำลัง ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้ตามอำนาจหน้าที่ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติวิศวกร เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมและปฏิบัติงานได้เป็นไปตามแบบ และรายละเอียดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และวิศวกรไฟฟ้าต้องลงนามรับรองในเอกสารส่งมอบงานด้วย
  - 1.6.3 ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตั้งงานทางไฟฟ้าในแต่ละระบบ
  - 1.6.4 ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงาน และพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง
  - 1.6.5 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุอันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิต และทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงาน และพนักงานของผู้รับจ้างเอง
- 1.7 การปฏิบัติงาน
- 1.7.1 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบพิมพ์ และ/หรือในรายละเอียดประกอบแบบนี้ถึงแม้ว่าบางรายการได้แสดงไว้ในแบบพิมพ์ แต่ไม่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ หรือมีกำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ แต่ไม่แสดงไว้ในแบบพิมพ์ก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานนั้นเสมือนกับว่าได้มีการแสดง และกำหนดไว้ทั้งสองแห่ง ทั้งนี้รวมถึงงาน และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำ หรือจัดหาเพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ถูกต้องและปลอดภัยตามมาตรฐานต่างๆ ที่นำมาอ้างอิง ถึงแม้ว่าจะไม่ได้แสดงไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือรายละเอียดประกอบแบบก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานนั้นให้ถูกต้อง และครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น
  - 1.7.2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงในแบบพิมพ์ และกำหนดในรายละเอียดประกอบแบบ นี้ หากต้องมีการเปลี่ยนและแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานเพื่อให้วัสดุอุปกรณ์ และงานเป็นไปตามแบบ และข้อกำหนดผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยน และติดตั้งเพิ่มเติมในระหว่างระยะเวลารับประกันโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
  - 1.7.3 ผู้รับจ้างต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน ให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้าวันหลังจากลงนามในสัญญา โดยแผนงานที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานที่จะปฏิบัติให้ชัดเจนเหมาะสม และละเอียดตามสมควร รวมทั้งแจ้งจำนวนพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน และ/หรือแต่ละช่วงเวลาของงานกำกับไว้ด้วย และในระหว่างการปฏิบัติงาน หากต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วน หรืองานทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ ก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่น้อยกว่าสิบห้าวัน เพื่อขอความเห็นชอบก่อน และการเปลี่ยนแปลงแผนงานนี้จะทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
  - 1.7.4 ผู้รับจ้างต้องทำการนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง ให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้าวันหลังจากลงนามในสัญญา โดยกำหนดการดังกล่าวต้องสอดคล้องกับแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงานด้วย
  - 1.7.5 ก่อนที่ผู้รับจ้างจะนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อยเจ็ดวัน และผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย
- 1.8 แบบพิมพ์และรายละเอียดประกอบแบบ
- 1.8.1 แบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบทั้งหมดนี้เป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใดๆ และ/หรือนำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่นใด นอกจากจะได้รับการอนุญาตจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้วเท่านั้น
  - 1.8.2 ในกรณีที่แบบพิมพ์และรายละเอียดขัดแย้งกัน และ/หรือกรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบ และรายละเอียดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน หากผู้รับจ้างได้ดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาตผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขงานนั้นๆ ให้ถูกต้อง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดหนึ่งหากแบบพิมพ์ และรายละเอียดกำหนดไว้ไม่ตรงกัน ให้ถืออันที่ถูกต้องกว่าดีกว่าเป็นหลัก
  - 1.8.3 ตำแหน่งของดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ เต้ารับโทรทัศน์ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่แสดงในแบบพิมพ์เป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสม โดยปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควร โดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

## 1.9 มาตรฐานของวัสดุอุปกรณ์

- 1.9.1 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งต้องผ่านการรับรองจากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ เช่น มอก., UL, F.M.L. เป็นต้น และต้องมีมาตรฐานเดียวกันกับที่อ้างอิงถึงในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 1.9.2 วัสดุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งต้องส่งตัวอย่าง หรือแคตตาล็อกพร้อมทั้งรายละเอียดที่สมบูรณ์ให้ผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนพิจารณา ก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงสามารถนำมาใช้ได้
- 1.9.3 การกำหนดรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในแบบพิมพ์และรายละเอียดประกอบแบบนี้ อาจกล่าวอ้างถึงเครื่องหมายการค้าของผลิตภัณฑ์ และ/หรือผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวก็มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไปในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าอุปกรณ์ที่กล่าวอ้างถึง หรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ระบุไว้ ผู้รับจ้างจะต้องพิสูจน์ และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- 1.9.4 กรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบนี้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ และในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยทันที และต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งหมด
- 1.10 การเห็นชอบ การให้ความยินยอม หรือการอนุมัติใดๆ เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ วิธีและแนวทางการติดตั้ง และ/หรือตำแหน่ง การติดตั้ง หรือข้อเสนอดังกล่าวของผู้รับจ้างให้ถือว่าการรับรู้ของผู้ว่าจ้าง และ/หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นเท่านั้น ผู้รับจ้างยังคงต้องรับภาระ และความรับผิดชอบเต็มที่ในเรื่องถูกต้องตามหลักวิชาการความสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์ และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามที่กำหนดทั้งในแบบพิมพ์ และในรายละเอียดประกอบแบบ รวมทั้งความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อบุคคลหรือทรัพย์สินถึงแม้ว่าผู้ว่าจ้าง และ/หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างได้มีการกระทำตามนัยดังกล่าวแล้วข้างต้นจนกว่าจะส่งมอบงาน และ/หรือพ้นระยะเวลาการรับประกันคุณภาพ
- 1.11 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหา และงานที่เสร็จแล้วถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษาความเสื่อมสภาพ สูญหาย ถูกทำลาย และ/หรือความเสียหายใดๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ
- 1.12 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์เข้ามาจนถึงสถานที่ติดตั้งใช้งาน โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบชำระค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด รวมทั้งรับผิดชอบต่อความเสียหาย และ/หรือความล่าช้าอันเกิด จากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์นั้นทุกประการ
- 1.13 การป้องกันไฟและควันลาม
- 1.13.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุป้องกันการลุกลามของไฟ และควันตามช่องเปิดของท่อร้อยสายไฟสายไฟฟ้า และบัสเวย์ ฯลฯ ซึ่งผ่านผนังห้องหรือพื้นห้องโดยวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NEC หัว ข้อที่ 300-21
- 1.13.2 วัสดุป้องกันไฟ และควันลามต้องได้รับการรับรองจาก UL เช่น ผลิตภัณฑ์ของ 3M, GE หรือเทียบเท่า
- 1.13.3 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 1.13.4 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้ และสามารถถอดออกได้ง่าย ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 1.13.5 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องทนต่อการสันระเหินได้ดีและติดตั้งได้ง่าย
- 1.13.6 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเกิดเพลิงไหม้
- 1.13.7 ช่องเปิดสำหรับท่อร้อยสายหรือบัสเวย์ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตต้องปิดด้วยป้องกันไฟและควันลาม
- 1.13.8 การติดตั้งวัสดุเพื่อการป้องกันไฟ และควันลามต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
- 1.14 แบบสำหรับก่อสร้าง (Shop Drawing)
- 1.14.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบสำหรับก่อสร้างอย่างน้อย 3 ชุดให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 15 วัน
- 1.14.2 แบบสำหรับก่อสร้างต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้งวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบไฟฟ้า และรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างอาคารหรือผู้รับจ้างรายอื่นๆ
- 1.14.3 แบบสำหรับก่อสร้างต้องใช้มาตรฐานกระดาษเขียนแบบและสัญลักษณ์เดียวกันกับต้นแบบ

- 1.14.4 แบบสำหรับก่อสร้างต้องมีรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้
- การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูงและหม้อแปลงไฟฟ้า
  - การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด
  - การติดตั้งสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย รางเดินสาย ฯลฯ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ
  - การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับไฟฟ้าทั้งหมด
  - รายละเอียดของวงจรถ่าง ๆ ตามความจำเป็น เช่น วงจรระบบควบคุมอัตโนมัติต่างๆ เป็นต้น
  - รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึด รวมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งของการติดตั้ง หรือคุณสมบัติอื่น ๆ
  - รายละเอียดอุปกรณ์และการติดตั้งของระบบการต่อลงดิน
  - รายละเอียดอุปกรณ์ และการติดตั้งของระบบโทรศัพท์ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม และระบบอื่นๆ ที่มีการแสดงไว้ในแบบพิมพ์และรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 1.15 แบบตามที่สร้างจริง (Asbuilt Drawing)
- 1.15.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบตามที่สร้างจริง โดยจัดส่งเป็นแบบพิมพ์เขียว 2 ชุด และแบบพิมพ์ในกระดาษไข 1 ชุดรวมทั้งแบบที่เขียนบันทึกลงในแผ่นบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์อีก 1 ชุด โดยเป็นแบบแสดงแผนผังตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ วิธีการติดตั้ง และแนวการติดตั้งตามที่ก่อสร้างจริง รวมทั้งงานในส่วนที่ได้แก้ไขเปลี่ยนแปลงจากแบบก่อสร้าง ซึ่งได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างในระหว่างการก่อสร้างและติดตั้งจริง
- 1.15.2 แบบตามที่สร้างจริงต้องใช้มาตรฐานกระดาษเขียนแบบ และสัญลักษณ์เดียวกันกับแบบก่อสร้าง
- 1.15.3 แบบตามที่สร้างจริงต้องมีรายละเอียดการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ลักษณะเดียวกันกับแบบก่อสร้าง
- 1.15.4 แบบตามที่สร้างจริงต้องมีวิศวกรผู้ควบคุมงานลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบงาน และผู้รับจ้างต้องส่งแบบตามที่สร้างจริงให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันที่งานนั้นๆ แล้วเสร็จ
- 1.16 การใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วคราวและอุปกรณ์ชั่วคราวอื่น ๆ
- 1.16.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานการใช้งานการติดตั้ง และการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์
- 1.16.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับใช้ในการก่อสร้าง รวมทั้งติดตั้งโคมไฟฟ้าชั่วคราวตามจุดต่างๆ ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ตามความจำเป็นในการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง หรือความจำเป็น ในการตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง รวมทั้งความปลอดภัยในการทำงานของส่วนรวม โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว และดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวนี้ด้วย
- 1.16.3 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการรื้อถอนระบบไฟฟ้าชั่วคราว และดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวทั้งหมดในวันส่งมอบงาน หรือตามความจำเป็นในการปฏิบัติงานโดยส่วนรวม โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรื้อถอนระบบไฟฟ้า และดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวทั้งหมด
- 1.17 การฝึกอบรม
- 1.17.1 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน
- 1.17.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบมาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลา 15 วันติดต่อกันหลังจากวันส่งมอบงาน
- 1.18 การบริการ
- 1.18.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบ สำหรับการตรวจซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือนในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง
- 1.18.2 ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่องและอุปกรณ์เสนอต่อผู้ว่าจ้างทุกครั้งที่ได้รับบริการ
- 1.18.3 ในระหว่างระยะเวลารับประกัน กรณีที่ผู้ว่าจ้างจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉินนอกเวลาปกติ ผู้รับจ้างต้องรีบบริการโดยไม่ชักช้า



## 1.19 การทดสอบ

- 1.19.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารทั้งหมด โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ต้องจัดหาหรือติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบทั้งหมด
- 1.19.2 วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ควบคุมการทดสอบ และจัดทำรายงานผลการทดสอบเกี่ยวกับคุณภาพการฉนวน (Insulation) ของแรงดันไฟฟ้า และขนาดกระแสไฟฟ้าของแต่ละวงจรพร้อมทั้งลงนามรับรองผลการทดสอบ และถือว่ารายงานผลการทดสอบนี้เป็นเอกสาร การส่งมอบงานด้วย
- 1.19.3 วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ควบคุมการทดสอบ และจัดทำรายงานผลการทดสอบเกี่ยวกับคุณภาพสัญญาณ (Noise Level) ขนาดสัญญาณ ฯลฯ ของอุปกรณ์ระบบสื่อสารแต่ละจุดพร้อมทั้งลงนามรับรองผลการทดสอบ และถือว่ารายงานผลการทดสอบนี้เป็นเอกสารการส่งมอบงานด้วย
- 1.19.4 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้ากำลังโดยการป้องกันกำลังไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแรงสูงระบบไฟฟ้าแรงต่ำของอาคาร ขณะที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดรวมทั้งรีเลย์ และอุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติต่างๆ ถูกปรับแต่ง และติดตั้งให้เหมือนกับสภาพการใช้งานตามปกติ โดยอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องทำงานได้ตามปกติเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 48 ชั่วโมง
- 1.19.5 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าโดยการเปิดไฟทิ้งไว้ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 36 ชั่วโมง และทำการทดสอบเต้ารับไฟฟ้าทุกจุดโดยใช้โหลดแสงสว่างขนาด 60 วัตต์ต่อกับเต้ารับไฟฟ้านั้นๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที
- 1.19.6 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน และสายไฟของวงจรร้อยทุกจุดโดยปลดปลายสายทั้งสองข้างออกจากโหลด และแหล่งจ่ายไฟฟ้าแล้ววัดค่าฉนวนด้วยเครื่องวัดค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้าแบบกระแสตรง 1000 โวลต์นานต่อเนื่องกัน 30 วินาที และบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานผู้ว่าจ้างค่าความต้านทานฉนวนระหว่างสายกับสาย และสายกับสายดินต้องไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะโอห์ม
- 1.19.7 ผู้รับจ้างต้องทำการวัดค่ากระแสของสายป้อนและสายไฟของวงจรร้อย โดยจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดทั้งหมดของวงจรและวัดค่ากระแสด้วยเครื่องวัดกระแสแบบคล้อง (Clamp on Ammeter) แล้วบันทึกผลเพื่อรายงานผู้ว่าจ้าง
- 1.19.8 ผู้รับจ้างต้องทำการวัดค่าความต้านทานของระบบต่อลงดิน และรายงานผลการวัดให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.19.9 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม โดยการวัดค่าสัญญาณที่เต้ารับโทรทัศน์ทั้งหมด และบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานผู้ว่าจ้าง
- 1.19.10 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบโทรศัพท์ และระบบสื่อสารอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

