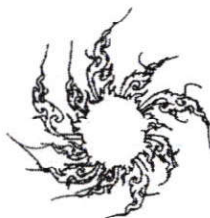




รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง

งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

อาคารโรงเรียนวิถีธรรม
แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ระยะที่ 3



ศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร วัฒนศิริ

ศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร วัฒนศิริ

๑๙ สิงหาคม ๒๕๕๙

สารบัญ

	หน้า
หมวดที่ 1. ความต้องการทั่วไป	1
หมวดที่ 2. ความรับผิดชอบ	4
หมวดที่ 3. การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร	9
หมวดที่ 4. การประสานงาน	11
หมวดที่ 5. ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค	12
หมวดที่ 6. เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์	13
หมวดที่ 7. แบบและหนังสือคู่มือ	15
หมวดที่ 8. สายไฟฟ้าแรงสูง	18
หมวดที่ 9. แผงเมนสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ	19
หมวดที่ 10. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์	27
หมวดที่ 11. สายไฟฟ้าแรงต่ำ	31
หมวดที่ 12. หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิดน้ำมัน	33
หมวดที่ 13. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	36
หมวดที่ 14. SURGE PROTECTIVE DEVICE (SPD)	45
หมวดที่ 15. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	49
หมวดที่ 16. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	51
หมวดที่ 17. สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า	53
หมวดที่ 18. ระบบการเดินสายโทรศัพท์	54
หมวดที่ 19. ระบบเสียง	55
หมวดที่ 20. ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมและจานรับสัญญาณดาวเทียม	59
หมวดที่ 21. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน	68
หมวดที่ 22. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด	73
หมวดที่ 23. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	81
หมวดที่ 24. ระบบป้องกันฟ้าผ่า	85
หมวดที่ 25. การป้องกันไฟและควันลาม	87
หมวดที่ 26. ระบบต่อลงดิน	88
หมวดที่ 27. การทาสีป้องกันการผุกร่อนและห้สี	91
หมวดที่ 28. ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน	94

หมวดที่ 1. ความต้องการทั่วไป

1. บทนำ

- 1.1 เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจัดหาพร้อมติดตั้งเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ สำหรับใช้งาน **ก่อสร้างอาคารโรงเรียนวิถีธรรม แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ระยะที่ 3** อย่างสมบูรณ์ ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบและข้อกำหนดที่จะได้กล่าวถึงต่อไป
- 1.2 วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อม ดังต่อไปนี้
- ก. ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
 - ข. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.6 °C (96 °F)
 - ค. อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30 °C (86 °F)
 - ง. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79%
 - จ. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 55%

2. คำจำกัดความ

คำนาม คำสรรพนามที่ปรากฏในข้อกำหนดสัญญาและรายการก่อสร้าง รวมทั้งเอกสารอื่นที่แนบสัญญาให้มีความหมายตามที่ระบุไว้ในหมวดนี้ นอกจากจะมีการระบุเฉพาะไว้เป็นอื่น

“เจ้าของโครงการ”	หมายถึง เจ้าของงานก่อสร้างโครงการนี้ ตามที่ลงนามในสัญญาและมีอำนาจตามที่ระบุในสัญญา
“ผู้ควบคุมงาน”	หมายถึง ผู้แทนเจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งให้ควบคุมงาน
“สถาปนิก”	หมายถึง สถาปนิก หรือวิศวกรผู้มีนามปรากฏอยู่ในแบบ และในเอกสารต่างๆ ในฐานะผู้ออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้าง
“ผู้รับจ้าง”	หมายถึง นิติบุคคลและตัวแทน หรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญา กับเจ้าของโครงการ
“งานก่อสร้าง”	หมายถึง งานต่างๆ ที่ได้รับระบุในแบบก่อสร้างประกอบสัญญา รายการก่อสร้างและเอกสารแนบสัญญา รวมทั้งงานประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
“แบบประกอบสัญญา”	หมายถึง แบบก่อสร้างทั้งหมดที่ใช้ประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมาและแบบก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลง แก้ไข และ/หรือเพิ่มเติม โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้ว
“รายละเอียดประกอบแบบหรือข้อกำหนด”	หมายถึง ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพของวัสดุ อุปกรณ์ เทคนิคและข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างที่มีปรากฏหรือไม่ปรากฏในแบบก่อสร้างตามสัญญานี้
“การอนุมัติ”	หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ

“ระบบประกอบอาคาร” หมายถึง ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และระบบอื่นๆ ที่นอกเหนืองานสถาปัตยกรรมและก่อสร้าง

3. ขอบเขตของงาน

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณและอื่นๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนดเพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- 3.2 ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกประกอบด้วยรายการ ดังต่อไปนี้
 - ก. ระบบจ่ายและควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้า
 - ข. ระบบพลังงานไฟฟ้าฉุกเฉิน
 - ค. ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่าง
 - ง. ระบบสื่อสาร
 - จ. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน
 - ฉ. ระบบโทรศัพท์
 - ช. ระบบทีวีรวม
 - ซ. ระบบเรียกพยาบาล
 - ณ. ระบบสายล่อฟ้า
 - ญ. ระบบต่อลงดิน
 - ฎ. ระบบเสียง
- 3.3 ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งสายไฟฟ้าและสายสัญญาณไฟฟ้าต่างๆ ไปโดยวิธีร้อยในท่อโลหะที่เหมาะสมตามระบุในแบบและรายละเอียดนี้

4. สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- ข. กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
- ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- ง. มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
- จ. กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดหรือการไฟฟ้าภูมิภาค
- ฉ. American National Standards Institute (ANSI)
- ช. American Society of Testing Materials (ASTM)
- ซ. British Standard (BS)
- ณ. Deutsche Industrienormen (DIN)

- ญ. International Electrotechnical Commission (IEC)
- ฉ. Japanese Industrial Standard (JIS)
- ฎ. National Electrical Code (NEC)
- ฐ. National Electrical Manufacturers' Association (NEMA)
- ท. National Electrical Safety Code (NESC)
- ฒ. National Fire Protection Association (NFPA)
- ณ. Underwriters' Laboratories, Inc. (UL)
- ด. Verband Deutscher Electrotechniker (VDE)

5. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้

- ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ค. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- จ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ฉ. การไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด
- ช. สถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 2. ความรับผิดชอบ

1. การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่างๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดี ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่กำลังมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใดๆ ของตนมิได้

2. การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการและข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากผู้ควบคุมงานโดยตรง
- 2.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตย์ และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่นๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์เสมอ เพื่อจัดซื้อจัดจ้าง
- 2.3 ผู้รับจ้างจำเป็นต้องตรวจสอบแบบและข้อกำหนดต่างๆ อย่างละเอียด หากพบว่าแบบหรือข้อกำหนดใดไม่สอดคล้องกับกฎและระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งผู้ว่าจ้างทราบทันที และดำเนินการแก้ไขให้สอดคล้องกับกฎและระเบียบดังกล่าว

3. พนักงาน

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันทีและแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- 3.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม ระดับสามัญวิศวกรเป็นผู้รับผิดชอบ
- 3.3 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้
- 3.4 เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าฝีมือการปฏิบัติงานไม่ดีพอหรืออาจเกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันทีและค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 3.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติและผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานในโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ

4. การติดต่อและค่าธรรมเนียม

ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างเพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้นสำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อดำเนินงานกับหน่วยงานของรัฐ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

5. การจัดหาหน้าแปลน ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

- 5.1 ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาหน้าแปลน ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับการใช้ในการก่อสร้างตามโครงการ
- 5.2 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับนิติบุคคลอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 5.3 ผู้รับจ้างต้องให้ข้อมูลกับนิติบุคคลอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อรวบรวมและดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ หรือเอกชนในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว
- 5.4 การติดตั้งท่อ อุปกรณ์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้บริการซึ่งอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ให้ผู้รับจ้างดำเนินการเอง

6. การทำงานนอกเวลาทำการปกติ

หากผู้รับจ้างมีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมงในวันทำงานปกติ และทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา โดยผู้ควบคุมงานจะพิจารณาอนุมัติตามความเหมาะสม ในกรณีที่การทำงานนั้นจำเป็นต้องมีผู้ควบคุมผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาของผู้ควบคุมงาน

7. การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

- 7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (Submittal Data) ของวัสดุ อุปกรณ์เสนอสถาปนิกเพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ อย่างน้อย 30 วัน รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด
- 7.2 รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์แต่ละอย่างให้เสนอแยกกันโดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อกและมีเครื่องหมายชี้บ่อกรุ่น ขนาดและความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา
- 7.3 ผู้รับจ้างต้องประทับตราเครื่องหมาย ชื่อบริษัทหรือลงชื่อกำกับเอกสารทุกชิ้นที่เสนอ เพื่อขออนุมัติ

8. การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงรายละเอียดจำนวนพนักงาน การขนส่งเครื่อง และอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอนเพื่อประกอบการประสานงานเสนอต่อผู้ควบคุมงานเป็นระยะๆ ตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

9. การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน

- 9.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวันและสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้ผู้ควบคุมงาน จำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 4 ชุด สำหรับรายงานประจำเดือนทุกสัปดาห์แรกของเดือนตั้งแต่เริ่มเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน
- 9.2 รายงานดังกล่าวประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
- ก. จำนวนและตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงาน
 - ข. จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงาน
 - ค. รายละเอียดงานที่ปฏิบัติ
 - ง. วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานจากวิศวกร
 - จ. วันที่เสนอแบบใช้งานและรับแบบแก้ไขจากวิศวกร
 - ฉ. เหตุการณ์พิเศษอื่นๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

10. การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการและประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆ โดยผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการและทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

11. รายการแก้ไขงานติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้าเมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้ควบคุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้น

12. การทดสอบเครื่องและระบบ

- 12.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน
- 12.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด
- 12.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการและ/หรือวิศวกรอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย
- 12.4 รายงานข้อมูลในการทดสอบ (Test Report) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริง ส่งให้ผู้ควบคุมงาน จำนวน 4 ชุด
- 12.5 ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องและระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

13. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่า เจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของเจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

14. การส่งมอบงาน

14.1 ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

14.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

14.3 รายการสิ่งของต่างๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงานซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ

ก. แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด และ CD ที่บรรจุแบบสร้างจริง จำนวน 2 ชุด

ข. แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด

ค. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด

ง. เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้

จ. อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด

ฉ. หนังสือคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งระบบ จำนวน 4 ชุด

14.4 การส่งและรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วย เจ้าของโครงการหรือผู้รับมอบอำนาจ ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง

15. การรับประกัน

15.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปีนับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

15.2 หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง หรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้อง หรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขให้ถูกต้องโดย ทันที

15.3 ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า

15.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

16. การบริการ

- 16.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากรับมอบงานแล้ว
- 16.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบ และการบำรุงรักษาเสนอเจ้าของโครงการ ภายใน 7 วัน นับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง
- 16.3 ในปีที่ 2 ของการใช้งานผู้รับจ้างต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบต่างๆ ทุกๆ 3 เดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเสนอเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 3. การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

1. การตัด เจาะ

ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบการตัด เจาะฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคาเท่าที่จำเป็นในการติดตั้งงานระบบ การตัด เจาะต่างๆ ต้องจัดทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างและความเรียบร้อยของอาคาร การตัด เจาะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการ ตัด เจาะ สกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่น ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ภายหลังการ ตัดเจาะ สกัด ฯลฯ และติดตั้งอุปกรณ์ของผู้รับจ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซม ส่วนของอาคารดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเดิม

2. การปิดช่อง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่างๆ บนฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดานหรือหลังคา โดยใช้ช่างผู้ชำนาญงานด้านนั้นๆ เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการช่องเปิดจะต้องมีกรอบทำด้วยเหล็กทาสี ตามที่กำหนดหลังจากติดตั้งอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้ให้สำหรับ ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และโครงสร้างอาคาร ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง วัสดุ ต้องได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UL List) เว้นแต่ที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

3. การจัดทำแท่นเครื่อง

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแท่นฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ตามหลักวิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถทนการสั่นสะเทือนขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยจะต้องจัดทำรายละเอียด เสนอผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำแท่นเครื่องอยู่ใน ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 3.2 ข้อมูลต่างๆ ของแท่นเครื่อง เช่น รายละเอียด ขนาด ตำแหน่งและน้ำหนัก หรือการเปลี่ยนตำแหน่ง ต้อง แจ้งให้สถาปนิกและผู้รับจ้างก่อนสร้างอาคารทราบล่วงหน้าก่อนการจัดทำแท่นคอนกรีตไม่น้อยกว่า 7 วัน การให้ข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วนอันก่อให้เกิดผลเสียหาย หรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้าง ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น

4. การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขนงท่อ เครื่องและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบ โครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการ อนุมัติจาก ผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการยึด แขนงใดๆ
- 4.2 ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขนง จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้ โดยมีค่าความปลอดภัย ไม่น้อยกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (Safety Factor = 3)
- 4.3 การยึดแขนงกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือกีดขวางงานของระบบอื่นๆ

- 4.4 Expansion Shield ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปูนไม้โดยเด็ดขาด และต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

5. งานติดตั้งในห้องเครื่อง

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น
- 5.2 แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้นิติบุคคลอาคารชุดทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอเพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้าหรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกิดควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

6. ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

- 6.1 ช่องเปิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น shaft ช่องระหว่างผนัง ฝาเพดานผู้รับจ้างต้องกำหนดขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างอื่นที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่างๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 6.2 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่อง และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลัง รวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า ฝาผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

7. การกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวันภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งนอกอาคารก่อนส่งมอบงานจะต้องทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จแล้ว

8. การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ หลังจากการติดตั้งแล้ว โดยใช้วิธีการป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงของเครื่องจักรนั้นๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือนควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักรไม่ว่าจะแสดงไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม จนไม่เป็นที่รบกวนผู้อยู่ใกล้เคียง

หมวดที่ 4. การประสานงาน

1. การให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงานและวิศวกร

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงานและวิศวกรในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่างและอื่นๆ ตามสมควรแก่กรณี

2. การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงานและความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการ เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากผู้รับจ้างในการติดต่อประสานงานเช่น

- ก. การร่วมมือปรึกษาวางแผนความคืบหน้าของงาน
- ข. การใช้เครื่องอำนวยความสะดวกร่วมกัน เช่น นั่งร้าน การปฐมพยาบาล
- ค. การเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ
- ง. ทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน
- จ. ป้องกันการชำรุดเสียหายกับงานส่วนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว
- ฉ. หลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งในอันที่จะทำให้งานล่าช้าเกินกำหนด

3. การประสานงานในด้านมณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิกและมณฑนาการโดยใกล้ชิดเพื่อให้การเตรียมงานเป็นไปโดยถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 5. ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค

1. ความปลอดภัยและการป้องกัน

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพที่ปลอดภัย และหมั่นตรวจตราให้มีการป้องกันการสูญหาย บาดเจ็บและเสียหายกับ
 - ก. พนักงานและบุคคลอื่นที่เข้ามายังหน่วยงาน
 - ข. วัสดุ อุปกรณ์ที่เก็บรักษาไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง
 - ค. การวัตถุอื่นๆ ในบริเวณก่อสร้างและข้างเคียง เช่น ถนน ทางเดิน สิ่งปลูกสร้างและสาธารณูปโภคต่างๆ
- 1.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บกับบุคคลใดๆ ก็ตามอันเนื่องมาจากผลของการทำงานของผู้รับจ้าง
- 1.3 ในสถานที่ทำงานที่มีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ จะต้องจัดเตรียมให้มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงที่เหมาะสม เช่น เครื่องดับเพลิงเคมี เป็นต้น

2. อุปกรณ์ปฐมพยาบาล

บริเวณสำนักงานชั่วคราวของผู้รับจ้าง ต้องจัดให้มีเครื่องเวชภัณฑ์ในการปฐมพยาบาล อุปกรณ์ช่วยชีวิต ยาสามัญประจำบ้านเก็บไว้ในที่ซึ่งเห็นและหยิบใช้ได้ง่าย และควรจัดให้มีพนักงานซึ่งมีความรู้ทางด้านปฐมพยาบาลอยู่ในบริเวณหน่วยงานตลอดเวลา

3. รายงานอุบัติเหตุ

เมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ ที่ไม่คาดคะเนเกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการทะเลาะวิวาท การทำร้ายร่างกายหรืออุบัติเหตุ ให้ผู้รับจ้างรับรายงานเหตุที่เกิดขึ้นให้ผู้ควบคุมงานทราบเป็นลายลักษณ์อักษรในทันที

4. การป้องกันล่วงล้ำเขตที่

ผู้รับจ้างต้องจำกัดเขตก่อสร้างมิให้เกิดการลวงล้ำบุกรุกเข้าไปในที่ข้างเคียงนอกบริเวณก่อสร้างและดูแลมิให้พนักงานของตนบุกรุกเข้าไปในเขตที่ของผู้อื่นด้วย ขณะเดียวกันก็ป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด ทั้งในและนอกเวลาปฏิบัติงาน

5. การป้องกันสถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค

ผู้รับจ้างต้องไม่นำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณก่อสร้างไปวางกีดขวางการสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไป รวมทั้งไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพดีดังเดิมโดยมิชักช้าและเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

6. การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและใต้ดิน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายใดๆ แก่สิ่งปลูกสร้างบริเวณข้างเคียงและที่อยู่ใต้ดิน เช่น ฐานราก ในระหว่างการทำงานก่อสร้างหากเกิดความเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขให้คืนสู่สภาพดีดังเดิมโดยมิชักช้า ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าการป้องกันที่ผู้รับจ้างได้ทำไว้ไม่ดีพอ ผู้ควบคุมงานอาจมีคำสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นตามที่เห็นสมควร

หมวดที่ 6. เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในงาน

- 1.1 เครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีความสมบัติน้อยและคุณภาพไม่ดีพอหรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้จ่ายเองโดยมิชักช้า
- 1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างให้แก่เจ้าของโครงการหรือวิศวกร ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อประกอบการขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการ โดยมิชักช้า
- 1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้งหรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการหรือผู้ควบคุมงาน

2. เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

3. การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายและความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่องอุปกรณ์มายังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่องอุปกรณ์เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3.3 เมื่อเครื่อง อุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของมอบให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำเข้ยังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

4. การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่อง อุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณที่กว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวกหากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้า เมื่อเครื่อง อุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้ควบคุมงานจะไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ยังบริเวณสถานที่เก็บพัสดุโดยเด็ดขาด

5. การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือชำรุดจนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

6. ตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์

- 6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่ผู้ควบคุมงานต้องการตัวอย่างทุกชิ้นจะส่งคืนให้ผู้รับจ้างก่อนสิ้นสุดโครงการ
- 6.2 ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่าง หรือความเหมาะสม แล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

7. การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

- 7.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ติ ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการ เพื่อขออนุมัติ เป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
- 7.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต
- 7.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

8. รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ยากจะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

9. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคารผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้งและเสริมเพิ่มเติมวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

10. การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อนหรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน เครื่องวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 7. แบบ และหนังสือคู่มือ

1. ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

2. ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่องวัสดุ อุปกรณ์และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเพื่อขอคำวินิจฉัยทันทีโดยผู้ควบคุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หากผู้ควบคุมงานยังไม่แจ้งผลการพิจารณาห้ามผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและผู้ควบคุมงานอาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสมในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญาไม่ได้

3. แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผังเพื่อให้ผู้รับจ้างทราบเป็นแนวทาง และหลักการของระบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

4. แบบใช้งาน (Shop Drawings)

- 4.1 หน้าที่ที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้งยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้ควบคุมงานอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการติดตั้ง
- 4.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
- 4.3 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้นๆ กำกับ
- 4.4 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้หมยกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า
- 4.5 แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสเกลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

- 4.6 ผู้ควบคุมงานมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
- 4.7 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน มิฉะนั้น ค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลง แก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
- 4.8 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากผู้ควบคุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลังผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- 4.9 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้ควบคุมงานจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด
- 4.10 แบบใช้งานที่เสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุด ภายหลังจากได้รับอนุมัติแล้ว ต้องส่งแบบพิมพ์เขียวให้ผู้ควบคุมงานอีก 4 ชุด และอาจขอให้ผู้รับจ้างส่งเพิ่มเติมให้อีกตามความจำเป็น

5. แบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawings)

- 5.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่อง อุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบเป็นระยะๆ
- 5.2 แบบสร้างจริงต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ
- 5.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดผ้าเพดาน การก่อผนังปิดหรือถมดิน
- 5.4 แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้างและส่งให้ผู้ควบคุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานของระบบอย่างน้อย 30 วัน โดยจะต้องส่งมอบแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษสี สามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 4 ชุด และ CD ที่บรรจุแบบสร้างจริง จำนวน 2 ชุดในวันส่งมอบงาน

6. หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

- 6.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบให้เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน
- 6.2 หนังสือคู่มือ จะแบ่งออกเป็น 6 ภาค คือ
 - ภาคที่ 1 ประกอบด้วย เอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (Submittal Data) จำนวน 4 ชุด
 - ภาคที่ 2 ประกอบด้วย แค็ตตาล็อก เครื่อง อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (Installation, Operation and Maintenance Manual) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด
 - ภาคที่ 3 ประกอบด้วย รายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (Test Report) จำนวน 4 ชุด

- ภาคที่ 4 ประกอบด้วย รายการเครื่อง อะไหล่ และข้อแนะนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (Recommend Spare Parts List) จำนวน 4 ชุด
- ภาคที่ 5 ประกอบด้วย รายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น รายเดือน, ทุก 3 เดือน, ทุก 6 เดือน และรายปี
- ภาคที่ 6 คู่มือการใช้งานระบบ (System Operation) จำนวน 4 ชุด
- 6.3 หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้ควบคุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งฉบับจริง จำนวน 4 ชุด

หมวดที่ 8. สายไฟฟ้าแรงสูง

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติ สมรรถนะของสายไฟฟ้าแรงสูง รวมทั้งอุปกรณ์ ซึ่งใช้ในการเดินสายไฟฟ้าแรงสูง รวมทั้งข้อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้น เพื่อให้ถูกต้องและเป็นไปตามระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้า ท้องถิ่น

2. สายไฟฟ้า

- 2.1 สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้เดินลอยบนเสาไฟฟ้าโดยยึดกับลูกถ้วยฉนวน (Insulator) บนเสา ต้องเป็นชนิด Aluminium Conductor Wire ; Space Aerial Cable ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 2.2 สายไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้ร้อยในท่อหรือวางในรางสาย (Wireway) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ตามมาตรฐาน ICEA (Insulated Cable Engineers Association) โดยมีกรรมวิธีการผลิตตามมาตรฐาน NEMA ดังนี้
 - ก. ตัวนำเป็นเส้นลวดทองแดงหลายเส้นรวมกัน (Stranded Wire)
 - ข. รอบๆ ตัวนำพันหุ้มด้วยเทปสารกึ่งตัวนำ (Semi-Conductor) ทำหน้าที่เป็น Conductor Shield
 - ค. รอบๆ ฉนวน XLPE พันหุ้มด้วยฉนวนเทปสารกึ่งตัวนำและแผ่นเทปทองแดงอีกชั้นหนึ่ง ทำหน้าที่เป็น Insulation Shield
 - ง. เปลือกนอกของสาย (Jacket) เป็น Polyethylene

3. การติดตั้ง

- 3.1 สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้เดินลอยบนลูกถ้วยฉนวน ต้องยึดด้วยลวด Preformed ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ และลูกถ้วยฉนวนต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 3.2 สายไฟฟ้าชนิดหุ้มฉนวน XLPE ต้องติดตั้งตามกำหนดดังนี้
 - ก. การตัดต่อหรือแยกสายให้กระทำภายใน Hand hole หรือ Manhole เท่านั้น โดยการต่อตัวนำต้องใช้ปลอกชนิดใช้แรงกดอัดเท่านั้น (Compression Connector) แล้วพันหุ้มส่วนตัวนำด้วยชุดฉนวน (Splicing Kit) ตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำไว้
 - ข. ที่ปลายสายทั้งสองข้างที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ มีกรรมวิธีป้องกันความชื้นแทรกซึมเข้าสู่ภายในสาย โดยใช้ Termination Kit ที่เหมาะสม และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4. การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อทำการทดสอบสายไฟฟ้าแรงสูงที่ติดตั้งแล้วเสร็จ ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าเพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับก่อนดำเนินการจ่ายไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายต่างๆ อยู่ในส่วนความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

หมวดที่ 9. แผงเมนสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วย แผงสวิตช์ ประธานไฟฟ้าปกติ (Main Distribution Board), เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing)

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบ และคำนวณโดยส่งรายการคำนวณให้พิจารณาอนุมัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) 1436-2540 และต้องเป็นชนิด TOTALLY TYPED TEST (LICENSE) แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

Rated System Voltage	:	400/230 Volts
System Wiring	:	3-Phase, 4-Wire, Solid Grounded Neutral
Rated Frequency	:	50 Hz.
Rated Current	:	ตามระบุในแบบ
Rated Short-Time Withstand	:	ไม่น้อยกว่า Rated Short-Circuit
Current (0.5 Second)	:	Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Insulation Level	:	1,000 Volts
Control Voltage	:	240 Volts (AC)
Temperature Rise	:	25 °C Ambient Temp 40 °C
Finishing	:	Enamel Paint

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์ (จะต้องจัดทำเป็น FORM 3B)

3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

ความสูง	:	ไม่เกิน 2,200 มม.
ความกว้าง	:	ระหว่าง 600-1,000 มม.
ความลึก	:	ระหว่าง 800-1,000 มม.

3.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อย 4 ช่องดังนี้

- ก. Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ
- ข. Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือนโดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์
- ค. Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Vertical Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์

- ง. Cable Compartment จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) เข้า-ออกจากแผงสวิตช์ แยกเป็นอิสระออกจากส่วนอื่น แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกันแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้มีการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่าย
- 3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ส่วนฝาทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกันช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้
 - ก. ฝาด้านบนให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรูหรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง
 - ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
 - ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
 - ง. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วย Removable Pin Hinges เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิตช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุงด้านหลังให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง
 - จ. ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock ฝาสำหรับ Metering & Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
- 3.4 การประกอบแผงสวิตช์ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)
- 3.5 การป้องกันสนิมและการทาสี ให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ Electro-gal-Vanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสสี
- 3.6 โครงสร้างของแผงสวิตช์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานมอก. ที่ 1436-2540 และผ่านการทดสอบแล้ว

4. CIRCUIT BREAKER

- 4.1 Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC
- 4.2 Circuit Breaker ที่อยู่ภายใน System เดียวกันและต่อเนื่องกัน มีการทำงานตัดวงจร (Time-Current Curve) สัมพันธ์กัน (Co-Ordination) เพื่อให้ Circuit Breaker ที่อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรก่อน Circuit Breaker ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

- 4.3 Main Circuit Breaker ใช้ระบบ Solid State Trip ประกอบด้วยระบบการทำงาน ดังนี้
- ก. Ground Fault Protection
 - ข. Over current Protection
 - ค. Instantaneous Trip
 - ง. Long Time Delay and Short Time Delay Setting
- โดย Continuous Current Rating Calibrate ที่ 40°C Ambient Temperature และ Interrupting Current Rating ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบเป็นไปตามกำหนดในแบบ
- 4.4 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Type, Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make, Quick-Break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip ขนาด Continuous Current Rating และ Interrupting Current Rating ตามกำหนดในแบบ

5. AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK

- 5.1 Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้า โดย Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC 831
- 5.2 พิกัดของ Automatic Main Capacitor Bank ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้
- Type : Indoor (Dry Metallized Film)
 - Number Of Phase : 3
 - Rated Voltage : 400 V.
 - Rated Frequency : 50 Hz.
 - Rated Output : ตามที่ระบุไว้ในแบบ
 - Switching Step : ตามที่ระบุไว้ในแบบ
 - Power Loss : $< 0.5 \text{ W/KVAR}$
 - Control Voltage : 220 V.
- 5.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง Capacitor Bank ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย Capacitor ย่อย หลายๆ ตัว ยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะ พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมและประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศด้วยพัดลมควบคุมด้วย Thermostat และการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย เป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย
- ก. Fuse Protection ทุก Steps ของ Capacitor Bank
 - ข. Magnetic Contactor (ดูจากแบบ)
 - ค. Discharge Coil (หรือเป็นแบบ Built in ใน Capacitor)
 - ง. KVAR Controller
 - จ. Power Factor Meter
 - ฉ. Indicating Lamp
 - ช. Automatic and Manual Switching Device

- 5.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ Unit, Capacitor Bank ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ Automatic Capacitor Bank ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง Capacitor Bank จะต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 831

6. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 6.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ต โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy Class 1.5
- 6.2 Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่น้อยกว่า 96 มม. สเกลชนิด 90° และ Accuracy Class 1.5
- 6.3 Kilowattmeter ใช้ชนิด 3-Phase Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่น้อยกว่า 96 x 96 มม. สเกลชนิด 90° และ Accuracy Class 1.5
- 6.4 Power-Factor Meter ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่น้อยกว่า 96 x 96 มม. สเกลตั้งแต่ 0.5 Leading ถึง 0.5 Lagging และ Accuracy Class 1.5
- 6.5 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6 วัตต์ 6 โวลต์ พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 6 โวลต์ เพื่อใช้กับหลอดไฟ ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Len ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 6.6 Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Steps สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Steps สำหรับ Amp-Selector Switch

7. BUSBAR และฉนวนยึด

- 7.1 Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้า (Continuous Current-Carrying Capacity) ตามมาตรฐาน DIN 43671, December 1975 ที่ Ambient Temperature 40°C , Conductor Temperature 65°C (Bare Copper Rating) และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral- และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- 7.2 การจัด Busbars ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่าค่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนดให้ Busbar ต้อง Code สี แสดง Phase ต่างๆ เป็นช่วงๆ ตลอดความยาว
- 7.3 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบสองชั้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- 7.4 Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

8. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

- 8.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้
- | | | |
|-----------------------|---|--------------------|
| Current Circuit | : | 4 ตารางมิลลิเมตร |
| Voltage Circuit | : | 2.5 ตารางมิลลิเมตร |
| Control Circuit | : | 1.5 ตารางมิลลิเมตร |
| Ground สำหรับบานประตู | : | 10 ตารางมิลลิเมตร |
- 8.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน สายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- 8.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

9. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

- 9.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรู อย่างแน่นหนา
- 9.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ใดตรงวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใดหรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

10. มิเตอร์ที่ติดตั้งใน MDB และ EMDB ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

คุณสมบัติทั่วไปของมิเตอร์หลัก Main incoming (Digital Metering System)

เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย เพื่อใช้ติดตั้งในส่วน MDB โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในลักษณะ LCD ซึ่งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐาน IEC , VDE และ UL พร้อมสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้

คุณสมบัติทางเทคนิค

1. เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสต่อเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันต่อเฟส, แรงดันเฟสต่อนิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์(แยก L และ C) , เพาเวอร์แฟกเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ ชั่วโมง, กิโลวาร์ ชั่วโมง, ฮาร์โมนิกของกระแสต่อเฟส, ฮาร์โมนิกของแรงดันแต่ละเฟส (%THD), ฮาร์โมนิกของกระแสและฮาร์โมนิกของแรงดัน ในแต่ละลำดับ ไม่น้อยกว่า 50 ลำดับ (Individual Harmonics), flicker according to IEC 61000-4-15, imbalance and asymmetry according to IEC 61000-4-30, sag /swell and Transients(150μs)

2. เครื่องวัดมัลติมิเตอร์สามารถแสดงผลเป็น VGA (300 x 240 pixels) และสามารถแสดงผล Wave form Capture, Graphic representation พร้อมทั้งสามารถบันทึกค่า parameter ต่างๆและค่าเฉลี่ยสูงสุด ในช่วงเวลา 15 นาทีของกิโวลต์ (Demand) ได้ โดยบันทึกที่ตัวเครื่องวัดได้เองซึ่งมีหน่วยความจำ (Memory) ไม่น้อยกว่า 4 MB และต้องรองรับการเพิ่มเติมหน่วยความจำภายนอกได้แบบ SD Card
3. เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 และ ต้องรองรับการเชื่อมต่อ แบบ TCP/IP ได้เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไปๆ ได้
4. เครื่องวัดจะต้องมีโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ MODBUS PROTOCOL โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 57,600 Kbps (RS-485) หรือมากกว่า
5. เครื่องวัดจะต้องรองรับ ANALOG/DIGITAL OUTPUT ได้ในอนาคตไม่น้อยกว่า อย่างละ 4 ชุด เป็นอย่างน้อย

6. ความสามารถในการวัดจะต้องวัดค่าได้ ดังนี้

การวัดค่าแรงดัน (Direct)

VL - N	:	0-300 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
VL - L	:	0-500 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

ต่อผ่าน PT :

Primary	:	Up to 1200 KV
Secondary	:	can be set 1 to 32000

การวัดค่าความถี่

ความถี่ที่วัดได้	:	45-65 Hz หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
วงจรกระแสไฟเข้า	:	(.../5A)
วัดค่ากระแสได้	:	ไม่น้อยกว่า 0-10,000 A

สภาวะแวดล้อม

ทนการทดสอบแรงดันได้	:	Category III-300VAC/520 VAC
PROTECTION CLASS	:	2 หรือ ดีกว่า
ระดับการป้องกัน	:	IP 54 (front) หรือเทียบเท่า
	:	IP 31 (side) หรือเทียบเท่า
อุณหภูมิใช้งาน	:	- 10 ถึง 50°C หรือดีกว่า
ความชื้นสัมพัทธ์	:	95%

ความเที่ยงตรงในการวัด

กระแส	:	$\pm 0.2\%$
แรงดัน	:	$\pm 0.2\%$
POWER	:	$\pm 0.5\%$
Active energy(Kwh)	:	class 0.5

7. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC 664, VDE 0110 และ UL 94 และผู้จัดจำหน่ายต้องได้รับการแต่งตั้งอย่าง เป็นทางการจากผู้ผลิต เท่านั้น

11. มิเตอร์ที่ติดตั้งในส่วน ตู้ (DB) ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

คุณสมบัติทั่วไป (Digital Metering System)

เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย เพื่อใช้ติดตั้งในส่วน DB. และ EDB. โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในลักษณะ LCD ซึ่งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐาน IEC, VDE และ UL พร้อมสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้

คุณสมบัติทางเทคนิค

1. เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสต่อเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันต่อเฟส, แรงดันเฟสต่อนิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์ (แยก L และ C), เพาเวอร์แฟกเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ ชั่วโมง, กิโลวาร์ ชั่วโมง, ฮาร์โมนิกของกระแสต่อเฟส, ฮาร์โมนิกของแรงดันแต่ละเฟส (%THD)
2. เครื่องวัดต้องมีสามารถบันทึกค่า parameter ต่างๆ และค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาทีของ กิโลวัตต์ (Demand) ได้ โดยบันทึกที่ตัวเครื่องวัดได้เอง
3. เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 ได้เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่าง ๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้กันโดยทั่วไป ๆ ได้
4. เครื่องวัดจะต้องมีโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ MODBUS PROTOCOL โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 19,200 Kbps (RS-485) หรือมากกว่า
5. เครื่องวัดจะต้องรองรับ ANALOG/DIGITAL OUTPUT ได้ในขนาดไม่น้อยกว่า 1 ชุด เป็นอย่างน้อย
6. ความสามารถในการวัดจะต้องวัดค่าได้ ดังนี้
การวัดค่าแรงดัน (Direct)

VL - N	:	0-300 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
VL - L	:	0-500 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

ต่อผ่าน PT :

Primary	:	Up to 900 KV
Secondary	:	60,100,110, 120 VAC

การวัดค่าความถี่		
ความถี่ที่วัดได้	:	45-65 Hz หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
วงจรกระแสไฟเข้า	:	(.../5A)
วัดค่ากระแสได้	:	ไม่น้อยกว่า 0-10,000 A

สภาวะแวดล้อม		
ทนการทดสอบแรงดันได้	:	Category III-300VAC/520 VAC
PROTECTION CLASS	:	2 หรือ ดีกว่า
ระดับการป้องกัน	:	IP 51 (front) หรือเทียบเท่า
	:	IP 31 (side) หรือเทียบเท่า
อุณหภูมิใช้งาน	:	- 10 ถึง 50°C หรือดีกว่า
ความชื้นสัมพัทธ์	:	95%

ความเที่ยงตรงในการวัด		
กระแส	:	$\pm 0.5\%$ หรือ ดีกว่า
แรงดัน	:	$\pm 0.5\%$ หรือ ดีกว่า
POWER	:	± 1 หรือ ดีกว่า
Active energy(Kwh)	:	class 1 หรือ ดีกว่า

12. การติดตั้ง

- 12.1 แผงสวิตช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ติดตั้งด้วยน็อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุม ทั้งสี่อย่างแน่นหนา
- 12.2 ในกรณีที่พื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt

13. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

- 13.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 13.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 13.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

หมวดที่ 10. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board), แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard) และสวิตช์ตัดวงจรอื่นๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง (Wall Mounted)

2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)

2.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของ Load แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard) ตามจุดต่างๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ และระบบไฟฟ้าฉุกเฉินตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

ก. การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. ที่ 1436-2540 เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต

ข. ตัวแผงสวิตช์ต้องผลิตจากโรงงานผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้ภายในแผง

ค. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็น Flush Lock และต้องมี Key Lock ด้วย และต้องมี Circuit Directory with Clear Plastic Covering บอก Circuit ต่างๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน

ง. Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type

จ. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี Amp Trip และ Amp Frame ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)

ฉ. Branch Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker, Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Load Schedule และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker

ช. Nameplate แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำการบนแผ่นพลาสติกสีดำเพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

ซ. ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

การติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ แผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนังโดย Expansion Bolts ที่เหมาะสม และต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์

3. แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard)

- 3.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่างๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panelboard Schedule
- 3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
 - ก. Panelboard ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panelboard นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เอิร์ท หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เอิร์ท ตามกำหนดในแบบและ Panelboard Schedule
 - ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
 - ค. Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-on หรือ Bolt-on Circuit Breaker
 - ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี Amp Trip และ Amp Frame ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-ordination)
 - จ. Branch Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating และเป็นแบบ Plug-on หรือ Bolt-on Type มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Panelboard Schedule โดย Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
 - ฉ. Nameplate แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปตามแสดงไว้ในแบบ
 - ช. แผงวงจร ตู้อยู่ทุกตู้ ต้องมีแผงวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดที่บริเวณใดได้ไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- 3.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

4. ISOLATING PANEL BOARD

- 4.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (Standard Product) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ NEMA, ANSI, UL หรือ IEC

4.2 ตัวตู้ (Enclosure)

- ทำด้วยแผ่นเหล็กหนา ไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ผ่านกรรมวิธีล้างสนิม และพ่นสีด้วย Baked Enamel ยกเว้นผิวด้านหน้าของตู้จะต้องทำด้วยแผ่น Stainless No. 304 ความหนาไม่น้อยกว่า 3.2 มม.
- หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ตัวตู้ต้องเป็นแบบฝังผนัง และมีประตูเปิดที่ผิวด้านหน้า พร้อมด้วยกุญแจล็อคประตู
- ในกรณีที่ทำงาน Full Load อุณหภูมิที่ผิวด้านตู้ต้องไม่เกิน 50°C และไม่มีผลทำให้อุปกรณ์ภายใน เช่น หม้อแปลง, Circuit Breaker, Ground Detector เสียหาย

4.3 หม้อแปลง เป็นแบบขดลวด Primary และ Secondary

- มี Electro Static shield ชั้นอยู่ระหว่างขดลวดทั้ง 2 และต่อลง Ground กับตัวตู้
- Electro Static shield ต้องออกแบบให้ป้องกันกระแสลัดวงจร ลดค่าการรบกวนของ Harmonic ระหว่างวงจรทั้ง 2
- ที่ขดลวดของ Secondary จะต้องมีการกระแสรั่วลงดินได้ไม่เกิน 15 Microamps. สำหรับหม้อแปลง 15 และ 25 kVA. และไม่เกิน 10 Microamps. สำหรับหม้อแปลงขนาด 5 kVA.
- ขดลวดสำหรับหม้อแปลงต้องมี Insulation แบบ Class H 55°C
- มี Temperature rise 70°C เหนือ Ambient Temperature
- Sound Level ต้องไม่เกิน 30 dB.

