

รายการประกอบแบบงานไฟฟ้า
งานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน

หมวดที่	รายละเอียด	หน้าที่
1	ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้าและรายละเอียดทั่วไป	1-2
2	ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control)	1-4
3	เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และ อุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device)	1-4
4	โคมไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Fixture)	1-5
5	สายไฟฟ้า (Electric Cable System)	1-5
6	ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit for Electrical Systems)	1-5
7	รางเคเบิล	1-3
8	กล่องและอุปกรณ์ประกอบสำหรับงานระบบไฟฟ้า (Boxes For Electrical System)	1-6
9	การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)	1-2
10	ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)	1-5
11	บัญชีรายชื่ออุปกรณ์และวัสดุมาตรฐาน (Vendor List)	1-3
งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน		



รายการประกอบแบบระบบไฟฟ้า

หมวดที่ 1: ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้าและรายละเอียดทั่วไป

1. ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างต้องทำการจัดหาพร้อมติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์งานระบบไฟฟ้า หรือระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับงานปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดรายละเอียดของรายการตามสัญญา ตำแหน่งติดตั้งตามที่กำหนดในแบบอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมนอกจากนี้อาจจะมีบางจุดที่จำเป็นต้องจัดหาติดตั้งเพิ่มเติมให้งานไฟฟ้าเรียบร้อยสมบูรณ์และเป็นไปตามหลักวิชาการ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้นโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ งานเตรียมพื้นที่โดยการ รื้อถอน หรือรื้อย้ายวัสดุอุปกรณ์ (ตามที่กำหนดไว้ในแบบ) และติดต่อประสานกับผู้ควบคุมงานเพื่อให้ระบุที่เก็บหรือทิ้ง

1.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย

1.2.1 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งหลอดไฟฟ้าแสงสว่าง LED ทดแทนของเดิม จำนวน 253 ชุด และอุปกรณ์ประกอบ ตามที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบแบบให้แล้วเสร็จสมบูรณ์

1.2.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งโคมไฟฟ้าแสงสว่าง LED Street Light จำนวน 14 ชุด พร้อมอุปกรณ์ประกอบ ตามที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบแบบให้แล้วเสร็จสมบูรณ์

1.2.3 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งตู้ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างลานจอดพร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด ตามที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบแบบให้แล้วเสร็จสมบูรณ์

1.2.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งท่อสำหรับร้อยสายไฟฟ้าของใหม่พร้อมสายไฟฟ้าจากตู้ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด ของใหม่ ไปยัง โคมไฟฟ้าแสงสว่าง LED ของใหม่ และโคมไฟฟ้าแสงสว่าง LED Street Light ตามที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบแบบให้แล้วเสร็จสมบูรณ์

1.2.5 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งสายสัญญาณของใหม่จากตู้เมนระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างลานจอดอากาศยานของเดิม ภายในห้องควบคุมอาคารผู้โดยสาร ไปยังตู้ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างลานจอดของใหม่ ตามที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบแบบให้แล้วเสร็จสมบูรณ์

1.3 อื่น ๆ ตามที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบแบบ

1.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ จัดทำบัญชีรายการอุปกรณ์ที่รื้อถอนและส่งคืนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่รื้อถอนให้แก่ ทอท.

2. มาตรฐานที่กำหนด

2.1 มาตรฐานของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย วัสดุอุปกรณ์ใด ๆ ที่ใช้ในงานนี้หากมิได้กำหนดมาตรฐานไว้ในหมวดอุปกรณ์ หรือกำหนดเป็นอย่างอื่น ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

 2.1.1 NEMA...

2.1.1 NEMA (National Electrical Manufacturers Association)

2.1.2 VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker)

2.1.3 IEC (International Electrotechnical Commission)

2.1.4 BS (British Standard)

2.1.5 UL (Underwriter's Laboratories Inc.)

2.1.6 ASTM (American Society for Testing and Materials)

2.1.7 ANSI (American National Standards Institute)

2.1.8 NEC (National Electrical Code)

2.1.9 JIS (Japanese Industrial Standards)

2.1.10 DIN (Deutscher Institute Norms)

2.1.11 JIS (Japanese Industrial Standards)

2.1.12 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

2.1.13 มาตรฐานเทียบเท่าที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจาก ทอท.

2.1.14 วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาติดตั้งในงานระบบไฟฟ้าจะต้องเป็นของใหม่ 100% อยู่ในสภาพดีเรียบร้อยสมบูรณ์ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

2.2 มาตรฐานการออกแบบ การประกอบ การทดสอบ และวิธีการติดตั้ง ที่ใช้ในงานปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ทำอาภาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย กรณีที่มีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปของระบบไฟฟ้าและสื่อสารจะต้องได้รับการออกแบบ การประกอบ การทดสอบ และวิธีการติดตั้ง ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

2.2.1 NEC (National Electrical Code)

2.2.2 IEC (International Electrotechnical Commission)

2.2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

2.2.4 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ฉบับปรับปรุงล่าสุด(EIT Standard 2001-56)

2.2.5 กฎหรือประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

2.2.6 การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

2.3 กรณีต้องทดสอบคุณภาพวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานให้ทดสอบในสถาบันหนึ่งสถาบันใดดังต่อไปนี้

2.3.1 กรมวิทยาศาสตร์กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.3 คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

2.3.4 สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจาก ทอท.



หมวดที่ 2 : ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control)

1. วัตถุประสงค์

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ การผลิต และการติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control) สำหรับงานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย จำนวน 1 งาน

2. มาตรฐานที่กำหนด

2.1 อุปกรณ์ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control) ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน KNX หรือ EIB

2.2 กรณีมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปของระบบไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบการประกอบการทดสอบและวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังต่อไปนี้

2.2.1 MEA – Metropolitan Electricity Authority

2.2.2 NFPA – National Fire Protection Association

2.2.3 IEC – International Electro Technical Commissions

2.2.4 IEEE – (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

2.2.5 มอก. – สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.2.6 วสท. – มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุด

3. ขอบเขต

3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งตลอดจนการทดสอบระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control) ตามข้อกำหนดจนแล้วเสร็จ และส่งมอบตามสัญญา

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ติดตั้ง, วางแผนการติดตั้งและแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ในการติดตั้งให้สำเร็จลุล่วง

3.3 ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งเอกสารดังต่อไปนี้เพื่อขออนุมัติ

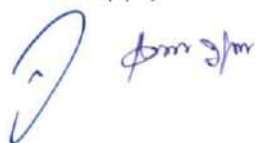
3.3.1 เอกสารแสดงรายละเอียดทางเทคนิค, แคตตาล็อกและ Drawing ของอุปกรณ์ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control)

3.3.2 เอกสาร Inspection, Test procedures and Test reports

3.3.3 และอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งและทดสอบ

4. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

4.1 อุปกรณ์ Power Supply แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างชนิด Integrated Choke มีคุณสมบัติดังนี้



4.1.1 Power...

- | | |
|-------------------------------|---|
| 4.1.1 Power Supply | : 230 Vac, 50 Hz หรือดีกว่า |
| 4.1.2 EIB/KNX Nominal Voltage | : 30 Vdc, SELV |
| 4.1.3 Nominal Current | : 320mA หรือ 640mA |
| 4.1.4 EIB/KNX Output | : ไม่น้อยกว่า 1 Line with Integrated Choke |
| 4.1.5 Display Elements | : Green LED for Normal Operation
: Red LED for Overload or Short Circuit |
| 4.1.6 Bus Line Output | : Bus Connection Terminal (Black/Red) |
| 4.1.7 Type of Protection | : ไม่น้อยกว่า IP20 |

4.2 อุปกรณ์ Switch Actuator ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด โดยรับคำสั่งจาก Input ต่าง ๆ ทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 4.2.1 Rated Output Voltage | : 250 Vac หรือดีกว่า |
| 4.2.2 Rated Current | : ไม่น้อยกว่า 16A |
| 4.2.3 Number of Contacts | : ไม่น้อยกว่า 4 Contacts |
| 4.2.4 Contact Indicator | : Manual Operation with Lamp
Status Position or For displaying the
Switching Position |
| 4.2.5 EIB/KNX Voltage | : KNX Power Supply |
| 4.2.6 Operating and Display Elements | : LED Indicator and EIB/KNX push Button |
| 4.2.7 Operation Temperature | : ระหว่าง - 5°C ถึง + 45 °C หรือดีกว่า |
| 4.2.8 Type of Protection | : ไม่น้อยกว่า IP20 |