## 1.20 การส่งมอบงาน

- 1.20.1 ผู้รับจ้างต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อเดินเครื่อง และทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ในสภาพการใช้งานเต็มที่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 36 ชั่วโมงติดต่อกัน
- 1.20.2 ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสารให้เหมาะสมกับการใช้งานสถานที่ และความต้องการ ได้แก่ การปรับแต่งความสมดุลของโหลด การปรับแต่งแรงดันของระบบการปรับแต่งอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน และลัดวงจร การปรับแต่งคุณภาพของสัญญาณสื่อสารต่างๆ ทั้งนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- 1.20.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบวัสดุ และอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้น สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามแบบ และข้อกำหนดทุกประการ
- 1.20.4 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง ฯลฯ เพื่อการตรวจรับมอบงาน
- 1.20.5 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารและสิ่งของดังต่อไปนี้ในวันส่งมอบงาน
- แบบสร้างจริง
  - รายงานผลการตรวจสอบระบบไฟฟ้ากำลัง
  - รายงานผลการตรวจสอบระบบสื่อสาร
  - หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์
  - เครื่องมือพิเศษที่จำเป็นสำหรับการปรับแต่ง และซ่อมบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ซึ่งได้จากผู้ผลิตเครื่องและอุปกรณ์นั้นๆ

## 1.21 การรับประกัน

1.21.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้าย สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ให้ผู้รับจ้างรับประกันเป็นระยะเวลา 90 วัน ส่วนหลอดไฟฟ้าแบบอื่นให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาของ Average Life Time

1.21.2 ในระยะเวลาประกันนี้ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้โดยถูกต้องตามหลักวิชา โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

1.21.3 ในระหว่างระยะเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันในจำนวนเงินตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างตั้งแต่วันที่ลงนามในสัญญา โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์นำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

## 2. ขอบเขตของงาน

2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ และรายการตลอดจนวัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งระบบไฟฟ้านี้ รวมถึงแรงงานเครื่องมือ สถานที่เก็บของ นั่งร้านชั่วคราว ระบบไฟฟ้าชั่วคราว และดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราว เพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้านี้เสร็จสมบูรณ์

2.2 ผู้รับจ้างต้องติดต่อและประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่นให้ดำเนินการปักเสาพาดสาย และติดตั้งสายเคเบิลแรงสูงหม้อแปลงไฟฟ้า มิเตอร์ไฟฟ้าทั้งแรงสูง และมิเตอร์ไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยผู้ว่าจ้างเป็นผู้ชำระค่าธรรมเนียมต่างๆ ของการไฟฟ้าเอง

2.3 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการประสานงานกับการไฟฟ้าฯ และจัดทำแบบพิมพ์ตามที่การไฟฟ้าฯ ต้องการเพื่อใช้ในการตรวจสอบและขออนุญาตติดตั้งระบบไฟฟ้าของอาคารโดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการประสานงานกับการไฟฟ้าฯ ทั้งหมด

2.4 ผู้รับจ้างต้องติดต่อและประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับระบบโทรศัพท์ ให้ดำเนินการออกแบบท่อร้อยสาย และกล่องดึงสาย พร้อมทั้งจัดทำแบบมาตรฐานสำหรับการติดตั้ง และเดินสายโทรศัพท์พร้อมท่อร้อยสายเข้าไปถึงแผงกระจายสายหลัก (Main Distribution Frame, MDF.) ของอาคาร โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาไม่มีการเพิ่มราคาจากที่ได้เคยเสนอราคาไว้ โดยผู้ว่าจ้างเป็นผู้ชำระค่าธรรมเนียมต่างๆ ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเอง

2.5 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างและผู้รับจ้างงานอื่นๆ โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเจาะช่องซ่อมช่องที่เจาะ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นทั้งหมด เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายและเกิดความล่าช้าขึ้น

2.6 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายป้อนไปยังอุปกรณ์ของระบบสุขาภิบาลและระบบอื่นๆ ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อให้ระบบต่างๆ สามารถใช้งานได้

2.7 ผู้รับจ้างต้องจัดทำฐานคอนกรีตสำหรับแผงสวิทช์เกียร์แรงต่ำ (Main Distribution Board, MDB.) ตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

2.8 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิทช์อัตโนมัติย่อย สายป้อน ท่อร้อยสาย รางเดินสาย พร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในแบบ และตามที่ได้ขออนุมัติแก้ไขเพิ่มเติมจากแบบจนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.9 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า สวิตซ์ไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ เต้ารับโทรทัศน์ เต้ารับสัญญาณระบบสื่อสารอื่นๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของอาคารตามที่กำหนดไว้ในแบบจนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.10 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX.) แผงกระจายสายหลัก (MDF.) ตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลาย ทาง (TC.) ท่อร้อยสายโทรศัพท์ รางเดินสายโทรศัพท์ สายโทรศัพท์ เต้ารับโทรศัพท์ รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบโทรศัพท์ของอาคารจนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.11 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม (MATV. System) ตามที่กำหนดไว้ในแบบจนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.12 ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทั้งหมดของอาคารตามที่กำหนดไว้ในแบบจนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

- 2.13 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดิน ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 2.14 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบแสงสว่างฉุกเฉิน และไฟป้ายทางออกฉุกเฉินทั้งหมดของอาคาร
- 2.15 ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.16 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ รวมทั้งระบบสื่อสารที่ได้กำหนดไว้ในแบบ และตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ รวมทั้งจัดทำรายงานการทดสอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง
- 2.17 ผู้รับจ้างต้องทำแบบสำหรับก่อสร้าง (Shop Drawing) ตามขนาดและมาตราส่วนของแบบของผู้ว่าจ้างยกเว้นกรณี ที่ต้องการแสดงรายละเอียดให้ชัดเจนขึ้น เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนที่ได้รับมอบหมายภายใน 15 วัน ก่อนดำเนินการติดตั้ง เมื่อผู้ควบคุมงานรับทราบและอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบพิมพ์ให้ผู้ว่าจ้างอีก 3 ชุด เพื่อใช้ในการควบคุมงาน
- 2.18 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามก่อสร้างจริง (Asbuilt Drawing) ตามขนาดแบบมาตราส่วนของแบบสำหรับก่อสร้างที่ได้รับการอนุมัติให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนที่ได้รับมอบหมายภายใน 30 วัน นับจากวันที่งานนั้นๆ แล้วเสร็จ และให้ผู้รับจ้างส่งแบบตามก่อสร้างจริงให้ผู้ว่าจ้างอีกจำนวน 3 ชุด หลังจากติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ เสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด ผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน
- 2.19 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้าย และในระยะเวลาประกันนี้ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ และถูกต้องตามหลักวิชาการโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมดสำหรับหลอดไฟฟ้าแบบ LED ให้ผู้รับจ้างรับประกันเป็นระยะเวลา 180 วัน ส่วนหลอดไฟฟ้าแบบอื่นให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาเฉลี่ยของอายุอุปกรณ์ (Average Life Time)
- 2.20 ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันในจำนวนเงินตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างตั้งแต่วันที่ลงนามในสัญญา โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์นำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

### 3. ระบบไฟฟ้า

- 3.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูงเป็นระบบ 3 Phase 3 Wires 22,000 V.
- 3.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำเป็นระบบ 3 Phase 4 Wires 400/230 V 50 Hz. Y Connection System Solid Ground
- 3.3 ระบบควบคุมต่างๆ ให้เป็นไปตามที่แสดงในแบบและที่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 3.4 ระบบสีของบัสบาร์ให้ใช้ดังนี้.-

Phase A	สีน้ำตาล
Phase B	สีดำ
Phase C	สีเทา
Phase N	สีฟ้า
Phase Gr.	สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง

- 3.5 ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้ดังนี้.-

Phase A	สีน้ำตาล
Phase B	สีดำ
Phase C	สีเทา
Phase N	สีฟ้า
Phase Gr.	สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง

สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเขียวให้ทาสีที่สายไฟ หรือพันเทป หรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้าทุกแห่งที่มีการต่อสาย และต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น

- 3.6 ระบบสีของอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบต่าง ๆ ให้ใช้ดังนี้.-

ระบบไฟฟ้าปกติ	สีแดง หรือ สีเดิมของท่อเหล็ก
ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและไฟสำรอง	สีส้ม
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	สีเหลือง

ระบบโทรศัพท์	สีเขียว
ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม	สีฟ้า
ระบบเสียง	สีขาว

#### 4. หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER)

##### 4.1 ทั่วไป

ข้อกำหนดในตอนนี้อยู่ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และติดตั้งของหม้อแปลงไฟฟ้าประเภทที่ใช้งานในกลางแจ้ง และให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของการไฟฟ้าภูมิภาค IEC, VDE, TIS และในรายการประกอบแบบ

##### 4.2 ขอบเขต

รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด Oil Immersed Natural Self Cool Type และอุปกรณ์ ประกอบ การติดตั้งซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้และในแบบ และตามข้อกำหนด/มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทุกประการผู้ผลิต ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001

##### 4.3 อุปกรณ์ประกอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละลูก จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Arcing horns corrosion proved
- Name Plate with wiring diagram
- Oil drain, filter press sampling valve
- Sludge drain plug
- Lifting Lugs
- Tank grounding provision (2 Point)
- Oil level gauge
- Pressure relief device (spring resettable type)
- Thermometer dial type with alarm and trip contacts
- H.T. and L.T. bushings with terminal connectors
- อื่น ๆ ตามที่ระบุในแบบ และตามมาตรฐานผู้ผลิต

##### 4.4 การติดตั้ง และทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

4.4.1 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในแบบตามคำแนะนำของผู้ผลิต และตามข้อกำหนดทางปฏิบัติของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

4.4.2 หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิตพร้อมทั้งมีเอกสารแสดง และรับรอง ผลการทดสอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบรายการทดสอบที่โรงงานมีอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Ratio test
- Resistant measurement
- Polarity and phase relation test
- No-load test
- Excitation current test
- Oil test
- Leakage test
- Insulation resistance test

4.4.3 หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการตรวจสอบ และรับรองให้ใช้งานได้จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมื่อจ่ายไฟเข้า หม้อแปลงแล้ว ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแรงดันทางด้านแรงต่ำก่อนจึงจะจ่ายไฟไปสู่วงจรรภายนอกได้

4.4.4 สายศูนย์ของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องต่อลงดินใกล้กับหม้อแปลงไฟฟ้านั้น ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

## 5. ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)

5.1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า และตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

5.2 สายดินต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนหรือสายทองแดงเปลือยตามที่กำหนดในแบบพิมพ์ หรือรายละเอียดประกอบแบบมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบพิมพ์หรือรายละเอียดประกอบแบบ และมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ตามตารางที่ 4-1 และ 4-2 สำหรับสายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจเสียหาย ชำรุดได้ให้ร้อยในท่อโลหะ

5.3 แท่งหลักดิน (Ground Rod) ให้ใช้เหล็กกล้าหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาวไม่ต่ำกว่า 10 ฟุต หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ จำนวนและระยะห่างระหว่างหลักดินทั้งหมดให้ยึดถือตามแบบพิมพ์สำหรับกรณีที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์สายนำลงดินทุกชุดต้องประกอบด้วยแท่งหลักดิน 3 แท่ง ตอกลงดินระยะห่าง 3.00 เมตร ในแนวตรงหรือในแนวสามเหลี่ยมด้านเท่า

5.4 สายเชื่อมหลักดิน (Ground Grid) ให้ใช้ตามวสท.2556 ตารางที่ 4-1 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์เชื่อมต่อกันระหว่างหลักดินทั้งหมดทุกหลัก หรือตามที่แสดงไว้ในแบบพิมพ์

5.5 หลักดิน (Ground Electrode) ประกอบด้วยแท่งหลักดิน (Ground rod) และสายเชื่อมหลักดิน (Ground grid) ซึ่งฝังลึกลงไปในดินไม่ต่ำกว่า 1 เมตร โดยทำการติดตั้งตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบ และเมื่อติดตั้งเสร็จแล้วให้ทำการวัดค่าความต้านทาน ถ้ามีค่าสูงกว่า 5 โอห์ม (ในภาวะดินแห้ง) ต้องตอกแท่งสลักดินเพิ่มขึ้นในแนวของสายเชื่อมหลักดิน โดยระยะห่างระหว่างแท่งสลักดินต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตร

5.6 การเชื่อมต่อสายเชื่อมหลักดินกับสายเชื่อมหลักดิน หรือสายเชื่อมหลักดินกับแท่งหลักดิน ให้ทำการเชื่อมด้วยความร้อน (Exothermic Welding) ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ซึ่งการเชื่อมตอดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้

5.7 ชั้นส่วนโลหะทุกชั้นของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เช่น ดวงโคมไฟฟ้า เตารับไฟฟ้า กล่องต่อสายฝาครอบ และกรอบของเตารับและสวิตช์ที่เป็นโลหะ อุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกหุ้มภายนอกเป็นโลหะ ส่วนของ แผงสวิตช์ที่เป็นโลหะ และชั้นส่วนโลหะที่อาจมีกระแสไฟฟ้าต้องต่อลงดินที่แผงสวิตช์จ่ายไฟตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ในกรณีที่ใช้ท่อร้อยสายโลหะให้ต่อลงดิน โดยใช้สายดินเชื่อมต่อเข้ากับระบบดินอย่างสมบูรณ์

5.8 การต่อสายดินเข้ากับแผงสวิตช์ให้ใช้หัวต่อแบบบีบ ประกับจับสาย หรือสิ่งอื่นที่ระบุให้ใช้เพื่อการนี้ ห้ามต่อโดยใช้การบัดกรีเป็นหลัก

5.9 ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดิน หรือใช้สายดินเป็นสายศูนย์

5.10 สายศูนย์ของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องต่อลงดินใกล้กับหม้อแปลงไฟฟ้านั้น

5.11 การต่อลงดินของอุปกรณ์ระบบสื่อสารให้แยกออกจากระบบต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และระบบล่อฟ้าโดยใช้สายดินที่มีขนาดและชนิดตามที่กำหนดไว้ในแบบ และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

5.12 วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ และจัดทำรายงานผลการวัดค่าความต้านทานของระบบดิน โดยวิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างต้องลงนามในรายงานผลการทดสอบ และส่งให้กับผู้ว่าจ้าง และในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้ทันทีโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

## 6. สายไฟฟ้า

6.1 สายไฟฟ้านำมาใช้ติดตั้งต้องมีตัวนำเป็นทองแดงและเป็นไปตามมาตรฐานมอก. ผลิตภัณฑ์ฉบับล่าสุด โดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและยอมรับ โดยทั่วไปให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิเกิน 70 องศาเซลเซียส ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์หรือตารางโหลด (Load Schedule)

6.2 ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเดียวให้ทาสีที่สายไฟหรือพันเทปหรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้าทุกแห่งที่มีการต่อสาย และต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น