4.4 Circuit Breaker

- ต้องเป็นชนิด 1 Phase 2 Poles
- Minimum Interrupting capacity 10,000A.
- จำนวน Circuit และรายละเอียดอื่นให้ดูจาก Schedule

5. DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH

- 5.1 Disconnecting Switch หรือ Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC Heavy Duty Type
- 5.2 Switch ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็น สวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 5.3 Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไป และตาม NEMA 3R พับจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคาร ให้มีบานประตูเปิดด้านหน้า ซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง Off เท่านั้น
- 5.4 ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือตามขนาด Protecting Equipment ที่ต้นทาง

- 5.5 ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ 4.4
- 5.6 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขาคีโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

6. CIRCUIT BREAKER BOX (Enclosed Circuit Breaker)

- 6.1 ให้ใช้ Molded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating จำนวน Pole ตามระบุในแบบ
- 6.2 Enclosure เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่
 - ก. NEMA 1 พับจาก Sheet Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่วไป
 - ข. NEMA 3R พับจาก Zinc Coated Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร
- 6.3 การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ Flush Mounting สำหรับในอาคารและ Surface Mounted สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด

หมวดที่ 11. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

1.2 ชนิดของสายไฟฟ้า

1.2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2531

1.2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)

1.2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในท่อโลหะหรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 ชนิด THW.

1.2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยว (Single-Core) และตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซี อย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 6, 7, 8 หรือ 14, ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

1.2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรการที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวนพีวีซี สองชั้น ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 9 หรือตารางที่ 15 ชนิด VCT หรือ VCT-GRD

1.2.6 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

1.3 การติดตั้ง

1.3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง. การตัดโค้งหรือออสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

1.3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่ เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงาน ต่อเชื่อมสาย ไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อ สายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดย ต่อผ่าน Terminal Block นี้ Terminal Block ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับการต่อ สายไฟฟ้า ทำด้วยฉนวนไฟฟ้าอย่างดี มีแฉกกันระหว่าง Terminal Block และหมายเลข Terminal กำกับ

1.4 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างดังนี้

- 1.4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ติดตั้งและสวิตช์ต่างๆ อยู่ใน ตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม ในทุกๆ กรณี
- 1.4.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่า ความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม ในทุกๆ กรณี
- 1.4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

หมวดที่ 12. หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิดน้ำมัน (Power Transformer)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการสร้างคุณสมบัติ สมรรถนะ ตลอดจนการติดตั้งและทดสอบ หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ชนิดน้ำมัน (Oil Immersed Type) ชนิดติดตั้งภายนอก (Outdoor Type) บนแท่นคอนกรีต (Pad Mount) พร้อมรั้ว, หลัการและระบบลงดินตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น ตามประเภท ขนาด และจำนวนที่ระบุในแบบและข้อกำหนดนี้

2. มาตรฐาน (Standard)

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังแบบ Oil Immersed ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังนี้

- IEC 76-1 ถึง 76-5 : Power Transformer
- ANSI C57.12.00-1980 : General Requirement for Liquid-Immersed Distribution Power and Regulating Transformer
- ANSI C57.12.10-1977 : Regulating Transformer 230,000 Volts and Below, 833/958 Through 8333/10, 417 kVA. Single Phase, and 750/862 Through 60,000/80,000/100,000 kVA, Three-Phase
- TIS 384-1982 : Standard for Power Transformer

ทั้งนี้ต้องเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าท้องถิ่นด้วย

3. พิกัดทั่วไปของหม้อแปลงไฟฟ้า (Rating)

นอกจากจะได้ระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีพิกัดต่างๆ ดังนี้

- Type : Outdoor Type, Mineral Oil Immersed
- Rated Frequency : 50 Hz.
- Rated Capacity (kVA) : ตามที่ระบุในแบบ
- Cooling Class : Onan
- Rated Primary Voltage : 22 kV., 3-Phase 3-Wire
- Rated Secondary Voltage : 400/230 V. 3-Phase 4-Wire
- HV No-Load Tap Changer : $\pm 2 \times 2.5\%$
- Vector Group : DYN 11
- Load Loss (at 100% PF) : ไม่เกิน 1.5% ที่ Rated Capacity
- No-Load Loss : ให้ระบุในรายงานการทดสอบ

- Impedance Voltage : อยู่ระหว่าง 4-6 %
(at Rated Current)
- HV Rated Insulation Level
Impulse Withstand Voltage (Peak) : 125 kV.
1-Min Power Frequency Withstand : 50 kV.
Voltage (RMS)
- Limit of Temperature Rise
of Winding : ไม่เกิน 65 °C
of Top Oil : ไม่เกิน 65 °C
- Noise Level (ที่ระยะ 1 เมตร) : 60 dB หรือน้อยกว่า

4. โครงสร้าง

- 4.1 Core ต้องเป็น High Grade, Non Aging, Grain-Oriented Silicon Steel ซึ่งมีค่า Permeability สูงและ Loss ต่ำ โดยจัดวางในลักษณะ Lamination และยึดอย่างแน่นหนาแข็งแรง ด้วย Positive Licking Device
- 4.2 Winding ต้องเป็นโลหะทองแดงเคลือบด้วยฉนวนซึ่งสามารถทนต่อ Insulation Level และ Temperature Rise ที่กำหนดได้ การออกแบบสร้างต้องสามารถทนต่อ Mechanical Strength หรือ Thermal Effect อันอาจเกิดจากการ Short Circuit ที่อาจเกิดขึ้นได้ ตัว Core และตัว Winding เมื่อประกอบเข้าด้วยกันจะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งในสุญญากาศเพื่อกำจัดอากาศและความชื้นก่อนจะบรรจุประกอบกับ Oil Tank
- 4.3 Tank และ Cover ต้องทำจากแผ่นเหล็กประกอบขึ้นโดยมีความแข็งแรง สามารถทนต่อความดันของน้ำมันที่บรรจุภายในได้โดยไม่มีการรั่วซึม หรือยุบสลายตัว Cover ต้องยึดแน่นกับตัว Tank ด้วย Bolt อย่างแน่นหนาและมี Sealing Gasket ชนิด Hot Oil Proof Reuseable Type เพื่อป้องกันการรั่วซึมและความชื้น Tank และ Cover จะต้องผ่านกรรมวิธีทำความสะอาด และชุบเคลือบป้องกันสนิม ก่อนทำการทาสีด้วย Epoxy Paint
- 4.4 Transformer Oil จะต้องผ่านการกรองและมี Dielectric Strength เป็นที่ยอมรับหรือตามที่กำหนดโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

5. อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 5.1 Dial Type Thermometer with Maximum Pointer ซึ่งต้องมีอย่างน้อย 2 Changeover Contacts โดยมี 2 Setpoints with Separate Adjustment สำหรับกำหนดค่าอุณหภูมิเพื่อ Alarm และ Trip เมื่อเกิด Over Temperature
- 5.2 Bushing ทั้งด้านแรงสูง และแรงต่ำพร้อม Terminal Connectors ที่เหมาะสมสำหรับติดกับสายไฟฟ้า
- 5.3 Arcing Horn

- 5.4 Oil Level Gauge
- 5.5 Oil Drain Valve และ Plug
- 5.6 Oil Filling Cap
- 5.7 Oil Conservator Tank
- 5.8 Sludge Drain Pipe และ Plug
- 5.9 Dehydrating Breather (Cilica-Gel)
- 5.10 Pressure Relief Vent
- 5.11 Buchholz Relay ชนิด Two-Float Type
- 5.12 Tap Changer แบบ Off-Load Operation
- 5.13 Radiator Fin
- 5.14 Tank Grounding Terminal
- 5.15 Name Plate แสดงรายละเอียดต่างๆ ของหม้อแปลงนั้นๆ
- 5.16 Jacking Facilities
- 5.17 Moving Facilities
- 5.18 Lifting Lug
- 5.19 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

6. การติดตั้ง

ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของเจ้าของโครงการ ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น

7. การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โดยมีรายการทดสอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1. การวัดค่าความต้านทานของขดลวด Measurement of Winding Resistance
2. การวัดค่าแรงดันอิมพีแดนซ์ Measurement of Impedance Voltage
3. การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้ามีโหลด Measurement of Load Loss
4. การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่มีโหลด Measurement of No Load Loss
5. การวัดกระแสไม่มีโหลด Measurement of No Load Current
6. การวัดค่าความต้านทานของฉนวน Measurement of Insulation Resistance
7. การวัดอัตราส่วนของแรงดัน Measurement of Voltage Ratio
8. การตรวจสอบโพลาริตี และกลุ่มแวกเตอร์ Check of Polarity and Vector Group
9. การทดสอบความทนต่อแรงดันเกิน Induced Voltage Test
10. การทดสอบความทนต่อแรงดันจากตัวจ่ายอื่น Applied Voltage Test และหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบ, อนุมัติออกหนังสือรับรองผลการทดสอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่นก่อนจ่ายไฟฟ้าเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

หมวดที่ 13. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียด คุณสมบัติ และการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุม Transfer Switch ตลอดจนถังน้ำมันเชื้อเพลิง
- 1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองนี้ใช้สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินให้แก่อาคารนี้ ซึ่งสภาพแวดล้อมต้องเป็นไปตามกำหนด โดยให้ขนาดกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ ไม่น้อยกว่ากำหนดในแบบที่ 0.8 Power Factor 416/240V, 3-Phase, 4-Wire, 50Hz. ที่ Prime Rating
- 1.3 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะต้องประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองนั้นๆ และจะต้องส่ง Test Report ของเครื่องนั้นๆ มาให้พิจารณาด้วย
- 1.4 ผู้รับจ้างจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็น ถึงแม้ว่าจะไม่ระบุไว้ในแบบหรือข้อกำหนดก็ตาม เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองทำงานได้สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ออกแบบ
- 1.5 จัดหาน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็มถึงน้ำมัน (ทั้ง Storage Tank และ Fuel Day Tank) เมื่อได้ส่งมอบงานแล้ว รวมทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการทดสอบเพื่อส่งมอบงาน
- 1.6 ติดต่อประสานงานกับการพลังงานแห่งชาติ เพื่อขออนุญาตมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และออกใบอนุญาตในนามเจ้าของ
- 1.7 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อติดตั้ง Synchronize เข้ากับไฟฟ้าของการไฟฟ้า เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ให้ครบถ้วนและได้รับอนุญาตให้ใช้งานได้สำหรับโหลด kW Demand
- 1.8 บริษัท ผู้จำหน่ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นทางการ (Authorize distributor) จากบริษัทผู้ผลิตในต่างประเทศ ทั้งเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในการขออนุมัติสั่งซื้อและติดตั้งให้แบบหนังสือแต่งตั้งพร้อมแปลเป็นภาษาไทย