4.3 อุปกรณ์ IP router เป็นอุปกรณ์ไว้สำหรับเชื่อมต่อ EIB/KNX bus ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลยังสามารถใช้เป็น Line/Area Coupler ได้และจะต้องมีข้อต่อสาย RJ 45 เพื่อเชื่อมต่อยัง Ethernet/IP network.และข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 4.3.1 Rated Voltage | : 21 ถึง 30 Vdc หรือดีกว่า |
| 4.3.2 EIB/KNX Voltage | : KNX Power Supply |
| 4.3.3 Connections | : KNX Connection Terminal
: LAN RJ45 Socket |
| 4.3.4 Operating and Display Elements | : LED |
| 4.3.5 Operation Temperature | : ระหว่าง 0°C ถึง + 45 °C หรือดีกว่า |
| 4.3.6 Type of Protection | : ไม่น้อยกว่า IP20 |

4.4 อุปกรณ์ Switch Sensor สำหรับ ปิด/เปิด ไฟแสงสว่างพร้อมทั้งสามารถควบคุม Dimmer ได้ โดยมีฟังก์ชันการทำงานและข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 4.4.1 Power Supply | : KNX Power Supply |
|--------------------|--------------------|

 4.2 Control...

- 4.4.2 Control Element : ไม่น้อยกว่า 2 Function
- 4.4.3 Status Indicator : LED
- 4.4.4 Function : Switching, Dimming , Blind หรือดีกว่า
- 4.4.5 Operation Temperature : ระหว่าง 0°C ถึง + 45 °C หรือดีกว่า
- 4.4.6 Type of Protection : ไม่น้อยกว่า IP20

4.5 อุปกรณ์ Brightness Sensor จะวัดค่าแสงสว่าง เพื่อสั่ง Output ต่าง ๆ ให้ทำงาน โดยมีฟังก์ชันการทำงาน และข้อกำหนดทางเทคนิคดังต่อไปนี้

- 4.5.1 Power supply : 30 Vdc หรือ 110 – 240 Vac
- 4.5.2 Brightness Ranges : ไม่น้อยกว่า 200-1000 Lux
- 4.5.3 Operating and Display Elements: LED
- 4.5.4 Operation Temperature : ระหว่าง 0°C ถึง + 45 °C หรือดีกว่า
- 4.5.5 Type of Protection : ไม่น้อยกว่า IP20
- 4.5.6 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน KNX หรือ EIB

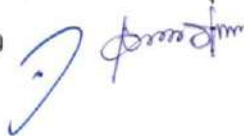
4.6 อุปกรณ์ F.O. Media Converter เป็นอุปกรณ์ไว้สำหรับเพื่อแปลงสัญญาณส่งผ่านสาย Fiber Optic เป็นสัญญาณ Ethernet/IP network และข้อกำหนดทางเทคนิคดังต่อไปนี้

- 4.6.1 Product type : Convertor
- 4.6.2 Supply voltage : 5Vdc หรือ 12Vdc หรือ 24Vdc
- 4.6.3 Data rate : ไม่น้อยกว่า 10/100 Mbps
- 4.6.4 Connection : RJ45
- 4.6.5 Transimission Length : ไม่น้อยกว่า 100 m
- 4.6.6 Operation Temperature : ระหว่าง 0°C ถึง + 40 °C หรือดีกว่า
- 4.6.7 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน KNX หรือ EIB

5. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาพร้อมติดตั้งตู้ควบคุมระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง สำหรับควบคุมการ เปิด-ปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดและมีลักษณะดังนี้

5.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง ต้องสามารถควบคุมระบบแสงสว่างและตรวจสอบสถานะของ วงจรนั้น ๆ โดยการควบคุมจะต้องสามารถควบคุมจากห้องควบคุมโดยใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ Local Switch ของเดิม ที่ ทอท. ติดตั้งไว้แล้ว



5.2 ตู้ควบคุม...

5.2 ผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัลจะเชื่อมต่อกันเป็นลักษณะโครงสร้าง Area และ Line ตามมาตรฐาน EIB/KNX

5.3 อุปกรณ์หลักสำหรับระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติจะต้องเป็นมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพและหลีกเลี่ยงความไม่สัมพันธ์กันของอุปกรณ์แต่ละ Class

5.5 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protective Device) ทางสายไฟฟ้า AC Line สำหรับป้องกัน Power Supply ของอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล

6. การติดตั้ง

6.1 ให้ติดตั้ง ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control) ตามที่ระบุในแบบ

6.2 หลังจากการติดตั้ง ข้างต้นแล้วเสร็จให้ดำเนินการทดสอบการใช้งานของระบบให้สมบูรณ์ ทั้งนี้ ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียด วิธีการ และขั้นตอนเสนอขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงาน

6.3 ทดสอบการเชื่อมต่อของสายสัญญาณในระบบให้ถูกต้องสมบูรณ์

6.4 ทดสอบการทำงานโดยการควบคุมการปิดเปิด วงจรไฟฟ้าด้วย Local Switch พร้อมตรวจสอบสถานะของ อุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้า ว่าทำงานถูกต้องตามวงจรที่กำหนด และตรวจสอบการแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้ถูกต้องตามวงจรที่กำหนด

6.5 ทดสอบการทำงานโดยการควบคุมการปิดเปิด วงจรไฟฟ้าด้วย Software Computer พร้อมตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้าให้ถูกต้องตามวงจรที่กำหนด

7. การรับประกัน

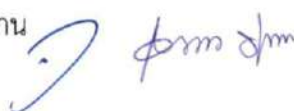
ผู้รับจ้างต้องประกันความเสียหายที่เกิดกับระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control) ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานได้ ตลอดระยะเวลาการประกัน

8. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมช่างเทคนิค และผู้เกี่ยวข้องให้สามารถใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control) ได้อย่างถูกต้อง

9. หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา (O&M manual) ที่มีรายละเอียดเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ของอุปกรณ์ ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล (Digital-Network Lighting Control) มอบให้ผู้ว่าจ้างช่วงการส่งมอบงาน



หมวดที่ 3 : เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device)

1. วัตถุประสงค์

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ การผลิต และการติดตั้งสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device) สำหรับงานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

2. มาตรฐานที่กำหนด

2.1 Circuit Breaker ที่ติดตั้งต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC

2.2 อุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protective Device) ต้องออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน ANSI/IEEE C62.41.1-2002 เป็นอย่างน้อย

2.3 กรณีไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปของระบบไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบ การประกอบการทดสอบและวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

2.3.1 MEA – Metropolitan Electricity Authority

2.3.2 NFPA – National Fire Protection Association

2.3.3 IEC – International Electro Technical Commissions

2.3.4 มอก. – สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.3.5 วสท. – มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุด

3. ขอบเขต

3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาพร้อมติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device) ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ติดตั้ง, วางแผนการติดตั้งและแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ในการติดตั้งให้สำเร็จลุล่วง

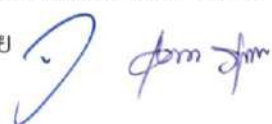
3.3 ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งเอกสารดังต่อไปนี้เพื่อขออนุมัติ

3.3.1 เอกสารแสดงรายละเอียดทางเทคนิค และแคตตาล็อกของอุปกรณ์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device)

3.3.2 และอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งและทดสอบ

4. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

4.1 Circuit Breaker ขนาดไม่เกิน 100AF เป็นชนิด MCCB แบบ Fixed Type อุปกรณ์ Trip Unit ต้องเป็นชนิด Thermal หรือ Electromagnetic Trip ประกอบด้วย



4.1.1 Over...

4.1.1 Over Load Protection (L)

4.1.2 Instantaneous Short Circuit Protection (I)

4.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ลู่ย่อย (Miniature Circuit Breaker; MCB)