- 6.3 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินใต้ดินไม่ว่าจะโดยการร้อยท่อหรือฝังดินโดยตรง ต้องเป็นสายที่มีเปลือกนอกหนาเป็นพิเศษผลิตขึ้นสำหรับเดินใต้ดินโดยเฉพาะ (มีชื่อทางการค้าว่า NYY) ยกเว้นในกรณีที่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์ หรือตาราง โหลด (Load Schedule)
- 6.4 สายเคเบิลแรงสูงต้องเป็นสายเส้นเดียวตลอดห้ามตัดต่อสายระหว่างทาง
- 6.5 ห้ามตัดต่อสายไฟฟ้าภายในท่อร้อยสาย และภายในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ
- 6.6 การตัดต่อสายไฟฟ้าอนุญาตให้ทำในกล่องต่อสายเท่านั้น และต้องพันทับด้วยเทปพันสายให้มีฉนวนเทียบเท่าสายไฟฟ้าสำหรับสายขนาด 10 ตร.มม. หรือเล็กกว่าต้องต่อสายโดยใช้ไวร์นัท (Wire Nut) สำหรับสายขนาด 16 ตร.มม. หรือใหญ่กว่าต้องต่อสายโดยใช้ตัวต่อสายแบบบีบ และใช้ท่อหด (Heat Shrink Tube) หุ้มรอยต่อสาย
- 6.7 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ขั้วต่อแบบมีหัวสกรูยึดสาย ต้องใช้หัวต่อแบบบีบและหุ้มด้วยท่อหด
- 6.8 การดึงสายไฟฟ้าผ่านท่อร้อยสายต้องทำหลังจากที่วางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น ห้ามไม่ให้เตรียมโดยร้อยสายไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- 6.9 การดึงสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายควรใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบและผลิตขึ้นสำหรับใช้ดึงสายไฟฟ้า โดยเฉพาะ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 6.10 ในการดึงสายไฟฟ้าอาจใช้สารหล่อลื่นเพื่อช่วยลดความฝืดได้ โดยทั้งนี้อนุญาตให้ใช้เฉพาะสารหล่อลื่นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำเท่านั้น
- 6.11 การติดตั้งสายไฟฟ้าทุกขนาดต้องกระทำอย่างระมัดระวัง และระมัดระวังการตัดโค้งของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หรือ NEC หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า
- 6.12 สายไฟฟ้าในช่องเดินสายแนวตั้งต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าที่ปลายบนของช่องเดินสาย และต้องมีกรงยึดสายไฟฟ้าเป็นช่วงๆ โดยระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในแนวตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 6.13 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรตัวรับไฟฟ้าและสายที่ต่อแยกเข้าตัวรับไฟฟ้า ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่าสายไฟฟ้าของวงจรร้อยนั้นๆ และมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์หรือตารางโหลด (Load Schedule)
- 6.14 สายไฟฟ้าสำหรับต่อแยกไปยังดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่าสายไฟฟ้าของวงจรร้อยนั้นๆ และมีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์หรือตารางโหลด (Load Schedule)
- 6.15 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.0 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
- 6.16 สายไฟฟ้าที่เดินเข้าไปในแผงสวิตช์ตัดตอน แผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ หรืออุปกรณ์อื่นๆ จะต้องจัดให้เป็นระเบียบ โดยใช้เคเบิลไทร์ (Cable Tie) ผูกมัดสายไฟฟ้าให้เป็นหมวดหมู่ และสายไฟฟ้าจะต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายเปลี่ยนวงจรได้ภายในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ
- 6.17 ที่ปลายสายไฟฟ้าทั้งหมดในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ และแผงสวิตช์ควบคุมต่างๆ ต้องมีเครื่องหมายแสดงเลขที่วงจรไฟฟ้า (Wire Marker) ชนิดที่มีความคงทนถาวรกำกับไว้เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 6.18 การเดินสายไฟฟ้าภายในช่องเดินสายที่เป็นโลหะ ต้องทำให้ไม่เกิดความร้อนแก่โลหะที่ล้อมรอบ เนื่องจากผลของการเหนี่ยวนำ เช่น การรวมสายเส้นไฟทุกเฟสและสายนิวทรัล รวมทั้งสายดินของวงจรไว้ในช่องเดินสาย หรือเครื่องห่อหุ้ม เดียวกัน
- 6.19 สายไฟฟ้าแรงสูง
- 6.19.1 ชนิดของสายไฟฟ้า
- Aluminium conductor Steel Reinforced (ACSR) ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ตารางที่ 6-2522 (TES 86-2522) โดยที่เส้นลวดตัวนำเป็น Hard Drawn Aluminium พันรอบแกนกลางซึ่งเป็น Galvanized Steel Wire สายไฟฟ้าชนิดนี้ไม่หุ้มฉนวน เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Aerial Power Transmission And Distribution Line
  - Partial Insulated Cable (PIC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Primary Aerial Distribution Cable โดยติดตั้งพาดยึดกับ Pin Insulator ผลิตตามมาตรฐาน Insulated Cable Engineers Association (ICEA) S-66-524 ประกอบด้วย

1. เส้นลวดตัวนำเป็น Compact Standarded Hare Drawn Aluminium
  2. โดยรอบตัวนำมี Shield Layer เป็น Extruded Semiconductor Cross-Linked Polyethylene
  3. ฉนวนหุ้มชั้นนอกเป็น Track Resistant Cross-linked Polyethylene
- Spaced Arial Cable (SAC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Primary Aerial Distribution Cable โดยพาดยึดบน Cable Spacer ผลิตตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้
1. เส้นลวดตัวนำเป็น Compact Standards Hare Drawn Aluminium
  2. โดยรอบตัวนำมี Shield Layer เป็น Extruded Semiconductor Croll-Linked Polyethylene
  3. ฉนวนหุ้มชั้นใน (Insulation) เป็น Natural Cross-Linked Polyethylene
  4. เปลือกหุ้มชั้นนอก (Sheath) เป็น Track Resistant Cross-Linked Polyethylene
- High Voltage cross-Linked Polyethylene Power Cable (XLPE) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Main Circuit Feeder โดยวางในรางวางสาย (Wire way, Cable Tray or Cable Trench) และร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้าผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ICEA S-6-524 และ IEC 502 มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้
1. ลวดตัวนำเป็น Compact Standarded copper
  2. โดยรอบตัวนำพันด้วย Conducting Cross-Linked Polyethylene
  3. ฉนวนหุ้มตัวนำเป็น Cross-Linked Polyethylene
  4. โดยรอบตัวนำมี Insulation Shield เป็น Semi-Conducting Cross-linked Polyethylene
- ก่อนมี Shield ชั้นนอกอีกชั้นหนึ่งเป็น Annealed Copper Tape เปลือกหุ้มชั้นนอกเป็น Polyvinyl Chloried (PVC)
- 6.19.2 การติดตั้ง
- การติดตั้งสายไฟฟ้าแต่ละชนิดของสายแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า (voltage) ตลอดจนการใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อแนะนำและมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น
  - การติดตั้งตามแนวทางที่ปรากฏในแบบ เป็นเพียงการเสนอแนะที่เป็นไปได้ การติดตั้งจริงต้องได้รับการพิจารณา อนุมัติจากการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 6.19.3 การทดสอบ ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแรงสูง เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

## 7. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- 7.1 ท่อร้อยไฟฟ้าโลหะต้องผลิตและมีคุณสมบัติตาม มอก. และท่อร้อยสายอลูมิเนียมแบบพีวีซี. แข็งต้องผลิต และมีคุณสมบัติตาม มอก. สำหรับท่อร้อยสายอลูมิเนียมแบบเอชดีพีอี. แข็ง (HDPE) ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตาม มอก.
- 7.2 ห้ามเปลี่ยนทางเดินสายไฟฟ้าจากท่อร้อยสายไฟฟ้าเป็น รางเดินสาย (Wire ways) หรือรางเคเบิล (Cable tray) โดยเด็ดขาด ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
- 7.3 ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบบโลหะต้องเป็นชนิดเหล็กอบสังกะสีโดยกรรมวิธี Hot-dipped ผิวภายในเรียบปราศจากตะเข็บ ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- 7.4 ท่อร้อยสายซึ่งฝังในดิน ฝังในคอนกรีต หรือติดตั้งในบริเวณที่จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำต้องใช้ท่อโลหะหนา (Rigid Steel Metallic Conduit, RSC.) หรือท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metallic Conduit, IMC.) ตามที่กำหนดไว้ใน แบบพิมพ์ และ/หรือตารางโหลด ท่อร้อยสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานให้ใช้ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing, EMT.) ท่อร้อยสายที่ฝังในผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีตให้ใช้ท่อโลหะหนาปานกลาง สำหรับบริเวณที่ไม่สามารถให้ท่อร้อยสายดังกล่าวข้างต้นได้อนุญาตให้ใช้ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal conduit) และให้ใช้ท่อโลหะอ่อนกับของเหลว (Liquid tight Flexible Metal Conduit) กรณีที่ติดตั้งในบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือมีโอกาสถูกน้ำส่วนท่อร้อยสายอลูมิเนียมอนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะกรณีที่จะระบุไว้ในแบบ หรือ ในกรณีที่ได้รับการยืนยันจากผู้ออกแบบว่ามีความปลอดภัยเพียงพอ
- 7.5 ท่อร้อยสายซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีความสิ้นสะเทือน และช่วงต่อสายเข้าผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าให้ใช้ท่อโลหะอ่อน หรือโลหะอ่อนกับของเหลว หรือใช้วิธีการอื่นตามที่เหมาะสม

- 7.6 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งจากตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ (MDB.) ไปยังแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Panel Board) ของแต่ละชั้น ให้ใช้วิธีเดินท่อร้อยสายลอยเกาะผนังของอาคารภายในช่องเดินระบบไฟฟ้าด้วยท่อร้อยสายแบบบาง (EMT.) หรือท่อร้อยสายแบบหนา (IMC.) ตามที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือตารางโหลด
- 7.7 การต่อท่อโลหะบางต้องใช้ข้อต่อแบบอัด (Compression Coupling) สำหรับท่อโลหะหนา และท่อโลหะหนานกลาง ให้ใช้ข้อต่อมีเกลียว และใช้ Electrical Pipe Joint Compound ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อเพื่อให้ระบบท่อร้อยสายการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า
- 7.8 กรณีที่ใช้ข้อต่อ (Coupling) และข้อต่อยึด (connector) ชนิดไม่มีเกลียวจะต้องต่อให้แน่น เมื่อฝังในอิฐก่อ หรือคอนกรีต ต้องใช้ชนิดฝังในคอนกรีต (Concrete tight) เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกต้องใช้ชนิดกันฝน (Raintight)
- 7.9 ท่อร้อยสายต้องทำความสะอาดทั้งภายใน และภายนอกก่อนติดตั้งปลายท่อร้อยสายที่ถูกตัดออกต้องลบคมเพื่อป้องกันไม่ให้บาดเจ็บของสายไฟฟ้า และการทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อทำการตัดโค้งท่อร้อยสายโดยเฉพาะรัศมีการตัดโค้ง ท่อร้อยสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และ NEC ท่อร้อยสายที่บุบ และเสียรูป หรือไม่เป็นไปตามที่ระบุห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- 7.11 การติดตั้งท่อร้อยสายต้องพยายามติดตั้งให้ขนาน หรือตั้งฉากกับผนังและตัวอาคาร และต้องติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้เสร็จก่อนจึงทำการร้อยสายไฟฟ้า
- 7.12 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดภายในท่อร้อยสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 7.13 ระหว่างจุดตั้งสายไฟฟ้าใด ๆ มุมดัดโค้งของท่อร้อยสายรวมกันทั้งหมดต้องไม่เกิน 360 องศา
- 7.14 ท่อร้อยสายต้องยึดกับที่ให้มีมั่นคงด้วยอุปกรณ์จับยึดที่เหมาะสม โดยมีระยะห่างระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน 3.00 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่เกิน 0.90 เมตร สำหรับท่อโลหะอ่อนระยะห่างระหว่างจุดจับยึดต้องไม่เกิน 1.50 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่เกิน 0.30 เมตร
- 7.15 ตัวยึด (Support) และตัวแขวน (Hanger) ของท่อร้อยสายรางเดินสาย หรืออื่นๆ ให้ใช้แบบเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel) ทั้งหมด
- 7.16 ท่อร้อยสายต้องยึดติดกับกล่องต่ำสาย กล่องตั้งสาย และแผงสวิตช์อัตโนมัติ หรือเครื่องประกอบการเดินท่อต้องจัดให้มีบุชชิ่ง (Bushing) และนอตกันหลวม (Lock Nut) เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าชำรุด
- 7.17 ท่อร้อยสายที่เดินทะลุผ่านเพดานและผนังต้องฝังท่อปลอก (Sleeve) ซึ่งทำด้วยวัสดุเดียวกันกับท่อร้อยสายนั้น และท่อปลอกใดไม่ได้ใช้งานต้องอุดด้วยคอนกรีต
- 7.18 การต่อสายให้ท่อได้เฉพาะในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวกเท่านั้นห้ามต่อ สายในท่อร้อยสายโดยเด็ดขาด ปริมาตรของสายไฟฟ้าและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตร ในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้านั้น
- 7.19 ท่อร้อยสายที่เดินใต้ผิวดินต้องทำด้วยปลั๊กดีทให้ทั่ว อย่างน้อย 2 เที้ยว และเทพูนกลบ
- 7.20 ท่อร้อยสายซึ่งความชื้นสามารถเข้าไปยังส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ต้องอุดที่ปลายโดยปลายหนึ่งหรือทั้งสองปลายของท่อ ร้อยสายตามความเหมาะสม
- 7.21 ท่อร้อยสายที่เดินลอยภายในฝ้าเพดานและเดินลอยติดผนังหรือเพดาน ให้ทำสีคาดไว้ที่ท่อทุกระยะ 1 เมตร สีที่กำหนดในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 7.22 ขนาดท่อร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือตารางโหลดเป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องของขนาดท่อเพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ หากขนาดท่อร้อยสายเล็กไป หรือไม่ถูกต้องผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลง และแก้ไขให้ถูกต้อง โดยทั้งนี้ให้ถือว่าผู้รับจ้างได้เสนอราคาสำหรับระบบท่อร้อยสาย ในราคาเหมาจึงไม่มีการคิดเงินเพิ่มสำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อร้อยสายอีก