2. เครื่องยนต์ต้นกำลัง

- 2.1 เครื่องยนต์เป็นชนิดใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง สิ่งจรรยาบรรณความร้อนด้วยน้ำทำงานที่ Rated Speed 1,500 รอบต่อนาที พร้อมทั้งมี Turbocharger, Intercool และมีค่า Fuel Consumption ไม่มากกว่า 150 ลิตร/ชั่วโมง ขณะจ่ายโหลด 100%
- 2.2 ขนาดกำลังของเครื่องยนต์จะต้องเป็นขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานตามมาตรฐาน DIN. หรือ SAE. และจะต้องเป็นเครื่องยนต์ที่สามารถควบคุมมลพิษในอากาศ (Exhaust Low Emission) ได้ตามมาตรฐาน TA LUFT หรือ EURO2
- 2.3 ระบบควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ ใช้ Isochronous Governor แบบ Full Hydraulic หรือ Electronic ซึ่งให้ Speed Regulation ไม่เกิน $\pm 3\%$ ของ Rated Speed จาก No-Load ถึง Full Load และ Speed Variation ไม่เกิน $\pm 0.5\%$ ของ Rated Speed ที่ภาวะคงที่ (Steady State)
- 2.4 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์ ให้มี Lubricating Oil Pump เพื่อส่งน้ำมันไปหล่อลื่นส่วนเคลื่อนไหวนานๆ ของเครื่องผ่านไส้กรองน้ำมันแบบ Threaded Spin-On พร้อมทั้งมี Bypass Valve ซึ่งจะทำงานให้น้ำมันหล่อลื่นทำงานได้ปกติเมื่อไส้กรองอุดตัน

- 2.5 ระบบ Inlet Air ใช้ Dry Type Air Filter พร้อม Turbocharger ช่วยอัดอากาศเข้ากระบอกสูบเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์
- 2.6 ระบบระบายความร้อน ใช้ Centrifugal-Type Water Circulating Pump เพื่อส่งน้ำไประบายความร้อนยังฝาสูบ หัวฉีด กระบอกสูบ และส่วนอื่นๆ พร้อมทั้งมี Thermo-Static Valve ช่วยในการรักษาระดับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาวะคงที่ตามที่คุณผลิตแนะนำ การระบายความร้อนของน้ำ ใช้ Radiator และ Blower Fan ซึ่งติดตั้งกับเครื่องยนต์ (Engine Mounted) พร้อมทั้ง Guard ป้องกันส่วนเคลื่อนไหวด้วย
- 2.7 การสตาร์ทเครื่องยนต์ ใช้ DC Motor 24V. โดย Power Supply จาก Lead-Acid Batteries, Heavy Duty, ระบบ Battery Charger ใช้ Power Supply จาก Emergency Bus พร้อม Automatic Battery Trickle Charger และมี DC Alternator สำหรับชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่ขณะเครื่องยนต์ทำงาน
- 2.8 ท่อไอเสียต้องทำจาก Medium Class Black Steel Pipe และต้องหุ้มฉนวนความร้อนพวก Calcium Silicate มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร แล้วหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม (Aluminium Jacket) อีกชั้นหนึ่ง ตลอดความยาวของท่อไอเสีย ท่อไอเสียจะต้องเดินเกาะตามผนังกำแพงโดยให้ปล่องไอเสียอยู่สูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร
- 2.9 การลดเสียงจากไอเสียให้มี Silencer ชนิด Residential Type พร้อมทั้งมี Flexible Exhaust Pipe มีความยาวไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว เป็นตัวต่อเชื่อมระหว่างเครื่องยนต์กับ Silencer
- 2.10 อุปกรณ์เครื่องวัดสำหรับเครื่องยนต์ และระบบควบคุมป้องกันให้อยู่บนตู้ ซึ่งติดตั้งบนตัวเครื่องยนต์ ซึ่งประกอบด้วยอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - ก. Engine Water Temperature
 - ข. Engine Lube Oil Pressure
 - ค. Engine Lube Oil Temperature
 - ง. Engine Running Hourmeter
 - จ. Battery Charging Indicator (Ammeter)
 - ฉ. Engine Fault Indicator ซึ่งทำให้เครื่องยนต์ Shut-Down ประกอบด้วย
 - (1) Low Lubricating Oil Pressure
 - (2) Hi Jacket Water Temperature
 - (3) Engine Overspeed
 - (4) Engine Overcrank

ระบบสัญญาณเหล่านี้จะต้องมี Auxiliary Contact เพื่อ Remote ไปยัง Control Panel อื่นได้

3. GENERATOR

- 3.1 Generator ต้องเป็นแบบ Brushless, Revolving Field Type ต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์ต้นกำลัง โดยผ่าน Flexible Laminated Steel Disk หรือวิธีอื่นที่คุณผลิตแนะนำ และต้องติดตั้งบนฐานเหล็กกันเดียวกัน

- 3.2 ฉนวนของขดลวดสำหรับทั้ง Rotor และ Stator ให้มีความทนทานต่อ Temperature Rise ตาม MEMA. Standard, Class F และ H
- 3.3 Rotating Brushless Exciter ประกอบ Full Wave, Three Phase Rotating Rectifier พร้อมทั้ง Selenium Surge Protection หรือ Permanent Magnet
- 3.4 การควบคุมแรงดันไฟฟ้า ต้องใช้ Automatic Voltage Regulator แบบ Electronic Scr Control และต้องมี Electronic Interference Filter ให้มีความสามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ดังนี้
 - ก. Voltage Regulation ไม่เกิน $\pm 1\%$ ของ Rated Voltage จาก No Load ถึง Full Load
 - ข. Voltage Stability ไม่เกิน $\pm 0.5\%$ ของ Rated Voltage ที่ Steady State
 - ค. Voltage Dip ไม่เกิน 20% ของ Rate Voltage เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง Load 80 % ของ Rate Load และ Recovery Time ไม่เกิน 4-5 วินาที

4. ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)

- 4.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติประกอบด้วยระบบ Start-Stop เครื่องยนต์อัตโนมัติ ระบบ Automatic Transfer Switch
- 4.2 การ Start-Stop เครื่องยนต์อัตโนมัติ ให้มีคุณสมบัติดังนี้
 - ก. เมื่อการสั่งสตาร์ทเครื่องยนต์แล้วเครื่องยนต์ไม่ทำงาน ให้สั่งสตาร์ทใหม่จนครบอย่างน้อย 3 ครั้ง ถ้าเครื่องยนต์ยังไม่ทำงาน ให้มีสัญญาณเสียงและแสง
 - ข. ในกรณีภาวะปกติ ให้เครื่องยนต์สตาร์ทหุ้่นเครื่องทุกๆ 7 วัน ครั้งละ 15-30 นาทีโดยสามารถตั้งได้ในภายหลัง ทั้งนี้จะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยัง Load เว้นแต่ในขณะนั้นไฟฟ้าของการไฟฟ้าขัดข้อง จึงจะจ่าย Load โดยทันที จนกว่าจะเข้าสู่ภาวะปกติของไฟฟ้า
 - ค. ให้เตรียม Selector Switch Autocatic-Off-Test สำหรับระบบด้วย
 - ง. จัดหา Auxiliary Relay พร้อมเดินสายไฟฟ้าควบคุมรื้อยท่อไฟฟ้าไปยังตู้ไฟฟ้าเมนใหญ่ในห้องไฟฟ้าเมนใหญ่ เพื่อให้สัญญาณกับตู้ไฟฟ้าเมนใหญ่ ทราบว่าระบบไฟฟ้าที่จ่ายในขณะนั้นรับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าปกติหรือระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน และแสดงว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในขณะนั้นกำลังทำงานหรือหยุด
- 4.3 Automatic Transfer Switch จะต้องเป็นชนิด CTTS มีคุณสมบัติดังนี้
 - 4.3.1 คุณสมบัติทั่วไป
 - ก. CTTS ทุกชุดจะต้องถูกติดตั้งโดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของฟักัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ CTTS ทุกชุดประกอบด้วยสวิตช์โอนถ่าย แผงควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับการ ทำงานโดยอัตโนมัติอุปกรณ์ทั้งสองต้องผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน
 - ข. ในกรณีที่มิไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟทั้งสองพร้อมกันในระดับแรงดันและความถี่ที่ถูกต้อง และยอมรับได้ CTTS จะต้องสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยภาระไฟฟ้า จะต้องได้รับกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและไม่มีการขาดช่วงด้วยวิธีการโอนถ่ายแบบเชื่อมขนานแหล่งจ่ายไฟ (Closed Transition - Make

Before Break) โดยช่วงเวลาในการขนานต้องไม่เกิน 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) และในกรณีที่มิใช่ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียว CTTS จะสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าในลักษณะปลดการเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟแรกก่อนการโอนถ่ายสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านได้ด้วย (Open Transition - Break Before Make) และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 1/10 วินาที

- ค. CTTS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมต้องผลิตให้สอดคล้อง หรือผ่านการทดสอบ และยอมรับมาตรฐานต่อไปนี้
 1. UL1008 - Standard for Automatic Transfer Switches
 2. IEC 60947 - 6-1

4.3.2 รายละเอียดกลไกของตัวสวิตช์ (Transfer Switch)

- ก. ตัวสวิตช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีการทำงานในการสั่งการด้วยไฟฟ้าและมีการล็อกตำแหน่งและกีดหน้าสัมผัสในทางกลับหลังจากการหยุดจ่าย ไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer)
- ข. สวิตช์ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 600A. ขึ้นไปต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสสับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกด เพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง
- ค. ในกรณีที่แบบระบุให้มีการโอนสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัด โดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer and Re-Transfer) สายศูนย์ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินต้องถูกต่อเชื่อมถึงกัน จนกว่าการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านเสร็จสิ้น (Overlapping Neutral) การเชื่อมกันของสายศูนย์นี้ต้องเกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) ไม่อนุญาตให้ใช้สวิตช์ที่ไม่สามารถโอนถ่ายสายศูนย์ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้