4.2.1 Rated Voltage : 230/400 Vac

4.2.2 Rated Current : ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

4.2.3 Rated Short Circuit Breaking Capacity : ไม่น้อยกว่า 10kA

4.2.4 Rated Frequency : 50 Hz

4.2.5 Number of Pole : ตามที่ระบุในแบบ

4.2.6 Trip Unit ของ Miniature Circuit Breaker อุปกรณ์ Trip Unit ต้องเป็นชนิด Thermal และ Electromagnetic Trip ประกอบด้วย

4.2.6.1 Over Load Protection

4.2.6.2 Short Circuit Protection

4.2.7 Miniature Circuit Breaker จะต้องมียี่ห้อแสดง "Trip" เพื่อให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ในกรณีที่เกิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้า

4.3 Circuit Breaker ที่ติดตั้งต้องมีขนาดและค่า Interrupting Capacity ที่ 415V ตามที่กำหนดในแบบ

4.4 อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protective Device) ทางสายไฟฟ้า AC Line สำหรับ Power Supply ของอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างแบบเครือข่ายดิจิทัล มีคุณสมบัติดังนี้

4.4.1 ใช้กับแรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า 240 Volt หรือ 400/230 Volt ความถี่ 50 Hz

4.4.2 สามารถรับกระแสไฟฟ้ากระชอกสูงสุด (Imax) ได้ไม่น้อยกว่า 25kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20 μ Sec

4.4.3 มีค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม Load อันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้ากระชอกแบบช่วงสั้น (Transient)
น้อยกว่า 1.1 kV ที่ Category B3/C1

4.4.4 มีแรงดันไฟฟ้าที่อุปกรณ์ป้องกันเริ่มทำงาน หรือเริ่มทำการป้องกันที่ 315 Volt $\pm$ 15% ที่กระแส
มากกว่า 100 mA, 50 Hz

4.4.5 มีค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม Load อันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้ากระชอกแบบช่วงยาว (TOVs) โดยมี
ค่าน้อยกว่า 265 Volt at TOVs Surge Current ไม่น้อยกว่า 5 A , 50 Hz ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 300 มิลลิวินาที

4.4.6 เวลาตอบสนองของอุปกรณ์ป้องกันในการทำงานที่น้อยกว่า 25 nSec

4.4.7 มีอุปกรณ์ตรวจนับจำนวนครั้งของการเกิดไฟฟ้ากระชอกแบบช่วงยาว (TOVs) ที่เกิดขึ้นในระบบ
ไฟฟ้า โดยมีส่วนแสดงผลการนับแสดงจำนวนตัวเลขได้ไม่ต่ำกว่า 3 หลัก โดยจะเริ่มทำการนับในช่วงกระแสระหว่าง
4-6 A ที่รูปคลื่น 1 รอบของ 50 Hz ขึ้นไป



4.4.8 ต้องแสดง...

4.4.8 ต้องแสดงสำเนาเอกสารผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางเทคนิคในข้อที่ 4.4.3, ข้อที่ 4.4.4, ข้อที่ 4.4.5 และข้อที่ 4.4.7 จากโรงงานผู้ผลิตหรือจากหน่วยงานของรัฐหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยต้องระบุชื่อโครงการ พร้อมลงนามรับรองและประทับตราจากโรงงานผู้ผลิตในเอกสารผลการทดสอบนี้มาให้ ทอท. พิจารณาในวันยื่นของ ประกวตรา

5. ความต้องการทั่วไป

5.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่อยู่ภายในระบบเดียวกันและต่อเนื่องกัน ต้องมีการทำงานตัดวงจร (Time-Current Curve) ซึ่งสัมพันธ์กัน (Co-Ordination) เพื่อให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรก่อน ดังนั้น เซอร์กิตเบรกเกอร์ ทั้งหมดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

5.2 อุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 โดยต้องยื่นสำเนาเอกสารมาให้ ทอท. พิจารณาในวันยื่นของประกวตรา

5.3 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device) จะต้องไม่มีผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้น กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ต่อใช้งานอยู่ (Load) และที่จะขยายเพิ่มในอนาคตต่อไป

6. การติดตั้ง

6.1 ให้ติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device) ตามที่ระบุในแบบ

6.2 การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือคำแนะนำจากโรงงานผู้ผลิต และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ของ วสท.

7. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องประกันความเสียหายที่เกิดกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device) ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วน มาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานได้ตลอดระยะเวลาการประกัน

8. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องฝึกอบรมช่างเทคนิค และผู้เกี่ยวข้องให้สามารถใช้และบำรุงรักษาเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร (Surge Protection Device) ได้อย่างถูกต้อง



9. หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา (O&M manual) ที่มีรายละเอียดเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protection Device) มอบให้ผู้ว่าจ้างช่วงการส่งมอบงาน



หมวดที่ 4 : โคมไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Fixture)

1. วัตถุประสงค์

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ สร้าง และการติดตั้งสำหรับอุปกรณ์โคมไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Fixture) ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป สำหรับงานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

2. มาตรฐานที่กำหนด

- 2.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ติดตั้งต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังนี้ IEC, CE, UL หรือ มอก.
- 2.2 หลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ที่นำมาใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน มอก.1955-2551 บริษัทส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน-ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ
- 2.3 โรงงานผู้จัดจำหน่ายหลอดไฟแสงสว่าง ต้องได้รับการรับรอง ตามมาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9001 , ISO 14001
- 2.4 กรณีมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปของระบบไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบการประกอบการทดสอบและวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานดังต่อไปนี้
 - 2.4.1 MEA – Metropolitan Electricity Authority
 - 2.4.2 NFPA – National Fire Protection Association
 - 2.4.3 IEC – International Electro Technical Commissions
 - 2.4.4 มอก. – สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 - 2.4.5 วสท. – มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุด

3. ขอบเขต

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาพร้อมติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
- 3.2 ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ติดตั้ง, วางแผนการติดตั้งและแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ในการติดตั้งให้สำเร็จลุล่วง
- 3.3 ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งเอกสารดังต่อไปนี้เพื่อขออนุมัติ
 - 3.3.1 เอกสารแสดงรายละเอียดทางเทคนิคหรือแคตตาล็อกของอุปกรณ์โคมไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Fixture)
 - 3.3.2 และอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งและทดสอบ



4. คุณสมบัติ...

4. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

4.1 หลอดไฟส่องสว่าง LED T8 ขนาดไม่เกิน 18 วัตต์ สีแสง Cool White ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 4.1.1. แรงดันไฟฟ้าในการใช้งาน : $220 \pm 10\%$, ความถี่ 50 Hz
- 4.1.2. LED Power : LED ไม่เกิน 18 วัตต์
- 4.1.3. อุณหภูมิ (CCT-Kelvin) : 4,000 K– 4,500 K
- 4.1.4. THDi : $\leq 15\%$
- 4.1.5. Power Factor : 0.90 หรือดีกว่า
- 4.1.6. ปริมาณแสง (Luminous flux) : $\geq 2,100$ lm
- 4.1.7. Lumens/W : ≥ 115 lm/W
- 4.1.8. Beam Angle : 150° หรือดีกว่า
- 4.1.9. Color Rendering Index (CRI) : > 80
- 4.1.10. Surge Protection : > 1 kV
- 4.1.11. อายุการใช้งานเฉลี่ย : $\geq 50,000$ ชั่วโมง
- 4.2.12. อุณหภูมิใช้งาน (Ambient Temp) : 0°C ถึง 40°C หรือดีกว่า
- 4.1.13. ชนิดขั้วหลอด : G13
- 4.1.14. ความยาว : 1200 mm.

4.2 โคมไฟฟ้าแบบกันน้ำกันฝุ่น IP65 ชนิดติดลอย (LED T8 1x18W) ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 4.2.1 Housing : Polycarbonate หรือดีกว่า
- 4.2.2 Diffuser : Polycarbonate หรือ Tempered Glass
- 4.2.3 IP Rating : ไม่น้อยกว่า IP65
- 4.2.4 Lamp Output : 1xT8 1200 mm.

4.3 โคมไฟฟ้าแสงสว่าง LED Street Light ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 4.3.1 สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่ 220-240 โวลต์ หรือดีกว่า
- 4.3.2 มีกำลังไฟรวมไม่เกิน 50 วัตต์ โดยมีค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 6,500 ลูเมน

- 4.3.3 ค่าประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficacy) ไม่น้อยกว่า 120 ลูเมนต่อวัตต์
- 4.3.4 ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.9
- 4.3.5 ค่าอุณหภูมิสี (Correlated Color Temperature : CCT) อยู่ในช่วง 4,000 เคลวิน (K) ± 1000 เคลวิน (K)

4.3.6 ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index : CRI) ไม่น้อยกว่า 70

 4.3.7 ต้องมีค่า...