## 8. รางเดินสาย (Wireways)

- 8.1 อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะกรณีที่กำหนดให้ใช้ในแบบพิมพ์ และต้องใช้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่ง (Exposed) เท่านั้น ยกเว้นในพื้นที่ปิดที่สามารถเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบ และบำรุงรักษาตลอดความยาวของรางเดินสาย ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน (Raintight) และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังจากการติดตั้ง
- 8.2 รางเดินสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ผลิตขึ้นโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนต้องแสดงชื่อ และเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตให้เห็นได้ชัดเจน
- 8.3 รางเดินสายต้องทำจากแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เคลือบน้ำยาซิงค์ฟอสเฟต (Zinc Phosphate) และพ่นทับด้วยสีฝุ่น หรือทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีรางเดินสายและอุปกรณ์ประกอบต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้โดยที่หมุดเกลียวหรือสลักเกลียวต่างๆ ต้องเรียบกับผนังของรางเดินสาย และไม่มีส่วนมีคมที่จะทำให้ฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย
- 8.4 รางเดินสายที่มีขนาดกว้างไม่เกิน 50 มม. ต้องทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.0 มม. สำหรับรางเดินสายที่มีขนาดกว้างไม่เกิน 150 มม. ต้องทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.2 มม. ส่วนรางเดินสายที่มีขนาดกว้างกว่า 150 มม. จะต้องทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.6 มม.
- 8.5 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟฟ้า และฉนวนทั้งหมดรวมกันภายในรางเดินสายทุกส่วนต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสายนั้น
- 8.6 ภายในรางเดินสายต้องมีสายไฟฟ้าที่มีกระแสไหลจำนวนไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่นับรวมสายไฟฟ้าของวงจรสัญญาณ หรือวงจรควบคุมที่มีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้นและสายดิน
- 8.7 กรณีที่ภายในรางเดินสายมีสายไฟฟ้าที่มีกระแสไหลรวมกันมากกว่า 30 เส้น สายไฟฟ้าทั้งหมดภายในรางเดินสายนั้นต้องมีขนาดกระแสที่เหมาะสมกับขนาดของวงจรย่อย โดยต้องใช้ตัวคุณลดกระแสเนื่องจากจำนวนของสายไฟฟ้าหลายเส้น ในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยด้วย
- 8.8 จุดปลายของรางเดินสายต้องปิดด้วยแผ่นปิดท้ายรางเดินสายซึ่งผลิตโดยผู้ผลิตเดินสายนั้น
- 8.9 รางเดินสายในแนวนอนต้องจับยึดให้มั่นคงแข็งแรง โดยมีจุดจับยึดทุกระยะห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร โดยยอมให้มีรอยต่อของรางเดินสายได้ไม่เกิน 1 จุด ในแต่ละช่วงการจับยึด และห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนัง ทั้งนี้ท่อร้อยสาย หรือทางเดินสายอื่น ๆ ที่ต่อกับรางเดินสายไม่ถือว่าเป็นตัวจับยึดรางเดินสาย
- 8.10 รางเดินสายในแนวตั้งต้องจับยึดให้มั่นคงแข็งแรง โดยมีจุดจับยึดทุกระยะห่างกันไม่เกิน 4.50 เมตร โดยยอมให้มีรอยต่อของรางเดินสายได้ไม่เกิน 1 จุดในแต่ละช่วงการจับยึด และห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านพื้น รวมทั้งจุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 1.50 เมตร
- 8.11 สายไฟฟ้าในรางเดินสายในแนวตั้งต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าที่ปลายบนของรางเดินสาย และต้องมีการจับยึด สายไฟฟ้าเป็นช่วงๆ โดยระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในรางเดินสายในแนวตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 8.12 หากจะต่อสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน และอนุญาตให้ต่อสายไฟฟ้าเฉพาะในส่วนที่สามารถเปิดออก และเข้าถึงได้โดยสะดวกตลอดเวลาเท่านั้น โดยพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ และฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสาย
- 8.13 รางเดินสายต้องเป็นของที่มีสภาพดีไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกัน หากมีสนิมเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยรางเดินสายที่มีสภาพ และคุณภาพดี
- 8.14 รางเดินสายต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และต้องต่อลงดินทุกจุดที่มีการต่อรางเดินสาย โดยใช้สายดินทองแดงเชื่อมระหว่างรางเดินสายทุกท่อนที่นำมาเชื่อมต่อกัน ทางเดินสายที่ต่อออกจากรางเดินสายต้องเป็นโลหะ และต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับรางเดินสาย ถ้าทางเดินสายที่ต่อออกจากรางเดินสายเป็นท่ออลูมิเนียม (PVC) ต้องใช้สายดินเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าด้วย
- 8.15 การเดินสายไฟฟ้าภายในรางเดินสาย ต้องจัดให้สายรวมกลุ่มกันอย่างเป็นระเบียบสำหรับโหลดแต่ละกลุ่ม
- 8.16 ขนาดของรางเดินสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือตารางโหลดเป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของขนาดรางเดินสาย เพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หากขนาด

รางเดินสายเล็กไปหรือไม่ต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้อง โดยทั้งนี้ถือว่าผู้รับจ้างได้เสนอราคารางเดินสายในราคาเหมาะสมไม่มีการคิดเงินเพิ่มสำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดของรางเดินสาย

### 9 .กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย

9.1 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม. และด้วยอบสังกะสีทั้งภายใน และภายนอก กรณีที่ต้องมีระบบกันน้ำให้ใช้กล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ซึ่งทำด้วยอลูมิเนียมหล่อหรือเหล็กหล่ออบสังกะสี และมีเกลียวสำหรับต่อกับท่อร้อยสาย รวมทั้งมีปะเก็นยางรองฝาปิดแบบเกลียว

9.2 กล่องต่อสายสำหรับดวงโคมไฟฟ้าต้องใช้กล่องขนาด 4 นิ้ว ชนิดแปดเหลี่ยม กล่องต่อสายสำหรับเต้ารับ และสวิตช์ต้องใช้กล่องขนาด 4x2.5 นิ้ว หรือ 4x4 นิ้ว โดยขึ้นอยู่กับจำนวนของเต้ารับและสวิตช์ที่ตำแหน่งนั้น กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์จำนวนมาก ต้องใช้ตามที่คุณผลิตสวิตช์แนะนำ

9.3 กล่องต่อสายต้องติดตั้งในบริเวณที่เข้าถึงได้โดยไม่ต้องรื้อถอนส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร และต้องมีที่ว่างให้สามารถทำงานได้สะดวก

9.4 กล่องต่อสายต้องมีขนาดเหมาะสมสามารถบรรจุสายไฟฟ้าหรือสายเคเบิลได้ทั้งหมดปริมาตรของสายไฟฟ้า และฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสาย

9.5 กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา

9.6 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งก่อนในฝ้าเพดาน และติดตั้งลอยต้องยึดตรึงให้แข็งแรงห้ามใช้ระบบท่อร้อยสายเป็นตัวรับน้ำหนักแทน

9.7 รูของกล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อย และต้องไม่มีรูหรือช่องที่ใหญ่พอให้วัตถุที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 มม. ลอดเข้าไปได้

9.8 ต้องมีรูขีง หรือเครื่องประกอบที่มีขอบมนเรียบ ตรงบริเวณที่สายไฟฟ้าหรือสายเคเบิลผ่านผนังของกล่อง

9.9 กล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์สื่อสารที่ติดตั้งบนพื้นภายในอาคาร ให้ใช้กล่องโลหะหล่อที่ผลิตขึ้นสำหรับงานทางไฟฟ้า โดยมีฝาปิดทำด้วยทองเหลืองหรืออะลูมิเนียมแข็ง และมีฝาอุดกลางแบบเกลียวสำหรับใส่อุปกรณ์ชนิดต่างๆ ได้ หรือใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สื่อสารนั้น

9.10 กล่องต่อสายที่ภายนอกอาคารต้องใช้ชนิดทนสภาวะอากาศ ภายนอกทำด้วยอะลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อฝาครอบมียางอุดรอบ หรือทำให้สามารถกันน้ำและกันฝน

9.11 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่มีสนิมเกิดขึ้น ตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้าง หากมีสนิมเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่มีสภาพและคุณภาพดี

9.12 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายทุกกล่องต้องทาสีทั้งภายนอก และภายในด้วยรหัสสีที่กำหนดสำหรับอุปกรณ์ การเดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบต่างๆ และกล่องต่อสายของระบบไฟฟ้าปกติต้องใช้แยกต่างหากจากกล่องต่อสายระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน และระบบไฟฟ้าสำรอง

### 10. ดวงโคมไฟฟ้า

10.1 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือซึ่งทำการผลิต และทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐาน มอก., BS, VDE, NEMA, JIS และมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

10.2 ดวงโคมแบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ต้องมีชนิด และขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบความหนาของเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ตัวโคมต้องผ่านกรรมวิธีล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างไขมัน และกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสลับอย่างน้อย 2 เทียว ในการพ่นสีแต่ละเทียวจะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งด้วยเตาอบ และดวงโคมต้องไม่เปลี่ยนสีเองใน ภายหลัง

10.3 แผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียมสำหรับดวงโคมแบบฟลูออเรสเซนต์ต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.4 มม.

10.4 ขั้วหลอดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้แบบ Spring Load หรือ Twist Lock หรือตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนดผลิตขึ้นตามมาตรฐานของ มอก., NEMA, VDE, JIS

10.5 บัลลัสต์ต้องเป็นชนิดที่มีพลังงานสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) ได้รับการรับรองจาก มอก. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

- 10.6 บัลลัสต์ต้องติดตั้งให้เรียบร้อยโดยมองไม่เห็นตัวบัลลัสต์จากด้านล่างของดวงโคมได้ และต้องสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากตัวบัลลัสต์ได้ดี เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลัสต์สูงเกินขีดจำกัด บัลลัสต์ที่ใช้ต้องไม่มีเสียงรบกวนจากการสั่นของแกนเหล็กของบัลลัสต์
- 10.7 หลอดฟลูออโรออสซิลอเรสเซนต์โดยทั่วไปกำหนดให้ใช้หลอดชนิด Preheat, Day Light ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่น เช่น ให้ใช้หลอด LED ให้ทำตามแบบกำหนด และถ้ากำหนดเป็นหลอดฟลูออโรออสซิลอเรสเซนต์ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจาก มอก. และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ 10.8 คาปาซิเตอร์สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของดวงโคมแบบฟลูออโรออสซิลอเรสเซนต์ ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ของ VDE หรือ IEC หรือเทียบเท่า และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ
- 10.9 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแบบฟลูออโรออสซิลอเรสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวนชนิดอุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส หรือชนิด IEC01. และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.
- 10.10 ดวงโคมสำหรับหลอดอินแคนเดสเซนต์ต้องมีฐานหลอดเป็นแบบเกลียว และหลอดอินแคนเดสเซนต์ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับแรงดัน 220 โวลต์ หลอดไฟฟ้าเป็นชนิดใส หรือฝ้าตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนด
- 10.11 สายไฟภายในดวงโคมแบบอินแคนเดสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวนชนิดอุณหภูมิใช้งาน 105 องศาเซลเซียส และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.
- 10.12 ดวงโคมไฟฟ้าถูกเงินประกอบด้วยดวงโคม แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ ดวงโคมต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 35 วัตต์ จำนวน 2 หลอด และ 3 หลอดตามที่กำหนดในแบบแบตเตอรี่เป็นแบบ Seal Lead Acid มีขนาดไม่เล็กกว่า 25 แอมแปร์-ชั่วโมง และสามารถตรวจสอบซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ทางด้านหน้าโดยไม่ต้องรื้อถอนชุดดวงโคม หรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งออกจากตำแหน่ง
- 10.13 ดวงโคมไฟฟ้าแสดงทางออกฉุกเฉินเป็นแบบที่สามารถส่องสว่างได้ตลอดเวลา ประกอบด้วย
- 10.13.1 ป้ายพลาสติกชนิด Acrylic มีตัวอักษรภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ สามารถสื่อให้เข้าใจ และสามารถมองเห็นได้ชัดเจน (เรืองแสง) มีจำนวนหน้าของป้ายพลาสติกแสดงทางออกตามความจำเป็นของ สถานที่ติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบพิมพ์
- 10.13.2 ชุดโคมไฟฟ้าทำด้วยเหล็กแผ่นพับผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นทับด้วยสีฝุ่น 2 ชั้น (สีขาว) มีช่องสำหรับระบายอากาศ และมีช่องเสียบแผ่นป้ายเพื่อให้แสงสว่างส่องลงมาในป้ายหลอดไฟฟ้าเป็นหลอดแบบคอมแพคท์ฟลูออโรออสซิลอเรสเซนต์ขนาด 10 หรือ 11 วัตต์ จำนวน 2 หลอดต่อโคม พร้อมบัลลัสต์สตาร์ทเตอร์แบตเตอรี่ และอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ แบตเตอรี่ใช้เป็นแบบ Seal Lead Acid มีขนาดไม่เล็กกว่า 4 แอมแปร์-ชั่วโมง
- 10.13.3 ดวงโคมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ห้ามใช้ดวงโคมเป็นทางเดินสายของวงจรย่อยเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปยังจุดอื่น ๆ
- 10.13.4 ดวงโคมแบบติดตั้งในฝ้าให้ใช้ท่อร้อยสายแบบโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit) ต่อจากกล่องต่อสายไปยังดวงโคมแต่ละดวง และใช้ก้านเหล็กแบบปรับระดับได้เป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคมโดยยึดก้านเหล็กปรับระดับกับเพดานที่เป็นปูน ห้ามวางน้ำหนักดวงโคมลงบนโครงฝ้า หรือแผ่นฝ้าเพดานอย่างเด็ดขาด
- 10.13.5 ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ (Weather Proof) หรือ IP 55 และผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง
- 10.13.6 ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่อันตราย เช่น ห้องเก็บเชื้อเพลิง เป็นต้น ต้องเป็นดวงโคมที่ผลิตขึ้นสำหรับติดตั้งในสถานที่อันตรายเท่านั้น ซึ่งผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ JIS รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับดวงโคม โดยต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตแล้วเท่านั้น
- 10.13.7 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ต้องสามารถหาซื้อได้ง่ายเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 10.13.8 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูนต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรงด้วย Lead Anchor และสกรู และในกรณีที่ดวงโคมมีน้ำหนักมากให้ยึดด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม

10.13.9 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมกับฝ้าเพดานและปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไขตำแหน่งจากแบบ หรือส่วนที่ดำเนินการติดตั้งไปแล้วได้ตามสมควรโดยไม่มีค่าจ้างเพิ่ม

## 11. สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

11.1 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้ารวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับทั้งหมดทั้งอาคาร มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานมอก., IEC หรือ VDE และเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหามาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

11.2 ฝาครอบของสวิตช์ และเต้ารับไฟฟ้าที่ใช้ทั่วไปต้องเป็นแบบและชนิดเดียวกันทั้งอาคารยกเว้นฝาครอบพิเศษ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหามาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

11.3 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อแรงกระแทก (Impact Resistance) มีความคงทนของไดอิเล็กตริก (Dielectric Strength) สูง ทนต่อสภาพบรรยากาศและต้านทานการกัดกร่อน (Corrosion Resistance) ได้เป็นอย่างดี

11.4 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งบริเวณที่จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ฝาครอบแบบมีสปริง และมีปะเก็นกันน้ำอัดรอบฝาครอบ รวมทั้งกล่องต่อสายต้องเป็นชนิดโลหะหล่อ

11.5 ขั้วต่อสายของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องมีรูสำหรับสอดสาย และมีสกรูขันอัดสายโดยตรง หรือเป็นแบบยึดแน่นโดยอัตโนมัติ (Automatically Lock)

11.6 เต้ารับไฟฟ้าโดยทั่วไปต้องเป็นชนิดที่มีขั้วเสียบสายดิน สามารถใช้ได้กับเต้าเสียบทั้งแบบขากลม และขาแบน (Universal Type, 2-Poles, 3-Wires) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ 10 แอมแปร์

11.7 เต้ารับไฟฟ้าให้ติดตั้งในกล่องโลหะฝังในผนังที่มีขนาดเหมาะสมกับจำนวนเต้ารับ และถ้าในแบบพิมพ์มีตัวอักษรกำกับว่า "A" ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 ม. ถ้ามีตัวอักษรกำกับว่า "BW" ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.50 ม. ถ้ามีตัวอักษรกำกับว่า "C" ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.90 ม. ถ้ามีตัวอักษรกำกับว่า "D" ให้ติดตั้งต่ำจากระดับฝ้าเพดาน 0.30 ม. ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 ม. นอกจากบริเวณที่ไม่สามารถติดตั้งในระดับนี้ได้ให้เปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

11.8 เต้ารับไฟฟ้าแบบติดกับพื้น หรือฝังพื้นต้องมีฝาปิดซึ่งเปิด-ปิดด้วยการกดสลัก (Pop-Up) การติดตั้งต้องป้องกัน หรือหลีกเลี่ยงจากความเสียหายทางกายภาพเนื่องจากการทำความสะอาดพื้นและการใช้งาน

11.9 เต้ารับไฟฟ้าทุกตัวต้องต่อกับสายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม.

11.10 สวิตช์ไฟฟ้าต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 15 แอมป์ 250 โวลต์ ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกด เปิด-ปิด โดยวิธีการกดส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ต้องทำด้วยเงินโดยไม่ผสมโลหะอื่น

11.11 สวิตช์ไฟฟ้าให้ติดตั้งในกล่องต่อสายแบบโลหะฝังในผนัง ที่มีขนาดเหมาะสมกับจำนวนของสวิตช์ ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งสูงจากพื้น 1.50 ม. นอกจากบริเวณที่ไม่สามารถติดตั้ง ในระดับนี้ได้ให้เปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

11.12 สวิตช์ไฟฟ้าทุกตัวต้องต่อเข้ากับสายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตร.มม.

11.13 สวิตช์หรี่ไฟ (Dimmer Switch) ให้ติดตั้งในกล่องต่อสายแบบโลหะฝังในผนัง โดยใช้ชนิดโซลิดสเตต (Solid State) แบบมีสวิตช์ตัดไฟได้ใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ มีวงจรมองป้องกันการรบกวนคลื่นวิทยุที่ดี การหรี่แสงทำได้ โดยการเลื่อนก้านควบคุม (Slide Control) หรือเป็นแบบปุมหมุน (Rotary Dimmer) โดยผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างเป็นฝ่ายเลือกใช้งาน

11.14 สวิตช์ควบคุมระยะไกลแบบ 2 สาย (2-Wire Remote Control Switch) ประกอบด้วยสวิตช์หม้อแปลง และรีเลย์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมด โดย

- สวิตช์เป็นแบบกดปุ่มขนาด 1.5 A. 24 VAC. มีหลอด LED 2 หลอด สีเขียว และสีแดงแสดงสถานะเปิด และปิดตามลำดับ
- ฝาครอบให้ใช้ชนิดเดียวกันกับฝาครอบของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า
- รีเลย์ต้องใช้ได้กับโหลดทุกชนิดขนาดไม่ต่ำกว่า 20 A. 250 VAC. แรงดันคอยล์ 24 VAC. มีขั้วเสียบกับฐานเพื่อให้สามารถถอดเปลี่ยนรีเลย์ได้โดยง่าย

- รีเลย์และหม้อแปลงไฟฟ้าให้ติดตั้งในกล่องต่ำสายที่มีขนาดที่เหมาะสม และติดตั้งข้างแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยของวงจรที่ควบคุมนั้น ๆ

**12. ตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ (Main Distribution Board, MDB.&EMDB.)**

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบ และสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board :MDB), แผงสวิตช์ไฟฟ้ารองประธาน (Sub Distribution Board : SDB ) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองประธานทั่วไป (Distribution Board : DB )

12.1 สำหรับ แผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board :MDB) ที่มี Main Circuit Breaker > 1000A ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์และมีใบอนุญาตเป็นตัวแทนผลิตภัณฑ์ (Licensee) หรือจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์แผงสวิตช์บอร์ดไฟฟ้า (Original Manufacturer) ด้านการทำแผงสวิตช์ และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC 61439-1 & 2 (FULLY TYPE-TESTED) ชนิด LICENSEE FACTORY มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีเอกสารการตรวจรับรองการได้รับใบอนุญาตเป็นตัวแทนผลิตภัณฑ์แผงสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทุกๆ ปี (Annual Audit Report / Audit Annual Certificated) โดยผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก. 1436 - 2540) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไปเป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015

12.2 ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้แผงสวิตช์ MDB ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการสร้างตาม NEMA หรือ IEC STANDARD และไม่ขัดต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	:	415/220 VOLTS
SYSTEM WIRING	:	3PHASE ,4WIRE ,SOLIDGROUND.
RATED FREQUENCY	:	50 HZ.
RATED CURRENT	:	ตามระบุในแบบ
RATED SHORT-TIME WITHSTAND	:	ไม่น้อยกว่า RATED SHORT CIRCUIT CURRENT ที่ระบุในแบบ
RATED PEAK WITHSTAND VOLTS	:	1,000 VOLTS
CONTROL VOLTAGE	:	220-240 VAC.
FINISHING	:	ELECTROGALVANIZED STEEL, SHEET with EPOXY-POLYESTER, POWDER PAINT COATING.
TEMPERATURE RISE	:	70°C (AMBIANT 35°C)
TYPICAL FORMS	:	FORM 3B หรือตามที่ระบุในแบบ
TYPICAL CUBICLE	:	TYPE TESTED (IEC 61439-1&2)

12.3 แผงสวิตช์ ประกอบเป็น COMPARTMENT รูปแบบ FORM 3B หรือตามที่ระบุในแบบ และมี DEGREE OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP 30 หรือระบุในแบบตาม IEC STANDARD

12.4 การพันสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

12.5 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ตามตารางมาตรฐาน IEC 61439-1&2

12.6 Main Horizontal Busbars ให้จัดอยู่ในส่วนบน / ล่างของแผงผลิตภัณฑ์แรงต่ำเท่านั้น, Main Vertical Busbars ปกติให้จัดวางอยู่ในส่วนด้านข้าง ในแต่ละส่วนของแผงผลิตภัณฑ์แรงต่ำนั้นๆ

12.7 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ หนาฉนวนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐาน และเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

12.8 การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ ช่วงเข้าอุปกรณ์ ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลดลอกสวมยากแก่การลอก หลุดหาย

12.9 ที่หน้าแผงสวิตช์ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่ น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

12.10 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติก พื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus แกะเป็นอักษรสีขาว โดยความสูงของอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

12.11 ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิตเป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ ด้านนอกตรงที่ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

12.12 สำหรับสวิตช์ไฟฟ้ารองประธาน (Sub Distribution Board : SDB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองประธานทั่วไป (Distribution Board : DB) ที่มีขนาด Main Circuit Breaker ไม่เกิน 1000A แผงสวิตช์นี้ให้เป็น Form 1 และต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกันกับส่วน Main Distribution Bord

12.13 ก่อนประกอบแผงสวิตช์ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

12.14 AIR CIRCUIT BREAKER (ใช้สำหรับที่มี RATED CURENT > 1000 A.) ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิต และทดสอบ ตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947-2 และเป็นเบรกเกอร์ชนิด Category B สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือแบบ Draw out ตามที่แบบกำหนด

12.15 ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) ,Rate current 100% continuous มีทริปยูนิต (trip units) วัด ค่ากระแสในแบบ True RMS มี Bar graph แบบ LED หรือ LCD (มี backlight) แสดงค่ากระแส 3 เฟส พร้อมๆ กัน และมี Maxi meter เก็บค่ากระแส RMS สูงสุดของแต่ละเฟสไว้ในหน่วยความจำภายใน และสามารถแสดงค่าทางจอแสดงผลของ trip unit ได้

12.16 MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-2 CAT A Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position

12.17 TRIP UNIT ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal- magnetic Trip สามารถปรับค่า กระแส THERMAL ได้ตั้งแต่ 0.7 -1.0 ของ Rated Current (In)

12.18 TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป จะต้องเป็น ELECTRONIC TRIP สามารถปรับค่ากระแส OVERLOAD CURRENT ได้ระหว่าง 0.4 -1.0 ของ Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส SHORT CIRCUIT CURRENT ได้ระหว่าง 2 -10 เท่า

12.19 TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ 95 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และถ้ามีค่าตั้งแต่ 105% ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกระพริบตลอดเวลา

12.20 MCCB ขนาดตั้งแต่ 100-630 AF ค่า Service breaking capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ Ultimate breaking capacity (Icu) คือ  $Ics = 100\% Icu$  และเพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็นฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) Rate current 100 % continuous

12.21 Circuit Breaker ที่มีขนาดมากกว่า 225 A. ให้ใช้ Terminal ชนิด Bus bar Connection Type สำหรับขนาด เล็กกว่า 225 A. ให้ใช้ชนิด Feeder Connection Type ได้ ขนาดของ Miniater CB. ที่ระบุในแบบ Panel Schedule ขนาด 100 AF. สามารถใช้อุปกรณ์ที่ 63 AF. แทนได้แต่ค่า KAIC ให้เป็นไปตามที่ระบุ

12.22 AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC 60831-1/-2 โดยพิกัดของ CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- TYPE INDOOR (NONFLAMMABLE TYPE POLYPROPYLENE FILM OR METALLIZED POLY PROPYLENE IMPREGNATED WITH NON-PCB LIQUID, SELF HEALING
- NUMBER OF PHASE                                3 เฟส 220/380 V
- RATED VOLTAGE                                    440 V. (หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต)
- RATED FREQUENCY                              50 Hz.
- RATED OUTPUT                                    ตามที่ระบุไว้ในแบบ

- SWITCHING STEPS CYCLIC OPERATION (12 STEPS)
- POWER LOSS ไม่เกิน 1 W/KVAR
- OPERATING - 10/+45°C
- PEAK INRUSH CURRENT up to 200 x In
- OVER CURRENT  $\geq 1.5 \times I_n$
- MAIN LIFE EXPECTANCY up to 10,000 Hrs

12.23 CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดประกอบด้วย CAPACITOR ย่อยหลายๆ ตัวยึดรวมกันบนคานโลหะพร้อม ด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุดติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิมมีกระบายอากาศอย่างดี (แผ่นเหล็กเจาะรูพรุน) และการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

- FUSE PROTECTION WITH FUSE HOLDER IP20 ทุก STEP ของ CAPACITOR BANK ขนาด FUSE และ CONTACTOR ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.6 เท่าของ CAPACITOR และมีพิกัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าจุดที่ติดตั้ง และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE) ที่ FUSE แต่ละชุดต้องมีระบบอัตโนมัติตัดทั้ง 3 FUSE เมื่อเกิด FUSE เสียหายเพียง 1 ชุด
- CONTACTOR ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE) COMPLY WITH IEC 60070 และ IEC 60831 AC6b
- มี DISCHARGE RESISTANCE (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)
- KVAR CONTROLLER เป็นแบบ ELECTRONIC CONTROL 220 V., CYCLIC OPERATION.
- มี INDICATING LAMP
- มี AUTOMATIC AND MANUAL SWITCH
- มี TARGET P.F. ADJUSTABLE
- มี STARTING CURRENT SETTING(C/K)

12.24 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จ และทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งเข้ากับระบบการติดตั้งจะต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60831-1/-2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และดัดแปลงไว้แบบทุกประการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ทั้งระบบตามหลักวิชาการ โดยมีผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย

12.25 DIGITAL METER ตัวหลักที่ติดตั้งตู้ MDB, EMDB เป็นแบบ Multi-Function ต้องสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสแต่ละเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันระหว่างเฟส, แรงดันเฟส-นิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์, เพาเวอร์แฟคเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาร์ชั่วโมง, ฮาร์โมนิกของกระแส, ฮาร์โมนิกของแรงดัน (%THD), ฮาร์โมนิกในแต่ละลำดับ (Individual Harmonics), ของกระแส และแรงดันไม่น้อยกว่า 45 ลำดับ แสดง Graphic ได้เช่น ในแบบ Bar Graph เพื่อทราบปริมาณโหลดที่ใช้ หรือสามารถแสดงมุมเฟสของกระแส และแรงดันเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงลักษณะการใช้งานของโหลด พร้อมทั้งสามารถบันทึกค่าเฉลี่ย หรือค่าสูงสุดของ parameter ต่างๆ ในช่วงเวลา 15 นาที เช่น ของกิโลวัตต์ (Demand) ได้ โดยบันทึกที่ตัวเครื่องวัดได้เองใน กรณีที่ต้องการเพิ่มหน่วยความจำ (Memory) สำหรับการวัดต้องมีความสามารถในการเพิ่มหน่วยความจำได้ ในขนาดไม่น้อยกว่า 512 kb หรือสามารถเพิ่มหน่วยความจำ ภายนอกแบบ SD Card ได้

12.26 เครื่องวัดสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ต RS-485 หรือรองรับการเชื่อมต่อแบบ TCP /IP ได้ผ่าน Ethernet port เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ ที่เป็นมาตรฐาน ที่ใช้งานโดยทั่วไปได้ ผู้ผลิต หรือผู้จำหน่ายเครื่องวัดจะต้องสนับสนุนโปรโตคอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็น MODBUS PROTOCOL / MODBUS REGISTER โดยจะต้องมีความสามารถส่ง ข้อมูลได้ถึง 38,000 KBPS (RS-485) หรือมากกว่า