4.3.3 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ (Control Panel)

- ก. แผงวงจรควบคุมสวิตช์ทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา และมีหน้าจอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆ ได้โดยใส่รหัสผ่าน

- ข. หน้าจอของแผงควบคุม (Control Panel) จะแสดงค่าเปรียบเทียบของแหล่งจ่ายไฟสองแหล่งเพื่อทำการขนาน (Closed Transition) ขณะมีแหล่งจ่ายไฟทั้งสองแหล่ง หรือแหล่งจ่ายไฟปกติกลับมาเหมือนเดิม
- ค. แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ Inphase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้า ปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน (เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน Emergency to Normal) แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้ และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิตช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว
- ง. การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมสวิตช์มี ดังนี้
- การตรวจจับแรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟเมื่อ
1. Normal Source Voltage Drop -Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน
 2. Normal Source Voltage Pick -Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน
 3. Emergency Source Voltage Drop - Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งาน
 4. Emergency Source Voltage Pick - Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งาน
 5. Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-6 วินาที เพื่อหน่วงเวลาสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานขัดข้อง
 6. Normal - to - Emergency Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60นาที่ เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินทำงาน
 7. Emergency - to - Normal Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที่ เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานหลังจากที่แรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ
 8. Engine Cool - Down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที่ เพื่อหน่วงเวลาการดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานแล้ว
 9. Engine Exerciser
 - สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และวันภายในสัปดาห์
 - สามารถโปรแกรมในการเดินเครื่องยนต์ทำงานได้ถึง 7 โปรแกรม
 - เมื่อเครื่องยนต์ทำการทดสอบแล้วก็สามารถโปรแกรมให้มีการโอนถ่ายโหลด (Load) หรือไม่โอนถ่ายโหลดได้

- จ. CTTS ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบการทนกระแส (WITHSTAND AND CLOSING TEST) ตามมาตรฐาน UL1008 ซึ่งระบุเวลาในการทนกระแสลัดวงจรได้ 1 1/2 และ 3 ไส้เคลือบ ไม่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ใดๆ ที่ไม่ผ่านการทดสอบดังกล่าว
- ฉ. โรงงานผู้ผลิต CTTS จะต้องผ่านมาตรฐาน ISO9001 (ISO9001 International Quality Standard)

4.4 การเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าท้องถิ่น

- ก. จะต้องเป็นไปตามระเบียบว่าด้วยการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าท้องถิ่น ซึ่งประกาศใช้เมื่อ 1 เมษายน 2535 หรือฉบับล่าสุด
- ข. ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบรายละเอียดแสดง Single Line Diagram และอุปกรณ์การจ่ายไฟฟ้า
- ค. การเชื่อมโยงต้องไม่เป็นการจ่ายไฟฟ้าที่มีรูปแบบ Automatic Reclosing Sectionalizer
- ง. ระบบรีเลย์ป้องกันความเสียหายต่อระบบของการไฟฟ้าท้องถิ่น จะต้องมีส่วนดังนี้
 - Synchronizing Check Relay
 - Overfrequency and Underfrequency Relay
 - Overcurrent Relay
 - Directional Overcurrent Relay
 - Overvoltage and Undervoltage Relay
 - Ground Overcurrent Relay
 - Zero-Sequence Overvoltage Relay

เพื่อป้องกันการลัดวงจรอันเนื่องมาจาก Automatic Reclosing ของการไฟฟ้าท้องถิ่นทำงาน สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติของอาคารซึ่งทำหน้าที่ Synchronize จะต้องปลดวงจรออกทันทีที่ไฟจากการไฟฟ้าดับ เพื่อเข้าสู่สภาวะการทำงานของ Generator เมื่อไฟฟ้าดับ

5. แผงควบคุมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator Control Panel)

- 5.1 ความต้องการด้านพิภัก การออกแบบ และการสร้าง ให้ยึดถือเช่นเดียวกับข้อกำหนดของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เว้นแต่แผงควบคุมนี้ได้ออกแบบ และสร้างเป็นมาตรฐานมาจากโรงงานของผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในต่างประเทศ
- 5.2 อุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker
- 5.3 แผงควบคุม Generator ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - ก. Digital Meter
 - ข. แอมมิเตอร์ DC
 - ค. Automatic Voltage Regulator
 - ง. Speed Adjustment Switch (or Potentiometer)
 - จ. Circuit Breaker, Molded Case Type
 - ฉ. Engine Automatic Start-Stop พร้อม Selector Switch auto Off-Test

6. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชุดต้องมีถังน้ำมันประจำชุดเป็น Day Tank ที่มีขนาดความจุมากพอที่ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายโหลด 100% ตามพิกัด ได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง และตามที่กำหนดในแบบพร้อมทั้งปั๊มน้ำมันชนิดใช้มือหมุน ถังน้ำมันจะต้องทาสี Enamel ชนิดที่ทนการกัดกร่อนจากน้ำมันได้อย่างน้อย 2 ครั้ง เฉพาะภายนอกถังน้ำมัน โดยเฉพาะถังเก็บน้ำมันใต้ดินจัดให้มีระบบตรวจวัดการรั่วของถัง และระดับน้ำมันในถัง เพื่อส่งสัญญาณมาแสดงที่ห้องวิศวกร ชั้น 2

ในการปั๊มน้ำมันจากถังเก็บใต้ดินไปยัง Day Tank ให้ใช้เครื่องปั๊มชนิดเกียร์ปั๊มโดยมีคุณสมบัติดังนี้

- อัตราการสูบ 1 ลูกบาศก์เมตร/ชม. ที่ความสูง 34 เมตร
- ขนาดท่อทางดูดและท่อทางส่ง Dia. 1" x 1"
- ตัวปั๊มออกแบบเป็นแบบ Back Pullout Design
- ชุดเฟืองเกียร์เป็นแบบอยู่ภายใน (Internal Gear)
- ตัวเรือน (Casing) เป็น เหล็กหล่อ (Cast Iron)
- ROTOR/IDLER เป็น เหล็กหล่อ (Cast Iron)
- เพลา (SHAFT) เป็น สแตนเลส เกรด St. 60.2

7. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- 7.1 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่ว่าจะวัดจากด้านใด ระบบระบายอากาศต้องติดตั้งขนาดไม่เล็กกว่าที่ระบุในแบบ แต่ต้องทำให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอ เพื่อรักษาอุณหภูมิในห้องขณะเดินเครื่องไม่ให้เกินประมาณ 45 องศาเซลเซียส
- 7.2 ผนังด้านในทุกด้าน ยกเว้นส่วนที่เป็นช่องลมประตูให้บุด้วยแผ่นใยหินชนิดแข็ง (Mi-Neral Fiber Mat) ความหนาแน่นอย่างน้อย 80 Kg/M³ ที่ความหนา 100 มม. แล้วบุด้วยแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Glass Fiber Coated) หนา 0.8 มม. เพื่อป้องกันใยหลุดปลิว โดยยึดเข้ากับผนังหรือเพดานด้วยหมุดยาวเป็นระยะห่างกันประมาณ 20 ซม.
- 7.3 เพดานด้านใน หากไม่มีฝ้าแบบกันเสียง ให้ทำเหมือนผนัง ดังข้อ 7.2
- 7.4 ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์และช่องลมออกของพัดลมระบายอากาศ Attenuators ที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากล เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้
- 7.5 กรอบประตู ให้ใช้กรอบเหล็กอบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน บานประตูเป็นเหล็กอบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน แผ่นเหล็กมีความหนาเพียงพอ ในบานประตูระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองใส่ใยหินชนิดแข็ง ชนิดเดียวกันกับข้อ 2 เพื่อกันเสียงออกได้ ที่กรอบบานประตูด้านใน ใส่ยางรอบ เพื่อกันเสียงออก ประตูนี้จึงให้ทำเป็นประตูกันเสียง (Acoustic Door)

- 7.6 ผู้ขายและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นผู้จัดทำระบบควบคุมความดังของเสียงรวมทั้งประตูและระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอขณะเดินเครื่อง ต้องรับประกันทำให้อุปกรณ์ทั้งหมดทำงานได้ดีสมบูรณ์ และป้องกันเสียงออกได้ ตามที่ระบุ โดยจะต้องจัดทำเพิ่มเติมให้ตีพอดโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่ม
- 7.7 แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E-84 หรือเทียบเท่า เช่น ของ Keumkang Fiber, Kimm Co Fiber, และ CSR Bradford เป็นต้น ส่วนแผ่นใยแก้วต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟ ตามมาตรฐาน BS476 หรือเทียบเท่า

8. การติดตั้ง

1. ต้องจัด Vibration Isolator ชนิดสปริงหรือวัสดุอื่นที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำให้ใช้สำหรับรองรับแท่นเครื่อง
2. ฐานคอนกรีตรองรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องแข็งแรงและเหมาะสมเมื่อนำเครื่องไปวางต้องง่ายแก่การบำรุงรักษา เช่น การถ่ายน้ำมันหล่อลื่น
3. ท่อไอเสียต้องหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน แรงดันไอเสียภายในท่อไอเสียต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ใน Engine Data Sheet
4. ต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมทั้งระบบการระบายความร้อนและระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้สมบูรณ์ใช้งานได้
5. จัดหาและติดตั้ง Gravity Shutter ขนาดที่เหมาะสม
6. ให้มีระบบ Charge ไปเข้า Battery จาก Emergency Panel Board ทั้งในเวลาปกติและเมื่อไฟดับ

9. การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานและสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเดินเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ 80% Rated เป็นเวลา 1 ชั่วโมงติดต่อกัน แล้วเพิ่มเป็น 100% Rated อีก 3 ชั่วโมง แล้วเพิ่มขึ้นที่ 110% Rated อีก 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายต่างๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้รวมอยู่ในรายการนี้ด้วย

จากนั้นให้ทดสอบ Single Step Load Acceptance Test จาก 0% เป็น 100% โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องสามารถรับ Single Step Load ได้ถึง 100% โดยพิจารณา

- ก. Speed Regulation
- ข. Dip Voltage และ
- ค. Voltage Regulation

10. การบริการ

- 10.1 ต้องจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมช่างเทคนิคผู้เกี่ยวข้องในการอบรมเครื่องให้สามารถใช้เครื่องได้และสามารถบำรุงรักษาเครื่องได้อย่างถูกต้อง
- 10.2 จัดมอบหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องและหนังสือแสดงชิ้นส่วนเครื่องยนต์ จำนวน 4 ชุด
- 10.3 ต้องจัดมอบอะไหล่สำหรับซ่อมบำรุงที่เป็นดังนี้
 - ก. 2 ชุด ใส่กรองอากาศต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - ข. 2 ชุด ใส่กรองน้ำมันเครื่องต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- ค. 2 ชุด ไล์กรอง Bypass ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ง. 2 ชุด ไล์กรองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- จ. 2 ชุด Corrosion Resistor ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

หมวดที่ 14. SURGE PROTECTIVE DEVICES (SPD.)