4.3.7 ต้องมีค่า IP (International Protection Rating) ไม่น้อยกว่า IP65

4.3.8 สามารถใช้งานได้ตามปกติที่อุณหภูมิแวดล้อมระหว่าง 0 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

5. ความต้องการทั่วไป

5.1 หลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน มอก. 2779-2562 เรื่องความปลอดภัยของหลอดไฟ LED โดยแนบเอกสารผลการทดสอบพร้อมลงนามรับรองและประทับตราจากโรงงานผู้ผลิตหลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ในเอกสารผลการทดสอบนี้มาให้ ทอท. พิจารณาในวันยื่นของประกวดราคา

5.2 หลอดไฟส่องสว่าง LED T8 ต้องมีมิติของหลอดเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 236-2548 ข้อ 1.5.3 โดยแนบเอกสารผลการทดสอบพร้อมลงนามรับรองและประทับตราจากโรงงานผู้ผลิตหลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ในเอกสารผลการทดสอบนี้มาให้ ทอท. พิจารณาในวันยื่นของประกวดราคา

5.3 หลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ต้องได้รับการทดสอบหรือรับรองตามมาตรฐานจากห้องทดสอบที่ได้มาตรฐาน มอก.17025 หรือ ISO/IEC 17025 โดยแนบเอกสารผลการทดสอบพร้อมลงนามรับรองและประทับตราจากโรงงานผู้ผลิตหลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ในเอกสารผลการทดสอบนี้มาให้ ทอท. พิจารณาในวันยื่นของประกวดราคา โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

5.3.1 IEC หรือ EN 55015 (Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment)

5.3.2 IEC หรือ EN 61000-3-2 Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 3-2 : Limits-Limits for harmonic current emissions (equipment input current น้อยกว่าหรือเท่ากับ 16 A per phase)

5.3.3 IEC หรือ EN 61000-3-3 Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 3-3 : Limits-Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current น้อยกว่าหรือเท่ากับ 16A per phase and not subject to conditional connection

5.3.4 IEC หรือ EN 61547 Testing and measurement techniques – Surge immunity test.

5.3.5 IEC หรือ EN 62471 Photobiological safety of lamp and lamp systems

5.3.6 IEC หรือ EN 62493 Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields

5.3.7 IEC หรือ...

5.3.7 IEC หรือ EN 60598-1 Topic 4.2 specifies general requirements for luminaires (Topic Vibration test system)

5.3.8 ตัวกระจายแสงของหลอดไฟแสงสว่าง LED มีสีขาวขุ่น (Milky Cover) และทำมาจากวัสดุชนิด โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ต้องไม่ติดไฟโดย อ้างอิงมาตรฐาน UL94 V-0

5.3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในหลอดไฟ LED จะต้องทดสอบผ่านมาตรฐาน RoHs

5.4 ตัวขับเคลื่อน (Driver) หรือตัวจ่ายไฟ (Power supply) ภายในหลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ต้องมีคุณสมบัติ ได้รับการมาตรฐาน IEC 61347-2-13 Lamp control gear -Part 2 -13 Particular requirements of DC or AC Supplied electronic control gear for LED module โดยแนบเอกสารผลการทดสอบพร้อมลงนามรับรอง และประทับตราจากโรงงานผู้ผลิตหลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ในเอกสารผลการทดสอบนี้มาให้ ทอท. พิจารณาในวัน ยื่นของประกวดราคา

5.5 เม็ด LED (LED Package) หรือชุด LED (LED module) ที่ใช้ภายในภายในหลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ต้องมี คุณสมบัติได้รับการทดสอบตามมาตรฐานที่กำหนด โดยแนบเอกสารผลการทดสอบพร้อมลงนามรับรองและประทับตรา จากโรงงานผู้ผลิตหลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ในเอกสารผลการทดสอบนี้มาให้ ทอท. พิจารณาในวันยื่นของประกวดราคา ดังนี้

5.5.1 IEC 62031 หรือ EN62031 modules for general lighting Safety requirements (เฉพาะชุด LED)

5.5.2 IES LM-80 Approved method for measuring lumen maintenance of LED light sources.

5.5.3 IES TM -21 Projecting long term lumen maintenance of LED Light sources

5.6 หลอดไฟส่องสว่าง LED T8 จะต้องผ่านการทดสอบหลอดไฟประหยัดพลังงาน เบอร์5 จากการไฟฟ้า โดยแนบเอกสารผลการทดสอบพร้อมลงนามรับรองและประทับตราจากโรงงานผู้ผลิตหลอดไฟแสงสว่าง LED T8 ในเอกสารผลการทดสอบนี้มาให้ ทอท. พิจารณาในวันยื่นของประกวดราคา

5.7 ผู้ผลิตโคมไฟฟ้าและหลอดไฟแสงสว่าง LED ต้องมีโรงงานตั้งอยู่ในประเทศไทย โดยต้องแสดงเอกสาร การจัดตั้ง ที่ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (ร.ง. 4) หรือหน่วยงานที่กระทรวงอุตสาหกรรมให้การรับรอง ประเภท หรือชนิดของโรงงานประกอบกิจการ ผลิต ประกอบอุปกรณ์ไฟฟ้า โคมไฟฟ้า และส่วนประกอบ หรืออุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์ ดังกล่าว พร้อมแสดงสำเนาเอกสารใบอนุญาตให้ ทอท. พิจารณาในวันยื่นของประกวดราคา



6. การติดตั้ง

6.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งโคมไฟต่าง ๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ ส่วนวิธีการติดตั้งหรือจัดยึดให้ผู้รับจ้างทำแบบเสนอขออนุมัติก่อนทำการติดตั้งการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของโคมไฟไปจากแบบอาจมีบ้างตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้น ๆ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

6.2 การยึดโคมไฟกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรง โดยใช้ Lead Anchor และสกรูในกรณีที่โคมมีน้ำหนักมากให้ยึดด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม

6.3 ถ้าฝ้าเพดานเป็นชนิดแขวน เช่น ฝ้าใช้โครงทีบาร์ ห้ามวางน้ำหนักโคมลงบนโครงฝ้าหรือแผ่นฝ้าโดยตรง ต้องติดโซ่หรือก้านเหล็กชนิดปรับระดับได้รับน้ำหนักโคมไฟ ไฟฟ้าโดยตรงตามที่แสดงไว้ในแบบ

7. การรับประกัน

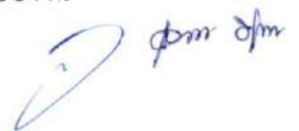
ผู้รับจ้างต้องประกันความเสียหายที่เกิดกับ อุปกรณ์โคมไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Fixture) ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานได้ตลอดระยะเวลาการประกัน

8. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมช่างเทคนิค และผู้เกี่ยวข้องให้สามารถใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์โคมไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Fixture) ได้อย่างถูกต้อง

9. หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา (O&M manual) ที่มีรายละเอียดเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ของโคมไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Fixture) มอบให้ผู้ว่าจ้างช่วงการส่งมอบงาน



หมวดที่ 5 : สายไฟฟ้า (Electric Cable System)

1. วัตถุประสงค์

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ การผลิต และการติดตั้งสำหรับอุปกรณ์สายไฟฟ้า (Electric Cable System) สำหรับงานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

2. มาตรฐานที่กำหนด

2.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำที่ติดตั้งต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มอก. ฉบับล่าสุด หรือมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับได้ เช่น มาตรฐาน IEC, BS, ANSI, NEMA, DIN, VDE หรือ UL

2.2 กรณีมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปของระบบไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบ การประกอบการทดสอบและวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

2.2.1 MEA – Metropolitan Electricity Authority

2.2.2 NFPA – National Fire Protection Association

2.2.3 IEC – International Electro Technical Commissions

2.2.4 มอก. – สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.2.5 วสท. – มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุด

3. ขอบเขต

3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาพร้อมติดตั้งสายไฟฟ้า (Electric Cable System) ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ติดตั้ง, วางแผนการติดตั้งและแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ในการติดตั้งให้สำเร็จลุล่วง

3.3 ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งเอกสารดังต่อไปนี้เพื่อขออนุมัติ

3.3.1 เอกสารแสดงรายละเอียดทางเทคนิค และแคตตาล็อกของสายไฟฟ้า (Electric Cable System)

3.3.2 และอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งและทดสอบ

4. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

4.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Cable)

4.1.1 สายทองแดงเปลือย (Bare Copper)

4.1.1.1 เป็นสายทองแดงรีดแข็ง เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.64-2517

4.1.1.2 ขนาดตัวนำ : เป็นไปตามที่ระบุในแบบ



4.1.2 สายไฟฟ้า...

4.1.2 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดียว (60227 IEC 01)

4.1.2.1 สายตัวนำทองแดง แบบกลมเดี่ยว หุ้มฉนวน PVC เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.11-2553

4.1.2.2 แรงดันใช้งานไม่เกิน 450/750 โวลต์ มีอุณหภูมิใช้งานที่ 70°C

4.1.2.3 ขนาดตัวนำ : เป็นไปตามที่ระบุในแบบ

4.1.3 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก แกนเดียว และ หลายแกน (NYY) (ตามมาตรฐาน IEC 60502-1 หรือ มอก. 11-2553)

4.1.3.1 สายตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน PVC 2 ชั้น เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.11-2553 ดังนี้

4.1.3.1.1 ตารางที่ 6 เป็นชนิดตัวนำ 1 แกน มีเปลือกชั้นเดียว

4.1.3.1.2 ตารางที่ 7 และ 14 เป็นชนิด 2-4 แกน มีเปลือก 2 ชั้น

4.1.3.1.3 ตารางที่ 14 จะเพิ่มสายดิน อีก 1 เส้น

4.1.3.1.4 ตารางที่ 8 เป็นชนิดตัวนำ 3 แกน มีสาย Neutral

4.1.3.2 แรงดันใช้งานไม่เกิน 450/750 โวลต์ มีอุณหภูมิใช้งานที่ 70°C

4.1.4 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable)

4.1.4.1 สายตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Mica เป็นฉนวนกันไฟภายในและหุ้มอีกชั้นด้วยสารเรณวนอ่อนตัว ชนิดไม่หลอมละลาย ไม่ติดไฟและไม่ลามไฟ

4.1.4.2 สายไฟมีค่าแรงดัน 600 /1,000 โวลต์ มีอุณหภูมิใช้งานที่ 110°C

4.1.4.3 ขนาดตัวนำ : เป็นไปตามที่ระบุในแบบ

4.1.4.4 สามารถนำไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้เป็นปกติในขณะเกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C.W.Z.

4.1.4.5 ฉนวนและสายไฟต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60332-1, IEC 60332-3 A, B, C และ VDE 0472 Part 804/C with Certificate

4.1.4.6 สายไฟฟ้าได้รับการทดสอบและรับรองจากสถาบันกลางที่เชื่อถือได้ Loss Prevention Certification Board (LPCB) with Test Report

5. ความต้องการทั่วไป

5.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

5.1.1 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน ในท่อโลหะ เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุดของ วสท.

5.1.2 ขนาดกระแส ของสายไฟฟ้า เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุดของ วสท.

5.1.3 สีของสายไฟฟ้า ในระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย ต้องเป็นดังนี้

 - เฟส A...

- เฟส A : สีนํ้าตาล
- เฟส B : สีดำ
- เฟส C : สีเทา
- สายศูนย์: สีฟ้า
- สายดิน: สีเขียวแถบเหลือง

ในกรณีที่สายไฟฟ้าเป็นชนิดที่มีเฉพาะสีดำ ให้แสดงสีของสายไฟฟ้าด้วยเทปพันสายไฟ และ/หรือ ตัวอักษรที่แสดงเฟสของไฟฟ้า R, Y, B, N, GND

5.1.4 ให้ติดตั้งบนรางเดินสาย Cable Tray หรือ Wire Way หรือ เดินในท่อโลหะตามที่ระบุในแบบ การจัดวางจะต้องไม่ทำให้เกิดการนำกระแสไหลลงแต่อย่างใดกรณีเดินในรางจะต้องรัดสายด้วยสายรัด การจัดวางสาย และระยะทางของสายเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

5.1.5 ผู้รับจ้างจะต้องทำการ Test Insulation ของตัวนำและสายไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดค่าความต้านทาน ของสายระหว่าง Phase to Phase, Phase to Neutral และ Phase to Ground ของทุก Circuit ตั้งแต่ Panel Board ถึงปลาย Load จุดสุดท้ายและจาก Low Voltage Switch Board, Distribution Board , Panel Board ทุก ๆ แผง และทุกวงจร โดยผู้รับจ้างจะต้องบันทึกค่าของการตรวจสอบนั้นทุกจุดให้ผู้ควบคุมงาน 2 ชุด ก่อนที่จะมี การติดตั้งอุปกรณ์ทุกชนิด เอกสารการ Test ให้รวบรวมเป็นเอกสารส่งมอบงานในงวดงานที่ได้ทำการขอเบิก และรวบรวมเป็นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ให้ทางโครงการต่อไปเมื่อดำเนินการติดตั้งแล้วเสร็จ

5.1.6 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าตัวนำและสายไฟฟ้า ที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้ อาจมีคุณสมบัติไม่ดี เท่าที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำวัสดุตัวอย่างไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบตามมาตรฐาน โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างดังกล่าว ไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องนำอุปกรณ์ ที่มีคุณภาพ ตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญา และต้องรับผิดชอบ ในความล่าช้า ของงานในส่วนนี้ด้วย

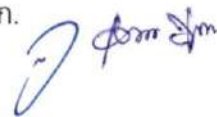
5.1.7 เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนการใช้งานจริงต้องตรวจวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวนไฟฟ้า ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผู้ผลิตและเป็นไปตามมาตรฐานทดสอบของการไฟฟ้า หากพิจารณาแล้ว ไม่อยู่ในสภาพ ที่ปกติ ทางผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้สมบูรณ์โดยค่าใช้จ่าย ผู้รับจ้างต้อง ดำเนินการรับผิดชอบทั้งสิ้น

6. การติดตั้ง

6.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

6.1.1 สายไฟต้องเป็นสายทองแดง และต้องมีส่วนผสมที่มีทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 98%

6.1.2 สายไฟต้องผ่านมาตรฐานและมีเอกสารรับรองจาก มอก.



6.1.3 สายไฟต้อง...

6.1.3 สายไฟต้องเป็นแบบสายเดี่ยว (Single Conductor) มีฉนวนหุ้มตามที่กำหนดขนาดไว้ใน Load Schedule ฉนวนต้องทนแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 450/750 V.

6.1.4 ห้ามใช้สายไฟเล็กกว่าขนาด 2.5 ตร.มม. ยกเว้นสาย Control ให้ใช้ตามความเหมาะสม

6.1.5 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70°C มอก. 11-2553

6.1.6 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงชนิดตีเกลียว (Stranded Wire)

6.1.7 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wire Way หรือ Cable Tray (เฉพาะขนาดสายตั้งแต่ 50 ตารางมิลลิเมตร ขึ้นไป) โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2553

6.1.8 ถ้าไม่ได้ระบุไว้ในแบบ สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินในราง Cable Tray ได้พื้น Access Floor ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยว และตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน PVC อย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2553, NYY NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

6.1.9 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายชนิดทนความร้อนสูง

6.1.10 สายไฟจะต้องเป็นเส้นเดี่ยวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อระหว่างแผงไฟ (Panel board) จนถึง Outlet หรือระหว่าง Outlet หรือ Switch Board ถึงแผงไฟ

6.1.11 การตัดต่อสาย (Splicing) สำหรับ Branch Circuit ให้กระทำได้ต่อเมื่อจำเป็นจริง ๆ และต้องตัดต่อเฉพาะใน Junction หรือ Outlet Box ซึ่งอยู่ในที่ที่สามารถเข้าไปตรวจ และ/หรือซ่อมบำรุงได้

6.1.12 การต่อสาย ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ Compression, Bolt หรือ Screw Type หรือ Wire Nut เท่านั้น ข้อต่อสายที่ไม่มีฉนวน เมื่อต่อสายแล้วต้องพันด้วยเทปฉนวนทับกันโดยมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 เท่าของฉนวนสายไฟฟ้านั้น เทปที่ใช้พันสายต้องเป็น VINYL เทปทนอุณหภูมิต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 105 °C หนา 7 MILS. ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ การต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นหรือใต้ดินจะต้องใช้เสริมเรซินหล่อหลอมหุ้มไว้ด้วยเรซิน ต้องเป็นของที่ใช้งานเช่นนี้ได้ดี ห้ามใช้ที่ต่อสายแบบ Twisted Wire Splice ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ณ แต่ละจุดที่ต่อสาย

6.1.13 ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ

6.1.14 ให้ใช้ Lubricant ชนิดที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟ และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานแล้วเท่านั้นในการดึงสาย

6.1.15 สายไฟต้องเดินในช่องเดินสาย (Raceway) ทั้งหมดโดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก

6.1.16 ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวรสำหรับสาย Feeder ใน Pull Box ต่าง ๆ ด้วย

6.1.17 ยกเว้นแต่...

6.1.17 ยกเว้นแต่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเป็นกรณี ๆ ไปห้ามมิให้ดึงสายไฟในช่องเดินสาย (Raceway) จนกว่าจะได้วางระบบช่องเดินสาย (Raceway) เสร็จเรียบร้อยทั้งหมดก่อน และได้รับการตรวจรับแล้ว

6.1.18 สายไฟที่มีจำนวนหลายชุดใน 1 วงจรที่เดินในราง Cable Tray หรือ Ladder จะต้องเรียงตามลำดับเฟส เช่น L1, L2, L3, N ห้ามวางเรียง Phase เดียวกันเป็นกลุ่มเดียวกัน

6.1.19 การดึงสาย ควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย

6.1.20 การหล่อลื่นในการดึงสาย ผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่น ซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น

6.1.21 สายไฟฟ้าสำหรับระบบการเดินสายแบบเดินลอย (ถ้ามีระบุในแบบ)

6.1.22 จะต้องจับยึดผนังหรือสิ่งก่อสร้างด้วยเข็มขัดรัดสาย หรือที่จับสายที่เหมาะสม ที่ไม่ทำให้เปลือกนอกของสายชำรุด

6.1.23 การงอสายชนิดนี้ จะต้องให้มีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเปลือกนอก

6.1.24 การต่อสายไฟฟ้า ต้องทำภายในกล่องต่อสายเท่านั้น ด้วย Wire Nut หรืออุปกรณ์อื่นที่เทียบเท่า

6.1.25 การเดินสายต้องเดินให้ขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร และมีความเป็นระเบียบสวยงาม

6.1.26 สายไฟฟ้าสำหรับระบบการเดินฝังดินโดยตรง (ถ้ามีระบุในแบบ)

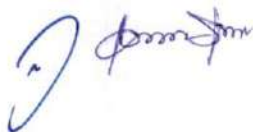
6.1.27 ต้องฝังลงในดินลึกอย่างน้อย 60 เซนติเมตร

7. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องประกันความเสียหายที่เกิดกับ สายไฟฟ้า (Electric Cable System) ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานได้ตลอดระยะเวลาการประกัน

8. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องฝึกอบรมช่างเทคนิค และผู้เกี่ยวข้องให้สามารถใช้และบำรุงรักษาสายไฟฟ้า (Electric Cable System) ได้อย่างถูกต้อง



หมวดที่ 6 : ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit for Electrical Systems)

1. วัตถุประสงค์

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ การผลิต และการติดตั้งสำหรับอุปกรณ์ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit for Electrical Systems) สำหรับงานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

2. มาตรฐานที่กำหนด

2.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit for Electrical Systems) ที่ติดตั้งต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มอก. ฉบับล่าสุด หรือมาตรฐานที่การไฟฟ้า ยอมรับได้ เช่น มาตรฐาน IEC, BS, ANSI, NEMA, DIN, VDE, UL

2.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะ ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI และชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized (ทั้งด้านในและด้านนอก) ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ

2.3 กรณีมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปของระบบไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบการประกอบการทดสอบและวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

2.3.1 MEA – Metropolitan Electricity Authority

2.3.2 NFPA – National Fire Protection Association

2.3.3 IEC – International Electro Technical Commissions

2.3.4 มอก. – สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.3.5 วสท. – มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุด

3. ขอบเขต

3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาพร้อมติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit For Electrical Systems) ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ติดตั้ง, วางแผนการติดตั้งและแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ในการติดตั้งให้สำเร็จลุล่วง

3.3 ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งเอกสารดังต่อไปนี้เพื่อขออนุมัติ

3.3.1 เอกสารแสดงรายละเอียดทางเทคนิค และแคตตาล็อกของท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit For Electrical Systems)

3.3.2 และอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งและทดสอบ



4. คุณสมบัติ...

4. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

4.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Electric Conduit) แบบท่อโลหะหรือท่อโลหะ เลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ในแบบ และตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน เพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ ดังต่อไปนี้

4.1.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electric Metallic Tubing: EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. และตาม NEC Article 348

4.1.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit: IMC) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกันกับท่อโลหะชนิดบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ในสถานที่อันตราย ตามกำหนดใน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. และตาม NEC Article 348

4.1.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit: RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT หรือ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทยของ วสท. และตาม NEC Article 348

4.1.4 ท่อโลหะ HDPE (High Density Polyethylene Pipe) ท่อที่นำมาใช้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 982-2548 หรือ DIN 8074, 8075 Class PN6 เป็นอย่างน้อย ลักษณะการใช้งานจะใช้ในสถานที่ที่มีการ กัดกร่อนสูง โดยเป็นการใช้ภายนอกอาคาร, ฝังในดินตามที่ปรากฏในแบบ

4.1.5 ท่อโลหะชนิดอ่อน เป็นชนิด Interlock Type และหากใช้ภายนอกอาคารหรือใช้ร่วมกับท่อ IMC หรือท่อ RSC ให้ใช้เป็นชนิดกันน้ำ

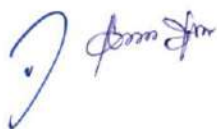
5. ความต้องการทั่วไป

5.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้า EMT, IMC, RSC ภายในท่อร้อยสายไฟต้องไม่มีตะเข็บตลอดเส้นเพื่อง่ายต่อการ ร้อยสายไฟ

5.2 ท่อร้อยสายไฟที่ติดตั้งใต้ดินต้องใช้ท่อร้อยสายไฟ HDPE PN 6 และติดตั้งตามมาตรฐานเท่านั้น

6. การติดตั้ง

6.1 การออกแบบนี้ ได้ออกแบบและพิจารณาด้านความปลอดภัย ความประหยัดความสะดวกในการติดตั้ง และความสวยงามตามแบบของสถาปนิกแต่ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องตัดสินใจแน่วแน่ท่อร้อยสาย รวมทั้งการตัดสินใจว่าช่วงใดของท่อร้อยสายควรฝังในพื้นที่ช่วงใดให้เดินลอยหรือแอบในเพดาน ฯลฯ และต้องติดตาม การเปลี่ยนแปลงด้านสถาปนิกและด้านการก่อสร้างเพื่อสามารถติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้ได้เหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดี ที่สุดตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง



6.2 ท่อร้อยสาย...

6.2 ท่อร้อยสายทุกแบบที่ใช้ในระบบไฟฟ้าที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่นท่อร้อยสายซึ่งฝังเฉพาะในคอนกรีตในพื้นก่อสร้าง (Floor Slab) และที่ติดตั้งในที่แจ้งหรือในสถานที่ ๆ จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำต้องใช้ท่อร้อยสายชนิด Intermediate Metallic Conduit (IMC)

6.3 เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่นท่อร้อยสายซึ่งแอบไว้ในฝ้าเพดานหรือในฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีตให้ใช้ Electric Metallic Tubing (EMT) ได้

6.4 มิให้ใช้ท่อ EMT ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 50 มิลลิเมตร ทั้งนี้ท่อใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร ให้ใช้แบบ IMC เมื่อไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์ หรือดวงโคมหรือเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ ที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ Flexible Conduit ความยาวไม่ต่ำกว่า 0.30 เมตร แต่ไม่เกิน 1.00 เมตร เป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป

6.5 ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือมีโอกาสถูกน้ำ ให้ใช้ Flexible Conduit และจะต้องเป็นชนิดที่กันน้ำได้

6.6 การงอท่อร้อยสายต้องระวังมิให้ท่อชำรุดและจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อเปลี่ยนแปลงไป รัศมีการโค้งจะต้องเป็นไปตามกฎของ NEC. เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อร้อยสายต้องเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้โดยเฉพาะ ห้ามงอท่อร้อยสายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร หรือมากกว่าในกรณีดังกล่าวให้ใช้ Cast-Iron Angle Bends และ Fittings

6.7 ห้ามงอท่อร้อยสายเกิน 2 ครั้งในแต่ละช่วงระหว่าง Outlet, Junction หรือ Pull Boxes หากจำเป็นต้องใส่ Junction Box หรือคอนดูลีท (Condulet) เพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

6.8 ติดตั้งท่อร้อยสายโดยให้มีรอยต่อน้อยที่สุดเมื่อจะต่อท่อร้อยสายแบบ IMC ให้ใช้ Couplings หรือ Fittings ชนิดเกลียว และใช้ Red Lead หรือวัสดุทาเกลียวตัวผู้เพื่อกันน้ำ และเพื่อให้มี Electrical Continuity การต่อต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกันแนบสนิทและต้องตะไบหรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน

6.9 ต่อท่อ EMT ด้วย Coupling และ Connector แบบ "Rain tight" สำหรับระบบไฟฟ้าในพื้นที่โล่ง ไม่มีฝ้าเพดาน และสำหรับระบบไฟฟ้าในพื้นที่เปียก เช่น ฝัในผนัง, เสาเอ็น, พื้น Topping, ห้อง AHU, ห้อง Pump, ห้อง Chiller ส่วน Pump และอื่น ๆ

6.10 ให้ใช้ Expansion Coupling และ/หรือ Expansion Fitting ในการวางท่อร้อยสายซึ่งมีระยะยาวกว่า 150 ฟุต และ/หรือ ท่อร้อยสายซึ่งผ่าน Expansion Joints ของโครงสร้างของอาคารและ/หรือท่อร้อยสาย ซึ่งวางจากโครงสร้างหนึ่งไปยังอีกโครงสร้างหนึ่งที่ไม่ต่อกัน Expansion Fittings ทุกชนิดต้องมี Bonding Jumpers

6.11 ความโค้งของท่อร้อยสาย (ซึ่งติดตั้งภายนอกหรือที่ซ่อนอยู่ในฝ้าเพดานที่สามารถเปิดซ่อมได้หรือฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต) ที่หักมาก ๆ จะต้องใช้คอนดูลีท (Condulet)



6.12 ต้องยึดท่อร้อยสาย...

6.12 ต้องยึดท่อร้อยสายเข้ากับ Boxes ต่าง ๆ และ Panel Board โดยใช้ Lock Nut 2 ตัวพร้อมด้วย Bushing ถ้ารู Knock Out ใหญ่กว่าท่อร้อยสายจะต้องใช้ Reducing Washer เพื่อไม่ให้มีช่องโหว่ระหว่างท่อและฝาของ Boxes ฯลฯ ส่วนรูว่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิดด้วย

6.13 การต่อท่อร้อยสายทุกชนิดให้ตรวจดูว่าเชื่อมต่อมี Electrical Continuity อย่างดีทั้งนี้เพราะต้องการใช้ระบบท่อร้อยสายเป็น Ground-Path ของระบบไฟฟ้าของอาคาร

6.14 ผู้รับจ้างต้องตรวจดูอย่างรอบคอบว่าการต่อเชื่อม Flexible Conduit และท่อ Flexible Conduit เองมี Electrical Continuity อย่างดีโดยตลอดมิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวน

6.15 การฝังท่อร้อยสายในดินต้องหุ้มท่อร้อยสายด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 50 มิลลิเมตรโดยรอบท่อ

6.16 ท่อร้อยสายทุกแบบต้องถูกยึดหรือตรึงไว้อย่างแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 2.40 เมตร และไม่เกิน 0.30 เมตร จาก Boxes หรือ Panel Board โดยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะและ/หรือโดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

6.17 ระหว่างการก่อสร้างและเทคอนกรีตท่อร้อยสายที่วางเพื่อให้ฝังอยู่ในคอนกรีต จะต้องถูกกระชับให้แน่นโดยวิธีเหมาะสมและไม่ก่อปัญหาให้แก่ผู้รับจ้างด้านก่อสร้างเมื่อมี Stub-Up เหล่านั้นให้แนบระยะห่างระหว่าง Stub-Up ให้พอดีกับการที่จะสวมปลาย Stub-Up เข้ารูด้านข้างของ Outlet, Junction หรือ Pull Box โดยไม่ต้องงอหรือบีบรัด Stub-Up ในภายหลัง

6.18 ท่อร้อยสายที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดานจะต้องติดตั้งและยึดแนบอยู่ในพื้น Slab ห้ามเดินโดยวางอยู่กับฝ้าเพดานหรือห้อยอยู่กับพื้น Slab

6.19 ท่อร้อยสายที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดานชนิดตะแกรงที่สามารถมองเห็นได้จะต้องมีการทาสีดำที่ท่อเพื่อให้สอดคล้องกลมกลืนกับงานสถาปัตยกรรมที่มีการทาสีดำที่ท้องพื้นคอนกรีต

6.20 เมื่อวางท่อร้อยสายเสร็จแต่ยังปฏิบัติงานขั้นตอนต่อไปกับท่อร้อยสายนั้นไม่ได้ให้เคลือบส่วนของท่อที่ได้ทาปเกลียวไว้ด้วยสี Enamel เพื่อกันสนิมและปิดปากท่อด้วยปลั๊กหรือฝาเกลียวให้มิดชิด

6.21 ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้วให้ตรวจดูว่าท่อไม่ดันหากมีท่อใดดันให้แก่ไขทันทึ โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง

6.22 ให้ใช้ท่อ RSC บริเวณที่เป็น Hazardous Location

6.23 ขนาดของท่อร้อยสายที่ใช้จะต้องมีสายไฟคิดตามพื้นที่หน้าตัดแล้วไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ (ในกรณีชนิด 3 Phase, 4 Wire, Ground) แต่ในกรณีมีสายไฟน้อยกว่า 4 เส้นจะคิดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท.

6.24 การติดตั้งชุดท่อร้อยสายหุ้มคอนกรีตของสายไฟฟ้าแรงสูง (Duct Bank) และช่องคนลอด (Manhole) ให้ติดตั้งตามแบบที่กำหนด

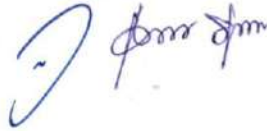


7. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องประกันความเสียหายที่เกิดกับ ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit for Electrical Systems) ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซม ให้ใช้งานได้ตลอดระยะเวลาการประกัน

8. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องฝึกอบรมช่างเทคนิค และผู้เกี่ยวข้องให้สามารถใช้และบำรุงรักษาท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit for Electrical Systems) ได้อย่างถูกต้อง



หมวดที่ 7 : รางเคเบิล

1. วัตถุประสงค์

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ การผลิต และการติดตั้งสำหรับอุปกรณ์ รางเคเบิล สำหรับงานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

2. มาตรฐานที่กำหนด

2.1 รางเคเบิลติดตั้งต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้า ยอมรับได้ เช่น มาตรฐาน IEC, BS, ANSI, NEMA, DIN, VDE, UL

2.2 รางเคเบิล ต้องผลิตโดยโรงงานผลิตภายในประเทศ ที่ผลิตรางเคเบิลอยู่เป็นประจำโดยดำเนินการผลิตมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และโรงงานที่ดำเนินการผลิตต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO9000 หรือ ISO 9001 เพื่อให้มั่นใจว่าชิ้นส่วนและรางเคเบิลได้รับการผลิตอย่างมีคุณภาพ

2.3 กรณีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปของระบบไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบ การประกอบการทดสอบและวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

2.3.1 MEA – Metropolitan Electricity Authority

2.3.2 NFPA – National Fire Protection Association

2.3.3 IEC – International Electro Technical Commissions

2.3.4 มอก. – สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.3.5 วสท. – มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุด

3. ขอบเขต

3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาพร้อมติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ รางเดินสายตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ติดตั้ง, วางแผนการติดตั้งและแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ในการติดตั้งให้สำเร็จลุล่วง

3.3 ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งเอกสารดังต่อไปนี้เพื่อขออนุมัติ

3.3.1 เอกสารแสดงรายละเอียดทางเทคนิค และแคตตาล็อกของรางเคเบิล

3.3.2 และอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งและทดสอบ



4. คุณสมบัติ...

4. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

4.1 รางเคเบิลพร้อมฝาปิดราง ต้องทำ จากเหล็กชุบ Hot Dip Galvanized มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักสายได้เต็มที่โดยไม่บิดเบี้ยวโดยมีความหนาของราง ไม่น้อยกว่า 1.60 มิลลิเมตร ขอบข้างรางหนาไม่น้อยกว่า 2.00 มิลลิเมตร และชั้นของรางจะต้องเรียบโดยไม่มีความคมของขอบเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิล อันเนื่องจากการลากสายติดตั้ง ตัวรางประกอบพร้อมฝาปิดพร้อมสกรู

4.2 อุปกรณ์ประกอบการติดตั้งระบบช่องเดินสายบนพื้นผิวได้แก่ ข้อต่อตรง ข้องอ หรืออื่น ๆ จะต้องใช้ชนิดที่ได้มาตรฐานและมีการผลิตจากโรงงานผู้ผลิตเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดำเนินการทำการผลิตเองที่หน้างาน และต้องสามารถใช้งานได้ดีตามที่ต้องการเท่านั้น

5. ความต้องการทั่วไป

5.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบบริเวณที่จะทำการติดตั้งและแนวเส้นทาง ของระบบรางเคเบิล หากบริเวณนั้นมีข้อบกพร่องจากการก่อสร้างซึ่งไม่ตรงกับรายละเอียดที่ได้รับการอนุมัติให้ใช้ ผู้รับจ้างต้องแจ้งแก่ผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้งและดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามข้อกำหนด

5.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบช่องว่างที่ติดตั้งระบบรางเคเบิล ต้องทำการอุดปิดด้วย Sealant ตลอดแนวด้วยวัสดุอุดป้องกันไฟ

5.3 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบให้มั่นใจว่าสภาพแวดล้อมมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับการติดตั้ง

6. การติดตั้ง

6.1 การออกแบบนี้ ได้ออกแบบและพิจารณาด้านความปลอดภัย ความประหยัด ความสะดวกในการติดตั้ง และความสวยงามตามแบบของสถาปนิก แต่ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องตัดสินใจ แนววางระบบรางเคเบิล และต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านสถาปนิก และด้านการก่อสร้าง เพื่อสามารถติดตั้งระบบรางเคเบิลให้เหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดีที่สุดตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง

6.2 รางเคเบิลจะต้องมีวิธีการติดตั้งตามที่ระบุในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 หรือตามฉบับล่าสุด

6.3 การต่อเนื่องถึงกัน (Bonding) การใช้รางเคเบิล สำหรับวางสายไฟฟ้า โดยรางเป็นโลหะจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดิน ไม่ให้มีการขาดตอนได้ ข้อต่อระหว่างรางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท และมีสายไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร เชื่อมรางเคเบิลจะต้องมีความต้านทานกระแสต่ำตลอดระยะทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

6.4 ห้ามไม่ให้มีการต่อสายไฟ ในรางเคเบิล ทุกชนิด



6.5 การเดินสาย...

6.5 การเดินสายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคงด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับชนิดของสาย

6.6 ถ้ามีสายไฟที่ใช้งานแบบวงจรต่อขนานเดินในรางเดินสายต้องจัดสาย สำหรับวงจรต่อขนานนั้นรวมเป็นชุด ๆ โดยแต่ละชุดมีสายไฟแต่ละเฟสสายศูนย์ไม่เกิน 1 เส้น และสายดิน(หากมี) ครอบคลุมในแต่ละชุดห้ามเดินเรียงเฟสเดียวกันหลาย ๆ ชุด

6.7 ในการออกแบบ และหาขนาดการนำกระแสของตัวนำ จะใช้การวางตัวนำชิดกันแบบสามเหลี่ยมและห่างกันไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 หรือตามฉบับล่าสุด

6.8 จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางเดินสายแต่ละขนาด และการจัดวางสายในรางเดินสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 หรือตามฉบับล่าสุด ที่ติดตั้งเท่านั้นโดยไม่มีการเพิ่ม

6.9 ห้ามติดตั้งสายเคเบิลแรงดันต่ำ ในรางเคเบิลเดียวกันกับสายเคเบิลแรงสูง

6.10 ในกรณีที่ติดตั้งโดยใช้สาย เคเบิลแกนเดียว สายเส้นไฟและนิวทรัลของแต่ละวงจร ต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่ม และสายต้องมัดเข้าด้วยกันเพื่อป้องกันการเกิดกระแสไม่สมดุลเนื่องจากการเหนี่ยวนำ

6.11 สายและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้อนุญาตให้ติดตั้งได้ในรางเคเบิลได้ แต่ต้องดำเนินการติดตั้งตามวิธีการและข้อกำหนดของการเดินสายหรือของอุปกรณ์นั้น ๆ

6.11.1 สายเคเบิลชนิด เอ็มไอ ชนิด MC AC

6.11.2 สายเคเบิลแกนเดียวชนิดมีเปลือกนอกขนาดไม่เล็กกว่า 25 ตารางมิลลิเมตร

6.11.3 สายดินทุกขนาด

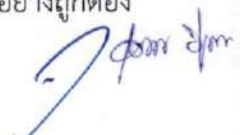
6.11.4 สายเคเบิลหลายแกนในระบบแรงสูงและแรงต่ำทุกขนาด

7. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องประกันความเสียหายที่เกิดกับ รางเคเบิล ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานได้ ตลอดระยะเวลาการประกัน

8. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องฝึกอบรมช่างเทคนิค และผู้เกี่ยวข้องให้สามารถใช้และบำรุงรักษา รางเคเบิลได้อย่างถูกต้อง



หมวดที่ 8 : กล่องและอุปกรณ์ประกอบสำหรับงานระบบไฟฟ้า
(Boxes For Electrical Sysms)

1. วัตถุประสงค์

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ การผลิต และการติดตั้งสำหรับกล่องและอุปกรณ์ประกอบสำหรับงานระบบไฟฟ้า (Boxes For Electrical Sysms) สำหรับงานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างลานจอด 1 งาน ท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

2. มาตรฐานที่กำหนด

2.1 กรณีมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปของระบบไฟฟ้าและสื่อสารจะต้องได้รับการออกแบบการประกอบทดสอบและวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

2.1.1 PEA - Provincial Electricity Authority

2.1.2 MEA - Metropolitan Electricity Authority

2.1.3 NFPA - National Fire Protection Association

2.1.4 IEC - International Electro Technical Commissions

2.1.5 มอก.- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.1.6 วสท.- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงล่าสุด

3. ขอบเขต

3.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา ติดตั้ง และตรวจสอบระบบระบบกล่องและอุปกรณ์ประกอบสำหรับงานระบบไฟฟ้า พร้อมวัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ อย่างสมบูรณ์ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบและข้อกำหนดที่จะได้กล่าวถึงต่อไป ให้สามารถใช้งานได้ดีและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

3.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง ระบบกล่องและอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้า ตามข้อกำหนดจนแล้วเสร็จ และส่งมอบตามสัญญารายละเอียดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งระบบกระจายสายแรงต่ำ อันประกอบด้วย ท่อร้อยสายไฟ (Conduit), สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Cable) และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

3.3 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการปรับหรือเสริมโครงสร้างเพิ่มเติมให้สามารถติดตั้งระบบกล่องและอุปกรณ์ประกอบสำหรับงานระบบไฟฟ้า ในห้องและพื้นที่ที่เตรียมไว้ให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์โดยไม่คิดราคาเพิ่ม

3.4 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายเกี่ยวกับโครงสร้างตัวอาคาร ที่อาจเกิดขึ้นจากความไม่รอบคอบหรือพลั้งเผลอในการติดตั้งระบบกระจายสายแรงต่ำ