12.27 DIGITAL METER ที่ติดตั้งตู้ DB, หรือ Meter ตัวย่อย เป็นแบบ Multi-Function ต้องสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสแต่ละเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันระหว่างเฟส, แรงดันเฟส-นิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์, เพาเวอร์

แพคเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาร์ชั่วโมง, ฮาร์โมนิกของกระแส, ฮาร์โมนิก ของแรงดัน (%THD), ฮาร์โมนิก ในแต่ละลำดับ (Individual Harmonics) จะแสดงผลเครื่องวัดสว่างสามารถแสดงผล และปรับตั้งในท้องถิ่น เพื่อความสะดวกในการใช้งานจอแสดงผลมีขนาดตามมาตรฐาน 96x99 และสามารถแสดงในกรณีที่ต้องการเพิ่มการ ส่งสัญญาณ Alarm Contact ไปยังอุปกรณ์ภายนอกนั้น อุปกรณ์ต้อง สามารถเพิ่ม Contact ได้ อย่างน้อย 1 NO หรือ 1 NC ในอนาคต

12.28 เครื่องวัด สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ต RS-485 หรือรองรับการเชื่อมต่อแบบ TCP/IP ได้ผ่าน Ethernet port เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ ที่เป็นมาตรฐานที่ ใช้งานได้โดยทั่วๆ ไปได้ ผู้ผลิต หรือผู้จำหน่ายเครื่องวัดจะต้องสนับสนุนโปรโตคอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็น MODBUS PROTOCOL / MODBUS REGISTER โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูล ได้ถึง 19600 Baud (RS-485) หรือมากกว่า

12.29 Digital Power Meter ที่ใช้ในโครงการต้องมีหนังสือรับประกัน ไม่ต่ำกว่า 1 ปี จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับ การแต่งตั้งอย่างถูกต้องภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ในการรับบริการหลังการขายของผู้ใช้งานโดยตรง Digital Power Meter ที่ใช้ในโครงการทั้งหมด ให้ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกัน

12.30 SURGE PROTECTION เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันฟ้าผ่า และแรงดันเล็รจเนื่องจากฟ้าผ่า และการสวิตซ์ซึ่ง การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ขั้นตอนการป้องกันระดับขั้นต้นถึงขั้นกลาง (COARSE PROTECTION) LP0-LP1 เป็นการ ป้องกันกระแสฟ้าผ่า (LIGHTNING CURRENT) จากภายนอกอาคารโดยใช้ COMBINE LIGHTNING CURRRNT ARRESTER AND SURGE VOLTAGE ARRSATER (I + II) ขั้นตอนการป้องกันระดับกลาง (MEDIUM PROTECTION) LP1-LP2 เป็นการป้องกันแรงดันเล็รจส่วนที่เหลือจากขั้นตอนแรกและการป้องกันแรงดันเล็รจจากอุปกรณ์สวิตซ์ซึ่งภายในโดย ใช้ SURGE VOLTAGE ARRESTER (CLASS II)

12.31. Combine Lightning Current Arrester and Surge Voltage Arrester เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันที่ ใช้ติดตั้งที่ Main Distribution Board ลักษณะของอุปกรณ์เป็นการรวม Lightning Current Arrester และ Surge Voltage Arrester มีระยะห่างการติดตั้งของอุปกรณ์ทั้งสองสั้นกว่า 10 เมตร โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Lightning Current Arrester

- Arreatr class : I/B
- Nominal Voltage, Un : 230 Vac/50Hz
- Arrester Voltage, Uc :  $\geq 275$  Vac/50Hz
- Lightning Test Current (10/350  $\mu$ s) : 50 kA/phase
- Protection Level, Up :  $\leq 2$  Kv at In
- Short circuit withstand : 50 kA
- Response Time : 100 ns
- Following current : 50 kA
- Protection : IP 20
- Temperature range : -40 °C... +80 °C

Surge Voltage Arrester

- Arrester Class : II/C
- Nominal Voltage, Un : 230 Vac
- Arrester Rated Voltage, Uc :  $\geq 275$  Vac
- Nominal Discharge Surge Current Isn (8/20 $\mu$ s) : 20 kA/phase
- Max Discharge Surge Current Imax (8/20 $\mu$ s) : 40 kA/phase
  - Protection Level, Up :  $\leq 1.3$  Kv at In
  - Short circuit withstand : 25 kA
  - Response Time : 25 ns
  - Protection Type : IP 20
  - Temperature range : 40 °C... +80 °C
  - Remote indication : with Contact



ให้ติดตั้งระหว่าง L-G ที่ Main Distribution Board และให้มี Fuse switches disconnector ขนาดเท่ากับ 125A หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตหรือตามที่ระบุในแบบ

12.32 Surge Voltage Arrester ใช้ติดตั้งที่ Sub Distribution Board ลักษณะอุปกรณ์ทำจาก Metal Oxide Varister (MOV) ทำหน้าที่ดักแรงดันเสิร์จที่หลงเหลือมา โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน Base Element และส่วน Plug Unit ส่วน Base Element เป็นส่วนที่ใช้เป็นฐานเพื่อติดตั้งสายและเป็นฐานเพื่อติดตั้งชุด Plug Unit และจะต้องมีการ Code อุปกรณ์ป้องกันการใส่ Plug Unit ที่เป็นระดับแรงดันอื่น ส่วน Plug Unit เป็นส่วนที่ใช้เป็น Surge Voltage Arrester มีองค์ประกอบหลักเป็น MOV และ/หรือ Spark Gap ชุด Plug จะต้องมีการ Indicator แสดงว่าอุปกรณ์ ยังอยู่ในสภาพใช้งานได้ กรณีที่ Plug Unit ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้ Indicator จะต้องแสดงคำว่า Defect หรืออื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่า Plug Unit นั้นไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้แล้ว ในขณะที่เดียวกัน Arrester จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบโดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการลัดวงจร Specification

- Arrester Class : II / C
- Nominal Voltage, Un : 230 Vac
- Arrester Rated Voltage, Uc : > 275 Vac
- Nominal Discharge Surge Current Isn (8/20µs) : 20 kA/phase
- Max Discharge Surge Current Imax (8/20µs) : 40 kA/phase
- Protection Level, Up : < 1.3 kV
- Short circuit withstand : 25 kA
- Response Time : 25 ns
- Protection Type : IP 20
- Temperature range : -40 °C... +80 °C
- Remote indication : with Contact

ให้ติดตั้ง Surge Voltage Arrester 4-Pole ขนาดระหว่าง L-G และ N-G ที่ Sub Distribution Board ให้มี Back up fuse 125A ในกรณีที่ Main CB มีขนาดมากกว่า 125A ระหว่างสายเฟส และ Arrester

12.33 โรงงานผู้ผลิต จะต้องทำการทดสอบ Routine Test และ Type Tested (Licensee Assembly) ตามมาตรฐาน IEC 61439-1&2 หรือมีเอกสารรับรองการทดสอบ (Licensee) สำหรับ MDB ดังต่อไปนี้

1. Strength of materials and parts. (ความแข็งแรงของวัสดุ และชิ้นส่วน)
2. Degree of protection provided by an ASSEMBLY enclosure (ดัชนีการป้องกันของสิ่งห่อหุ้ม)
3. Clearances and creepage distances (ระยะห่างทางอากาศ และระยะห่างทางพื้นผิว)
4. Protection against electric shock (การป้องกันไฟฟ้าช็อต และความต่อเนื่องของวงจรป้องกัน)
5. Protection against electric shock and integrity of protective circuits
6. Incorporation of switching devices and components (การติดตั้งอุปกรณ์ตัดต่อและส่วนประกอบอื่นๆ)
7. Internal electrical circuits and connections (วงจรไฟฟ้าภายใน และการเชื่อมต่อ)
8. Terminals for external conductors (จุดพักสายไฟสำหรับตัวนำที่มาจากข้างนอก)
9. Dielectric properties (ทดสอบค่าความเป็นฉนวน)
10. Verification of temperature rise (ทดสอบอุณหภูมิเพิ่ม)
11. Short-circuit withstand strength (ทดสอบความทนทานต่อการลัดวงจร)
12. Electromagnetic compatibility (EMC) (ทดสอบความเข้ากันได้ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า)
13. Mechanical operation (ทดสอบการทำงานในทางกลนอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้
  1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ ทั้งหมด
  2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์

3. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบ ทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งานจริงพร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

### 13. ผลิตภัณฑ์ที่อนุมัติให้ใช้

Switchboard

- ASEFA
- C&T
- SCHNEIDER ELECTRIC

Circuit Breaker

- SCHNEIDER ELECTRIC
- GE

Capacitor

- ELETRONICON
- CIRCUTOR
- SCHNEIDER ELECTRIC

Digital Metering

- SCHNEIDER ELECTRIC
- CIRCUTOR
- SOCOMEC

Metering & Current Transformer

- CIRCUTOR
- LOVATO
- CHINT

ATS

- SOCOMEC
- SCHNEIDER ELECTRIC

SURGE PROTECTION

- SCHNEIDER ELECTRIC
- CIRPROTEC
- LOVATO
- PHOENIX CONTACT

### 14. แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย (Panel Board)

14.1 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงาน ซึ่งเป็นผู้ผลิตสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker) ที่ใช้ในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าของโครงการนี้

14.2 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องผลิตขึ้นและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA และผ่านการทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test) โดยมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต

14.3 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องสามารถซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก โดยที่ฝาด้านหน้าติดบานพับเพื่อให้เปิดออกได้โดยง่ายตัวแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องมีกระบายอากาศ และต้องป้องกันไม่ให้ฝุ่น แมลง หรือหนูเข้าไปข้างในได้ ตลอดจนสามารถป้องกันความชื้นแก่อุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี

- 14.4 อุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์อัตโนมัติจะต้องเป็นชนิดหรือผลิตภัณฑ์เดียวกัน เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติต้องเป็นชนิดและผลิตภัณฑ์เดียวกันกับที่ใช้ในตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำเพื่อให้งานที่สัมพันธ์ (Co-ordination) กันเป็นระบบได้ดี
- 14.5 แผงสวิตช์อัตโนมัติเป็นแบบมีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Circuit Breaker Type) หรือเป็นแบบไม่มีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Lug Type) โดยจำนวนเฟส จำนวนช่องพิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT.) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC.) ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบพิมพ์ และ/หรือที่ได้กำหนดไว้ในตารางโหลด
- 14.6 แผงสวิตช์อัตโนมัติต้องพันสีเทาอ่อนหรือสีที่กำหนดไว้ในแบบและอบแห้งทั้งภายนอก และภายในอย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้ว
- 14.7 ด้านในของฝาด้านหน้าของแผงสวิตช์อัตโนมัติต้องมีตารางแสดงรายละเอียดของวงจรติดไว้ภายใน และต้องป้ายชื่อของแผงสวิตช์นั้นติดอย่างแน่นหนาที่ด้านหน้าของแผงสวิตช์ทุกแผง โดยป้ายชื่อให้ทำจากแผ่นพลาสติกซึ่งเมื่อทำการแกะสลักตัวอักษรตามชื่อของแผงสวิตช์แล้วจะเห็นได้ชัดเจนโดยไม่ต้องใช้สี หรือใช้ป้ายชนิดอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม
- 14.8 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติให้ใช้แบบกล่องหุ้มหล่อ (Molded Case) สามารถตัดกระแสเกิน เนื่องจากความร้อน (Thermal Over Current Trip) และตัดกระแสลัดวงจรทันที (Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip) ได้มีพิกัดกระแสสูงสุด (AF.) กระแสตัด (AT.) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC.) ไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดในแบบพิมพ์ และ/หรือ ที่กำหนดไว้ในตารางโหลด
- 14.9 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติใช้แบบเสียบเข้า (Plug-in) หรือขันเกลียวเข้า (Bolt-on) และต้องสามารถใส่ หรือถอดแต่ละตัวออกได้โดยไม่ต้องเลื่อนหรือถอดตัวอื่นออกสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติทุกตัวต้องสามารถแสดงสภาวะเปิด (On) ปิด (Off) และตัด (Trip) ได้อย่างชัดเจน
- 14.10 ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งแผงสวิตช์อัตโนมัติลอยกับผนังโดยใช้สลักเกลียวแบบปลดออกเหล็ก (Expansion Bolt) ยึดติดกับผนัง และติดตั้งสูงจากพื้น 1.40 ม. (วัดจากกึ่งกลางถึงระดับพื้น)
- 14.11 การติดตั้งแผงสวิตช์อัตโนมัติในสถานที่เปียกชื้นต้องมีการป้องกัน ไม่ให้ความชื้นหรือน้ำเข้าไปในแผงได้ และต้องติดห่างจากผนังหรือพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 มม. ถ้าติดตั้งในสถานที่เปียกต้องเป็นแบบทนสภาพอากาศ (Weather Proof)
- 14.12 ส่วนที่เป็นโลหะของแผงสวิตช์อัตโนมัติที่ไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าต้องต่อลงดิน
- 14.13 การประกอบและการติดตั้งแผงสวิตช์อัตโนมัติ ตลอดจนการเข้าสายต้องทำโดยช่างผู้ชำนาญงานด้านนี้
- 14.14 ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีป้องกันแผงสวิตช์อัตโนมัติไม่ให้ผิวน้ำ และสัณฐานเสียหายระหว่างการติดตั้ง และก่อนการส่งมอบงาน ถ้าเกิดความเสียหายผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้เหมือนสภาพเดิม หรือตามที่ผู้ว่าจ้างพอใจ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

## 15. เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ (Automatic Power Factor controller)

- 15.1 เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงานผลิต และทดสอบตามมาตรฐานของ UL, IEC หรือ VDE มีขนาดความสามารถในการแก้ไขปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบพิมพ์ และเป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 15.2 เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้
- 15.2.1 ชุดคาปาซิเตอร์ (Capacitor Bank) สำหรับแก้ไขปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์
- ทำด้วยไดอิเล็กตริก (Dielectric) แบบแห้งชนิด Metallized polypropylene Film
  - มีจำนวนและขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ
  - มีความต้านทานที่ไขปล่องประจุ (Discharge Resistance) เพื่อให้แรงดันของคาปาซิเตอร์มีค่าต่ำกว่า 50 โวลต์ ภายในเวลา 1 นาทีหลังจากปิดสวิตช์
  - ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 400 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
  - มีกำลังงานสูญเสีย (รวมความต้านทานที่ไขปล่องประจุ) ต่ำกว่า 1 W./KVAR.
  - สามารถใช้ได้ ในอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า
- 15.2.2 เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ (Automatic Power Factor Controller)
- สามารถสับคาปาซิเตอร์เข้า - ออก ได้ไม่ต่ำกว่า 6 ชั้นหรือตามที่ระบุไว้ในแบบพิมพ์

- สามารถควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้เป็นไปตามค่าที่ตั้งไว้ได้โดยอัตโนมัติ
- สามารถควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ด้วยมือ (Manual)
- มีสวิตช์เลือกการควบคุมด้วยมือหรืออัตโนมัติ (Manual / Automatic Switch)
- มีสวิตช์กดเปิด (On) และสวิตช์กดปิด (Off) จำนวนเท่าระดับชั้นที่ควบคุม
- มีหลอดไฟชี้บอกสถานะ (Status Indicating Lamp) จำนวนเท่าระดับชั้นที่ควบคุม และหลอดไฟจะสว่างเมื่อสับคาปาซิเตอร์เข้า
- มีฟิวส์แบบ HRC ป้องกันทุกชั้นที่ควบคุม โดยมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบพิมพ์
- มีตัวสัมผัสแบบแม่เหล็ก (Magnetic Contactor) จำนวนเท่ากับระดับชั้นที่ควบคุม และมีขนาดที่เหมาะสม กับคาปาซิเตอร์ที่ควบคุม หรือตามที่ระบุไว้ในแบบพิมพ์
- มีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุมทั้งหมด

## 16. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)

16.1 ระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วย ตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX) แผงกระจายสายหลัก (Main Distribution Frame, MDF) ตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (Telephone Terminal Cabinet, TC) สายโทรศัพท์ เสารับโทรศัพท์ และอุปกรณ์อื่นๆ การติดตั้งระบบโทรศัพท์ให้เป็นไปตามข้อแนะนำขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

16.2 ตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX) จะต้องมีความจุสายภายในและภายนอกไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์มีจำนวนคู่สายที่สามารถใช้สันทนากันภายในได้ไม่น้อยกว่า 5 คู่สาย มีความสามารถ รวมทั้งรายละเอียดพิเศษอื่นๆ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ตู้สาขาอัตโนมัตินี้ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดซื้อเองไม่รวมอยู่ในราคาเหมาะสมของผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างต้องทำการเตรียมการทั้งหมดสำหรับการติดตั้งตู้สาขาอัตโนมัติ เช่น การเดินสายโทรศัพท์ การเดินสายไฟฟ้า และจ่ายไฟฟ้าให้กับตู้สาขาอัตโนมัติ เป็นต้น

16.3 แผงกระจายหลัก (MDF) ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้างมีฝาบานพับถอดได้พร้อมกุญแจปิดล็อกได้ ในกรณีที่ทำด้วยเหล็กต้องผ่านกรรมวิธีกันสนิม และพ่นสีขาวอย่างน้อย 3 ชั้น

16.4 ให้ติดตั้งกับดักฟ้าผ่า (Lighting Arrester) ที่แผงกระจายหลัก (MDF) สำหรับป้องกันสายภายนอกทุกคู่สายโดยจะต้องมีแผงสำหรับติดตั้งกับดักฟ้าผ่าแยกต่างหากเพื่อต่อเข้ากับคู่สายใดก็ได้กับดักฟ้าผ่าให้ใช้แบบ 3 Electrode Gas Tube (หรือแบบ 2 Electrode Gas Tube) ตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์ฯ โดยมีจำนวนเท่ากับจำนวนสายภายนอกทั้งหมดตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์

16.5 ขั้วต่อสายโทรศัพท์ในแผงกระจายหลัก (MDF) และตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง(TC) ต้องใช้ชนิด Modular, Cross connect Type ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือเข้าสายได้โดยไม่ต้องปลอกสาย จำนวนขั้วต่อสายภายในแผงกระจายหลัก และตู้ต่อสาย โทรศัพท์ปลายทางต้องเพียงพอต่อจำนวนสายโทรศัพท์ที่ต่อเข้า และต่อออกโดยมีจำนวนไม่น้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์

16.6 สายโทรศัพท์ที่ใช้ต่อจากตู้ปลายทาง (Terminal Box) ภายนอกอาคารมายังแผงกระจายหลัก (MDF) ภายในอาคารให้เดินในท่อร้อยสายโลหะหนาปานกลาง (IMC) โดยใช้สายโทรศัพท์ชนิด Alpeh Double Sheath Cable โดยมีขนาดท่อร้อยสาย ขนาดสายโทรศัพท์และจำนวนคู่สาย ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์

16.7 สายโทรศัพท์ที่ใช้ต่อจากแผงกระจายหลัก (MDF) ไปยังตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (TC) ประจำชั้นให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิด TPEV ขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 ตร.มม. มีจำนวนคู่สายตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และมีสายดินที่เหมาะสมต่อไปที่แผงกระจายหลัก

16.8 ห้ามร้อยสายโทรศัพท์ผ่านเข้าไปในท่อร้อยสาย และกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า

16.9 สายโทรศัพท์ และการเข้าสายโทรศัพท์ให้เป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์ฯ โดยใช้สายโทรศัพท์ที่มีรหัสติดตั้งตารางต่อไปนี้

หมายเลข คู่สาย	สี		หมายเลข คู่สาย	สี	
	Tip +	Ring -		Tip +	Ring -
1	ขาว	น้ำเงิน	14	ดำ	น้ำตาล
2	ขาว	ส้ม	15	ดำ	เทาดำ(Slate)
3	ขาว	เขียว	16	เหลือง	น้ำเงิน
4	ขาว	น้ำตาล	17	เหลือง	ส้ม
5	ขาว	เทาดำ(Slate)	18	เหลือง	เขียว
6	แดง	น้ำเงิน	19	เหลือง	น้ำตาล
7	แดง	ส้ม	20	เหลือง	เทาดำ(Slate)
8	แดง	เขียว	21	ม่วง	น้ำเงิน
9	แดง	น้ำตาล	22	ม่วง	ส้ม
10	แดง	เทาดำ (Slate)	23	ม่วง	เขียว
11	ดำ	น้ำเงิน	24	ม่วง	น้ำตาล
12	ดำ	ส้ม	25	ม่วง	เทาดำ(Slate)
13	ดำ	เขียว			

16.10 สายโทรศัพท์ที่ใช้ต่อกับตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทางประจำชั้น ไปยังเค๊าบโทรศัพท์ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิด TIEV. ขนาดไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 ตร.มม. จำนวน 1 คู่สายต่อหนึ่ง เค๊าบเดินในท่อร้อยสายแบบโลหะที่มีขนาดเหมาะสม ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์

16.11 เค๊าบโทรศัพท์เป็นชนิดฝังเรียบในผนังตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ (ซึ่งเป็นตำแหน่งโดยประมาณ)

16.12 เค๊าบโทรศัพท์ที่ใช้ชนิด 4 Wire, Modular Jack ตามมาตรฐาน FCC ของสหรัฐอเมริกา และต้องมีฝาปิดเมื่อไม่ใช้งานเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นเข้าไปได้ง่าย

16.13 ฝาครอบของเค๊าบโทรศัพท์ที่เข้าทั่วไปต้องเป็นแบบและชนิดเดียวกันทั้งอาคาร โดยผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

### 17. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

17.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีการทำงานเป็นแบบ Cascade Pre-signal Non-coded General Alarm

17.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องได้รับการรับรองจาก UL และ FML การติดตั้งวัสดุ และอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของ วสท. และ NFPA

17.3 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบด้วย แผงควบคุม (Fire Alarm Control Panel, FCP.) อุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Devices) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station) อุปกรณ์แจ้งเหตุ (Alarm Devices) แผงแสดงผลแบบกราฟฟิก (Graphic Annunciator) แบตเตอรี่และเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ ท่อร้อยสายและสายไฟฟ้า รวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์

17.4 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีการทำงานดังนี้.-

เมื่อเกิดเพลิงไหม้อุปกรณ์ตรวจจับ หรืออุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือจะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมทำให้ออดไฟฟ้า (Buzzer) ที่แผงควบคุมและที่แผงแสดงผลระยะไกลดังขึ้นพร้อมกัน พร้อมทั้งมีแสงแสดงโซนที่เกิดเหตุที่แผงแสดงผลแบบกราฟฟิก (ซึ่งอาจจัดให้แสดงเป็นชั้นหรือเป็นโซนตามที่กำหนดไว้ในแบบ) เพื่อแจ้งเหตุให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ ผู้ที่เกี่ยวข้องจะเข้าไปสำรวจบริเวณดังกล่าว ถ้าเห็นว่าเกิดเพลิงไหม้ขึ้นและไม่สามารถสกัดเพลิงไหม้ ได้ก็จะทำการไขสวิตช์กุญแจ (Key Switch) ที่อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ หรือเสียบเครื่องโทรศัพท์ที่อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือเพื่อให้อุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ทำงานทั่วทั้งอาคาร หรือเฉพาะโซนที่จัดแบ่งไว้ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบออดไฟฟ้า และอุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) จะหยุดดังก็ต่อเมื่อมีการปิดสวิตช์ที่แผงควบคุมเท่านั้น กรณีที่ออดไฟฟ้าทำงานแล้วไม่มีผู้ใดไปตรวจสอบ หรือดำเนินการยกเลิกการแจ้งเหตุที่แผงควบคุม

คุมต้องจัดให้มีเครื่องตั้งเวลาแบบใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC. Timer) ซึ่งตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 0-15 นาที (ตั้งไว้ที่เวลา 5 นาที) เพื่อให้ อุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ทำงานโดยอัตโนมัติ

17.5 แผงควบคุม (FCP) ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังต่อไปนี้

- มีการแบ่งโซนเป็นโซนตรวจจับ (Detector Zone, DZ0 และโซนแจ้งเหตุ (Alarm Zone, AZ) ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์
- ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 V จ่ายให้กับอุปกรณ์ในแต่ละโซน
- ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz และ /หรือจากแบตเตอรี่ โดยแบตเตอรี่สำรองไฟได้นานไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง และ/หรือใช้ส่งสัญญาณให้อุปกรณ์แจ้งเหตุทุกตัวทำงานพร้อมกันได้ไม่ต่ำกว่า 20 นาที ในกรณีไฟปกติขัดข้อง
- มีหลอดไฟสัญญาณเพื่อแสดงว่ามีไฟฟ้าปกติจ่ายให้กับระบบ (AC Power On) มีการแจ้งเหตุ (Alarm) มีเหตุขัดข้อง (Trouble) ไฟฟ้าปกติขัดข้อง (AC Power Failure) แรงดันของแบตเตอรี่ต่ำ (Battery Low Voltage) มีการผิดพลาดลงดิน (Ground Fault) เป็นต้น
- แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบแห้งอัดประจุแบตเตอรี่ได้เองจากเครื่องอัดประจุภายในแผงควบคุมโดยอัตโนมัติ

17.6 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station) ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้.-

- เป็นแบบที่มีกระจกด้านหน้าซึ่งทำงานโดยการกดหรือทุบให้กระจกแตก และเมื่อเริ่มการทำงานแล้วจะค้างอยู่ในลักษณะนั้นไม่สามารถดันกลับเข้าที่ได้จนกว่าจะหับสวิทช์ภายในให้เข้าที่
- ด้านหน้ามีชื่อของกุญแจสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับเมื่อไขกุญแจ แล้วอุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) จะเริ่มทำงานโดยไม่สามารถหยุดได้จนกว่าจะบิดสวิทช์กุญแจกลับ หรือทำการยกเลิกการแจ้งเหตุที่แผงควบคุม

17.7 อุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Devices) ซึ่งทำงานโดยอัตโนมัติประกอบด้วย

17.7.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้.-

- เป็นแบบตรวจจับอุณหภูมิคงที่ (Fixed Temperature Detector) หรือเป็นแบบตรวจจับอุณหภูมิคงที่ และอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิพร้อมกัน (Combination Rated of Rised and Fixed Temperature Detector) ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- อุปกรณ์แบบตรวจจับอุณหภูมิคงที่และอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิพร้อมกัน (Combination Rated of Rised and Fixed Temperature Detector) จะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุม ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาฟาเรนไฮต์ หรือมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมากกว่า 15 องศาฟาเรนไฮต์ต่อนาทีที่สามารถตรวจจับความร้อนในพื้นที่ได้ไม่น้อยกว่า 80 ตร.ม. ที่ความสูงไม่เกิน 5 ม.
- อุปกรณ์แบบตรวจจับอุณหภูมิคงที่ (fixed Temperature Detector) จะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 135 หรือ 300 องศาฟาเรนไฮต์ (ให้เลือกอุณหภูมิตามความเหมาะสมของสถานที่ติดตั้ง) สามารถตรวจความร้อนในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 80 ตร.ม. ที่ความสูงไม่เกิน 5 ม.

17.8 อุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้ .-

- เป็นกระดิ่งรูปครึ่งทรงกลมสีแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม.
- เป็นแบบโพลาไรซ์ (Polarized) ทำงานด้วยโซลินอยด์ (Solenoid)
- ระดับความดังต้องไม่น้อยกว่า 85 dB. วัดที่ระยะห่าง 10 ฟุต
- ใช้กับระบบไฟตรง 24 V จากแผงควบคุม โดยใช้กระแสไฟฟ้าไม่เกิน 14 mA.

17.9 การเดินสายไฟฟ้าของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

17.9.1 ให้ใช้แบบ 2 สาย (Class B) ที่ปลายสายมีความต้านทานต่ออยู่ (End of Line Resistor) เพื่อสามารถตรวจสอบ (Supervised) สภาพต่างๆ ของระบบได้ เช่น สายไฟขาด หรือรั่วลงดิน เป็นต้น

17.9.2 สายไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้ทั้งหมดให้เดินในท่อร้อยสายที่มีขนาดที่เหมาะสม หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบสายไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. และสายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ต้องใช้สายทนไฟมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

**18. ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม (Master Antenna Television System, MATV)**

18.1 ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมประกอบด้วยชุดสายอากาศ เครื่องขยายสัญญาณ สายสัญญาณ อุปกรณ์แยกสัญญาณ และตัวรับโทรทัศน์ รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นทั้งหมด เพื่อให้งานติดตั้งระบบสายอากาศโทรทัศน์นี้เสร็จ และใช้งานได้ อย่างสมบูรณ์

18.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เชื่อถือได้ ตามมาตรฐานของ IEC หรือ DIN และต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

18.3 อุปกรณ์ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังต่อไปนี้.-

18.3.1 ชุดสายอากาศ (Antenna Set) มีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้.-

- เป็นสายอากาศ Folded Dipole, Half-Wave length, YAGI Array Antenna มีรายละเอียดดังนี้

ช่องสัญญาณ	อัตราขยาย (dB)	อิมพีแดนซ์ (โอห์ม)
3	4	75
5	9.5-11.5	75
7	9.5-11.5	75
9	9.5-11.5	75
11	9.5-11.5	75
ITV	9.5-11.5	75
FM.		75

18.3.2 เครื่องขยายสัญญาณทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่มีระดับต่ำให้ใช้ชนิด Multiband Amplifier ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ มีรายละเอียดดังนี้.-

Input Signal	VHF. 5 Channel + UHF. 12 Channel
Frequency Range	TV Channel 3,5,7,9,11,ITV & UHF.
Output Level	> 105 dB $\mu$ V.
Gain (Max)	24 dB. Each Channel
Noise Figure	< 10 dB. At Max. Gain

18.3.3 อุปกรณ์แยกสัญญาณประกอบด้วยตัวแยก(Splitter) และตัวต่อแยก (Tap-off) ให้ใช้แบบมีทิศทาง(Directional) มีค่าตัวประกอบการชิลด์ (Shielding Factor) ไม่ต่ำกว่า 65 dB. และมีค่าลดทอนกระจาย (Distribution Attenuator) ไม่เกิน 8 dB.

18.3.4 ตัวรับโทรทัศน์ใช้แบบฝังเรียบกับผนัง โดยจัดให้มีทั้งตัวรับโทรทัศน์และตัวรับวิทยุอยู่คู่กันมีค่าตัวประกอบการชิลด์ (Shielding Factor) ไม่ต่ำกว่า 55 dB.

18.4 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม โดยให้มีสัญญาณที่ตัวรับโทรทัศน์ทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 60 dB $\mu$ V. และไม่เกิน 80 dB $\mu$ V.

18.5 ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมที่ติดตั้งเสร็จแล้ว ต้องวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งของแรงดัน (Voltage Standing Wave Ratio, VSWR) ได้ไม่ต่ำกว่า 20 dB. วัดค่าการแยก (Isolate) สัญญาณระหว่างตัวรับโทรทัศน์แต่ละชุดได้ไม่ต่ำกว่า 20 dB. รวมทั้งวัดค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio) ได้ไม่ต่ำกว่า 25 dB.

18.6 วัสดุอุปกรณ์ของระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมทั้งหมด ต้องสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มี ความบกพร่อง ที่อุณหภูมิโดยรอบไม่ต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส และใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

18.7 ปีกับสัญญาณและเสารับสัญญาณโทรทัศน์ ต้องติดตั้งให้สามารถแยกสัญญาณแต่ละช่องได้อย่างชัดเจน โดยไม่รบกวนกันจำนวนช่องที่รับสัญญาณให้ขึ้นอยู่กับจำนวนช่องของสถานีโทรทัศน์ในท้องถิ่นในขณะที่ทำสัญญาว่าจ้าง หรือตามจำนวนที่ระบุไว้ในแบบ

18.8 ปีกรับสัญญาณและเสารับสัญญาณโทรทัศน์ จะต้องติดตั้งบนหลังคาของอาคารในตำแหน่งที่สามารถแยกสัญญาณแต่ละช่องได้ดีที่สุด ปีกรับสัญญาณและเสารับสัญญาณโทรทัศน์ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น สลัก เกลียว และอุปกรณ์ยึดเสาทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม โดยอาจทำจากอะลูมิเนียมอัลลอยแบบเบา ทั้งนี้อุปกรณ์ทั้งหมดควรทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน

18.9 ที่เสารับสัญญาณโทรทัศน์ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และต้องติดตั้งด้วยวิธีการที่ถูกต้องเพื่อป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าได้อย่างสมบูรณ์ด้วย

18.10 ขั้วต่อสายอากาศต้องมีการหุ้มให้มิดชิดไม่ให้หยดน้ำเข้าไปได้ เพื่อป้องกันการเกิดสนิม และการสูญเสียสภาพแม่ซึ่งที่ดีไป

18.11 สายสัญญาณให้ใช้แบบ Coaxial cable มี Impedance 75 โอห์มทั้งหมด ขนาดไม่ต่ำกว่า RG-6 และมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ สำหรับสายสัญญาณที่ต่อจากปีกรับสัญญาณไปยังเครื่องขยายสัญญาณ และสายสัญญาณภายนอกอาคารต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า RG-11

18.12 เสารับโทรทัศน์ให้ติดตั้งสูงระดับเดียวกันกับเสารับไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กัน ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่น

## 19. ระบบป้องกันและล่อฟ้า (LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)

19.1 ความต้องการทั่วไปหากมิได้มีการระบุเป็นอื่นใดในแบบให้ใช้ชนิดกรงฟาราเดย์ และให้ยึดกฎของ NFPA NO 78 เป็นหลักในการเลือก และติดตั้งอุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า

### 19.2 วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง

#### 19.2.1 หลักรดิน (Grounding Electrode)

- ใช้ Copper Clad Steel Ground ลักษณะกลมตันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 10 ฟุต หรือตามที่ระบุในแบบ
- หลักรดินฝังอยู่ห่างจากของอาคารไม่น้อยกว่า 60 ซม. และส่วนบนของ Ground Rod อยู่ต่ำกว่าระดับดินไม่น้อยกว่า 30 ซม.
- ความต้านทานการต่อลงดินจะต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม และจะต้องปักหลักรดินเพิ่มขึ้น หากค่าความต้านทานไม่ได้ตามกำหนด

#### 19.2.2 สายดิน (Grounding Conductor)

- สายนำลงดิน (Down Conductor) ใช้สายทองแดงเปลือยขนาดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. หรือตามที่ระบุในแบบ
- Down Conductor จะต้องไม่น้อยกว่า 2 จุด และมีเพิ่มขึ้นอีก 1 จุด ทุกระยะไม่เกิน 30 เมตร ตามความยาวของเส้นรอบอาคาร
- สำหรับสายดินที่เดินไปพร้อมกับเหล็กโครงสร้าง จะต้องมีการเชื่อมติดกับเหล็กโครงสร้างด้วยวิธี Exothermic welding ทุกระยะไม่เกิน 30 เมตร ตามแนวระดับและไม่เกิน 60 เมตร ตามแนวตั้ง หรือตามที่ระบุในแบบ
- วัสดุหรืออุปกรณ์ทุกชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นโลหะที่อยู่บนหลังคาของอาคาร หรืออยู่ใกล้กับ Down Conductor ในระยะ 6 ฟุต จะต้องต่อเชื่อมเข้ากับระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วยตัวนำทองแดง ขนาดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม.
- การเปลี่ยนแนวทางเดินของสายนำกระแสฟ้าผ่าจะยินยอมให้มีการหักโค้งได้ไม่น้อยกว่า 90 องศา และรัศมีมีความโค้งไม่น้อยกว่า 20 ซม.
- สายนำบนหลังคา (Roof Conductor) ใช้ตัวนำทองแดงขนาดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. เชื่อมหลักล่อฟ้าให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันทุกต้น
- สำหรับสายล่อฟ้าส่วนที่เดินสายร้อยในท่อโลหะ จะต้องเชื่อมสายล่อฟ้านั้นเข้ากับท่อโลหะ ณ จุดที่สายเข้า และออกจากท่อ
- ให้ติดตั้ง Ground Test Box ที่ผนังอาคารชั้น 1 ทุกจุดที่มีสายนำลงดินก่อนไปที่หลักรดิน

#### 19.2.3 หลักรล่อฟ้า

- หลักรล่อฟ้าทำด้วยทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 1 ฟุต หรือตามที่ระบุในแบบ



- จะต้องมีทางเดินกระแสไฟฟ้าออกจากหลักล่อฟ้าทุกด้านไม่น้อยกว่า 2 เส้นทาง แต่อาจยกเว้นได้ตามเงื่อนไขในข้อกำหนด NFPA NO.78

#### 19.2.4 การเชื่อม (Welding)

- การเชื่อมระหว่างสายดินกับสายดิน สายดินกับหลักดิน สายดินกับหลักล่อฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding เท่านั้น เว้นแต่ในกรณีที่ทำเป็นให้ใช้วิธีต่อโดย Compressed Connection ตามความเห็นของผู้ควบคุมงาน
- การเชื่อมระหว่างสายดินกับเหล็กโครงสร้างให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่กรณีจำเป็นสามารถให้วิธีเชื่อมกับทองแดงโดยใช้แก๊ส (Blazing) ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

## 20. การทดสอบ

ต้องทำการทดสอบ เพื่อพิสูจน์ว่าระบบป้องกันฟ้าผ่ามีความสมบูรณ์ถูกต้องโดยจะต้องทดสอบว่าหลักล่อฟ้าทุกหลักมีการต่อลงดินที่ถูกต้องตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่อ้างถึง และวิธีการทดสอบให้ปฏิบัติตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน และจัดทำรายงานผลการทดสอบส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

## 21. บัญชีรายการอุปกรณ์มาตรฐาน (VENDER LIST)

รายชื่อผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ตามรายการข้างล่างนี้ เป็นที่ถือว่าได้รับการยอมรับให้นำมาใช้ในงานติดตั้งทางไฟฟ้าในครั้งนี้ได้ โดยที่คุณสมบัติของวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ จะต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดข้อกำหนดที่ได้กล่าวมาแล้ว สำหรับวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในงานนี้ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา โดยให้ยึดถือการพิจารณาของผู้ว่าจ้างเป็นที่สิ้นสุด และหากว่าผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติกับข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเองทั้งสิ้น

21.1 สายไฟฟ้าเป็นผลิตภัณฑ์ของ BANGKOK CABLE, THAI YAZAKI, PHELP DODGE ผลิตตาม มอก. 2553

21.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

21.2.1 ท่อร้อยสายแบบโลหะเป็นผลิตภัณฑ์ของ TAS, TSP, PAT, Maruichi, Matsushita, UI

21.2.2 ท่อร้อยสายแบบบอโลหะเป็นผลิตภัณฑ์ของตราช้าง, ท่อน้ำไทย, CHH, HUBBELL, EYE, DELIGHT, PHILIPS

21.3 อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fitting) เป็นผลิตภัณฑ์ของ SC, UI, ABSO, CLIPSAL

21.4 ดวงโคมไฟฟ้า

21.4.1 ดวงโคมภายในอาคารเป็นผลิตภัณฑ์ของ At. EAST, PHILLIPS, PANASONIC หรือเทียบเท่า

21.4.2 ดวงโคมภายนอกอาคารเป็นผลิตภัณฑ์ของ At. EAST, L&E, DELIGHT, PHILLIPS

21.4.3 ดวงโคมในสถานที่อันตรายเป็นผลิตภัณฑ์ของ At. EAST, PHILLIPS, PANASONIC

21.4.4 ชุดดวงโคมแสงสว่างฉุกเฉินเป็นผลิตภัณฑ์ของ EML, SUNNY, DELIGHT, L&E, CEE, SAFEGUARD

21.4.5 ชุดดวงโคมแสดงทางออกฉุกเฉินเป็นผลิตภัณฑ์ของ EML, SUNNY, DELIGHT, L&E, CEE

21.4.6 ขาหลอดเป็นผลิตภัณฑ์ของ BJB, THORN, PHILLIPS, VOSSLOH, NATIONAL

21.4.7 หลอดไฟฟ้าเป็นผลิตภัณฑ์ของ At. EAST, PHILLIPS, OSRAM, SYLVANIA, GE, TOSHIBA

21.4.8 บาลาสต์เป็นผลิตภัณฑ์ของ PHILLIPS, ECONO-WATD, VOSSLOH, ARMSTRONG, OSRAM, SCHWABE

21.4.9 สตาร์ทเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ของ PHILLIPS, OSRAM, SYLVANIA หรือเทียบเท่า

21.4.10 คาปาซิเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ของ BOSCH, ABB, RFT, ELECTRONICON, PED, RIFA

21.5 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า เป็นผลิตภัณฑ์ของ SCHNIDER, PANASONIC, HAGO

21.6 อุปกรณ์ล่อฟ้าและดินเป็นผลิตภัณฑ์ของ FURSE, SC, ABSO, RL ALLOY, DYNASPHERE, OR LOCAL

21.7 หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นผลิตภัณฑ์ของเอกรัฐ, ไทยแมกซ์เวล, เจริญชัย, ไทยทราฟ, TROFO-UNION, QTC

21.8 รายนามผู้ผลิตตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ (MDB) ได้แก่ SIM, PMK, B.GRIMM, ASEFA, TIC OR LOCAL

- 21.9 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดภายในตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำเป็นผลิตภัณฑ์ของ TELEMECHANIQUE, SIEMENS, GE, AEG, MITSUBISHI, MKS
- 21.10 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ เป็นผลิตภัณฑ์ของ SCHNIDER, ABB, AEG, GE, MELIN GERIN
- 21.11 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ
- 21.12 เครื่องควบคุมเพาเวอร์แฟคเตอร์อัตโนมัติ (Automatic Power Factor Controller) เป็นผลิตภัณฑ์ของ ABB, MKS, SIEMENS, KAPSCH, MICAFIL, NOKIA, SECOVER, BOSCH, SQUARED
- 21.13 ชุดคาปาซิเตอร์ (Capacitor Bank) เป็นผลิตภัณฑ์ของ ABB, MKS, KAPSCH, MICAFIL, NOKIA, BOSCH, MERLIN GERIN
- 21.14 รางเคเบิลและรางเคเบิลแบบบันได (Cable Tray & Cable Ladder) เป็นผลิตภัณฑ์ของ SIM, ASEFA, TIC หรือเทียบเท่า
- 21.15 รางเดินสาย (Wire way) เป็นผลิตภัณฑ์ของ SIM, ASEFA, TIC หรือเทียบเท่า
- 21.16 MDB, TC & Telephone Terminal เป็นผลิตภัณฑ์ของ KRONE, POUYET, NORTHERN TELECOM หรือเทียบเท่า
- 21.17 SOUND SYSTEM เป็นผลิตภัณฑ์ของ TOA, PHILLIPS, SYNADOARD หรือเทียบเท่า
- 21.18 MATV, AMP เป็นผลิตภัณฑ์ของ PHILLIPS, TAFN, SAMART หรือเทียบเท่า
- 21.19 ระบบป้องกันฟ้าผ่า แบบ FARADAY เป็นผลิตภัณฑ์ของ UI PIGMAN หรือเทียบเท่า
- 21.20 FIRE ALARM SYSTEM เป็นผลิตภัณฑ์ของ SIMPLEX, FIRE-LITE, WILL, NOTIFIER, ONEYWELL, NHOME หรือเทียบเท่า