1. ANSI/IEEE STANDARD

1.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดทางเทคนิคของ SPD. นี้ใช้สำหรับกระจายกระแสไฟฟ้า ที่มีพลังงานเล็งจสูงใช้ต่อขนานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ

1.2 มาตรฐาน

อุปกรณ์ของ SPD. จะต้องออกแบบผลิตและทดสอบให้เป็นตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1.2.1 ANSI/IEEE C62.1, C62.41 และ C62.45

1.2.2 NFPA 20, 70, 75 และ 78

1.2.3 UL 1449, UL 1283

1.3 ลักษณะระบบ

ความต้องการตามสภาวะสิ่งแวดล้อม

1.3.1 อุณหภูมิที่ใช้สำหรับเก็บไว้ใช้งาน -55° ถึง $+85^{\circ}\text{C}$ (-67° ถึง $+185^{\circ}\text{F}$)

1.3.2 อุณหภูมิทำงาน จะต้องอยู่ระหว่าง -40° ถึง 50°C (-40° ถึง $+122^{\circ}\text{F}$)

1.3.3 ความชื้นสัมพัทธ์ จะต้องอยู่ระหว่าง 0% ถึง 95% ไม่ควมนั่นเป็นหยดน้ำ โดยสัมพันธ์กับความชื้น

1.4 ระดับเสียง

ระดับเสียงที่ได้ยิน จะต้องน้อยกว่า 45dBA. ที่ระยะ 1.5 เมตร

1.5 ความสูง

ระบบจะต้องทำงานที่ความสูงได้ถึง 12,000 ฟุต เหนือระดับน้ำทะเล

1.6 ความต้องการทางไฟฟ้า

ทำงานที่ระบบแรงดัน 380/220V 3 เฟส 4 สาย สายดิน 1 เส้น แรงดันต่อเนื่องสูงสุด SPD. จะต้องทำงานที่แรงดันต่อเนื่องสูงสุดไม่เกิน 110% ของ Nominal voltage

1.7 ความถี่

SPD. จะต้องทำงานที่ความถี่ 47 ถึง 63 เฮิรท์

1.8 PROTECTION MODE

SPD. จะต้องทำงานได้ตาม Mode ดังนี้ Line to Ground และ Neutral to Ground

1.9 พิกัดสมรรถนะ

SPD. อ้างอิงตามรูปคลื่น 8 x 20 us จะต้องทำงานที่

● สำหรับ Main DB ไม่น้อยกว่า 160 kA.

● สำหรับ Branch ไม่น้อยกว่า 80 kA.

1.10 การรับประกัน

ผู้ขายจะต้องรับประกันอุปกรณ์ SPD อย่างน้อย 1

1.11 การผลิต (Production)

- 1.11.1 ส่วนประกอบ ระบบ SPD. จะต้องเป็น โลหะ Oxide ที่เรียงกันแบบสมมาตรและสมดุลย์ โครงสร้างใช้โมดูลชนิด กระจ่ายกระแสไฟฟ้า แต่ละโมดูล จะต้องมียึดอย่างน้อยที่สุด 25 kA บนพื้นฐานของคลื่นมาตรฐาน 8 x 20 ไมโครวินาที แต่ละโมดูลจะต้องทนพัลส์ 10 kA. มากกว่า 1,000 ครั้ง ตาม IEEE C62.41 Category 4C
- 1.11.2 การต่อ จุดต่อสายจะต้องจัดให้ สำหรับต่อเฟสและกราวนด์
- 1.11.3 สิ่งห่อหุ้ม จะต้องเป็นชนิด Heavy duty NEMA12 ป้องกันฝุ่น

1.12 อุปกรณ์ประกอบ

- 1.12.1 สิ่งแสดงบอกภาวะ จะต้องเป็น Indicator สีแดงและเขียว และมีแสงสีแดงติดขึ้นมาแสดงว่า โมดูล กระจ่ายกระแสไฟฟ้า 1 โมดูล หรือมากกว่า จะต้องซ่อมทดแทนต่อไป
- 1.12.2 Audible Alarm เมื่อโมดูลเสีย จะต้องส่งเสียง Alarm เตือน จะต้องมียึดสำหรับปิดเสียง และมีสวิตช์กดสำหรับทดสอบ Alarm function ทั้งสวิตช์ และ Alarm จะต้องอยู่บนฝาหน้า ของอุปกรณ์

1.13 ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

- Innovative Technology
- MUG

2. มาตรฐาน

IEC 1024-1, IEC1312-1, VDE0675

ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลैंจจากฟ้าผ่า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันกระแสฟ้าผ่าและแรงดันลैंจ เนื่องจากฟ้าผ่า และการลัดวงจรซึ่งเป็นอุปกรณ์แต่ละแบบขึ้นกับลักษณะการติดตั้ง ดังนี้

1. SPD1 (Lightning Current Arrester)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสฟ้าผ่า (Coarse Protection : LPZ 0 – LPZ 1) ใช้ติดตั้งที่ Main Distribution Board : MDB มีลักษณะอุปกรณ์เป็น Arc Quenching spark gap ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทนและสามารถดับกระแสไหลตาม (Line-follow Current) ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้

Technical Data

Arrester Class	II
Nominal Voltage	230 Vac/50 Hz. Up to 255 Vac/50 Hz.
Arrester Voltage	≥ 330 Vac/50 Hz.
Lightning test current (10/350 μ s) acc. To IEC 1024-1	50 kA per phase
Quenching Short Circuit at U_n without backup fuse	50 kA _{rms}

Protection level	$\leq 1.5 \text{ Kv.}$
Response time	$\geq 1 \mu\text{s}$
Protection	IP 20

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง Lightning Current Arrester ระหว่าง L-G และ N-G ที่ Main Distribution Board (MDB) และให้มี Back up fuse ขนาดเท่ากับขนาดกระแสของ Main CB/1.6 แต่ไม่เกิน 250A gL(หรือขนาดระบุตามแบบ) ระหว่างสายเฟส (L) และ Arrester

2. SPD2 (Surge Voltage Arrester)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันระดับกลาง (Medium Protection: LPZ1 - LPZ2) ใช้ติดตั้งที่ Sub Distribution Board ทำหน้าที่ดักแรงดันลျี่จที่หลงเหลือจาก SPD1 Arrester Class II โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1. ส่วน Base Element
2. ส่วน Plug Unit แบ่งออกเป็น 2 ส่วน
 - 2.1 MOV ติดตั้งระหว่าง L1, L2, L3 - N
 - 2.2 Spark ติดตั้งระหว่าง Gap N - G

ส่วน Base Element เป็นส่วนที่เป็นชุดฐาน 4 Pole เพื่อติดตั้งสายและเป็นฐานเพื่อติดตั้งชุด Plug Unit และจะต้องมีการ Code อุปกรณ์เพื่อป้องกันการใส่ Plug Unit ที่เป็นระดับแรงดันอื่น

ส่วน Plug Unit เป็นส่วนที่ใช้เป็น Surge Voltage Arrester มีองค์ประกอบหลักเป็น MOV สำหรับ L - N และ SPARK GAP สำหรับ N - G ชุด Plug Unit จะต้องมึ Indicator แสดงว่าอุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพใช้งานได้, กรณีที่ Plug Unit ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้ Indicator จะแสดงคำว่า "Defect" หรือ อื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่า Plug Unit นั้น ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้แล้ว ในขณะเดียวกัน Arrester จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการลัดวงจร

Technical Data ของ item 2.1

Arrester Class	C
Nominal Voltage Un	230 Vac
Arrester Rated Voltage Uc	275 Vac
Nominal discharge Surge Current Isn (8/20 μs)	20 kA per phase
Max discharge Surge Current Imax (8/20 μs)	40 kA per phase
Leakage Current	$\leq 0.3 \text{ mA.}$
Response time	25 ns
Protection level (5 kA)	$\leq 1000 \text{ V.}$
Protection level with Isn (20 kA)	$\leq 1500 \text{ V.}$
Protection type	IP 20

Technical Data ของ item 2.2

Arrester Class	II/C
Nominal DC. Spark Over Voltage	500 V. $\pm$ 20%
Arrester Rated Voltage U_c	$\geq$ 260 Vac
Lightning Test Current (10/350)	$\geq$ 12 kA / 6As
Nominal discharge Surge Current I_{sn} (8/20 μ s)	20 kA per phase
Max discharge Surge Current I_{max} (8/20 μ s)	40 kA per phase
Quenching short circuit without backup fuse	$\geq$ 200 A. rms
Response time	$\leq$ 100 ns
Protection level	$\leq$ 1 kV.
Protection type	IP 20

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง Surge Voltage Arrester 4 Pole ขนานระหว่าง L-N และ N-G ที่ Sub Distribution Board (MDB) ให้มี Back up fuse ขนาด 125A gL ในกรณีที่ Main CB มีขนาดมากกว่า 125A ระหว่างสายเฟสและ Arrester

ทั้งนี้ระยะระหว่าง SPD1 และ SPD2 จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 10 เมตร

ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

- DEHN
- PHOENIX CONTACT
- CIRPROTEC
- LEUTROW

หมวดที่ 15. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดทาสต็อก อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ขูบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- 2.1 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 348
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในผนังหรือพื้น หรือเข้า-ออกจากแผงไฟฟ้า แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน 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) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Eervice Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การติดตั้งท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วน หรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร