

กรมท่าอากาศยาน

กระทรวงคมนาคม



รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง
โครงการปรับปรุงต่อเติมอาคารที่พักผู้โดยสาร
ท่าอากาศยานนครพนม
จังหวัดนครพนม

เล่มที่ 2/2

มีนาคม พ.ศ. 2562

2. สายไฟฟ้าแรงสูง

2.1 ทัวไป

วัตถุประสงค์สายไฟฟ้าแรงสูงและการติดตั้ง ให้เป็นไปตามกฎระเบียบของการไฟฟ้าฯ และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฉบับล่าสุด

2.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้ดำเนินการติดต่อกับการไฟฟ้าฯ มาทดสอบสายแรงสูงดังกล่าว จนเรียบร้อย ซึ่งค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานดังกล่าว รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ให้ถือรวมอยู่ในงานของผู้รับจ้าง ซึ่งไม่สามารถคิดงานเพิ่มเติมใดๆ ได้

2.3 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฉบับล่าสุด ส่วนการตัดต่อหรือแยกสายไฟฟ้าแรงสูง ให้ทำตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ เท่านั้น การต่อสายตัวนำให้ใช้ปลอก ชนิดแรงกลอัด (Compression Connector) และหุ้มส่วนตัวนำด้วยชุดฉนวน (Splicing Kit) และติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัท ผู้ผลิต

2.4 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องให้การไฟฟ้าฯ ทดสอบอุปกรณ์แรงสูงต่างๆ รวมทั้งตรวจวัดค่าความต้านทาน ของฉนวนสายไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์ ที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับได้

3 Unit Substation

3.1 ทัวไป

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ สร้างและการติดตั้ง Unit Substation ประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนสวิตช์เกียร์แรงสูง ส่วนหม้อแปลง และส่วนสวิตช์เกียร์แรงต่ำ

ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC และไม่ขัดต่อมาตรฐาน การไฟฟ้าฯ

3.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Unit Substation และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

Unit Substaion มีข้อมูลทางด้านเทคนิค อยู่ 2 ประเภท คือ

(1) Unit Substation เป็นชนิด TYPE TESTED ASSEMBLY (TTA) ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC 62271-202

(2) Unit Substation ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC 62271-202 (Local)

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 Unit Substation เป็นชนิด TYPE TESTED ASSEMBLY (TTA) ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC 62271-202

3.3.1.1 ทั่วไป

อุปกรณ์ในแต่ละส่วนจะอยู่ใน Separate Compartment ที่สามารถกันน้ำ (Weatherproof Enclosure) การจัดเรียงส่วนแรงสูงและส่วนแรงต่ำอยู่ด้านปลายแต่ละด้านของ Unit Substation มีประตูแยกสำหรับแต่ละส่วนพร้อมกุญแจประตูเป็น Master Key

ตู้ Housing จะต้องทำจาก

- เหล็กแผ่นพ่นสีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 mm. พ่นสีตามความต้องการลูกค้า
- ฐานทำด้วยเหล็ก 4 mm. ชุบกัลป์วาไนท์ (HOT DIP GALVANIZE)
- หลังคาสามารถรับ Load ได้ไม่ต่ำกว่า 2500 N/m²
- IP ระบบป้องกันแต่ละส่วน IP
- MV และ LV IP 44
- Transformer IP 33
- ระบายความร้อนจะต้องได้ Class 10

ขนาดของ Unit substation หากไม่ได้ระบุในแบบ ต้องไม่ต่ำกว่า

ยาว 3300 mm.

กว้าง 2000 mm.

สูง 2400 mm.

การกำหนดขนาดส่วนสวิตช์เกียร์แรงสูงต้องเตรียมเนื้อที่ที่สามารถติดตั้ง Ring Main Unit ได้ ส่วนหม้อแปลงมี ขนาด ไม่เกิน 1,000 kVA หรือตามขนาดมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง
ตู้ Enclosure ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่อไปนี้

- Common clause for high voltage switchgear and low voltage switchgear IEC 60694
- Self – contained medium voltage apparatus IEC 62271-200
- Ac switches and earthing switches IEC 60129
- Switches and disconnectors IEC 60265
- Combined switch / disconnectors IEC 60420
- High voltage fuses IEC 60420
- High voltage test procedures IEC 60060
- Distribution substation up to 52 kV IEC 61330 OR 62271-202 (1st edition JUNE,06)
- Classification of degrees of protection for enclosures IEC 60529
- Transformer IEC 60076-1

- LV switchboard IEC 60439-1
- Altitude : Less than 1000 meters above mean sea level
- Temperature : from - 25⁰C to + 40⁰ C
- Operation in very hot climates + 50⁰C or + 60⁰C derating of MV and LV switchboards.

ยกเว้น กรณีที่ตู้ Enclosure ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตที่ได้รับใบอนุญาตการผลิต (License) หรือเป็นบริษัทสาขา (Subsidiary) หรือเป็นบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) ของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมี Type Test Report อนุญาตให้นำมาใช้ได้ หากผู้ออกแบบ หรือผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่าการออกแบบ วิธีการผลิต และการทดสอบ เป็นรุ่นเดียวกันทุกประการ

4.3.1.2 รายละเอียดแต่ละส่วนของ Unit Substation มีรายละเอียดดังนี้

(1) สวิตช์เกียร์แรงสูงใช้ชนิด 24 SF6-Insulated Ring Main Unit มีคุณสมบัติดังนี้

Rated Voltage	24 kV.
Number of Phase	3 phase
Rated Impulse Withstand Voltage	125 kV.
Rated Power Frequency Withstand Voltage	50 kV.
For Cable Feeder	
Rated Normal Current	630 A
Rated Short Time Current (1 sec)	16 kA.. At 24 kV.
Rated Short Circuit Making Current	40/20 kA. At 40 kA. At 24 kV.
For transformer Feeder	
Rated Normal Current	CB 200 A OR Hrc fuse
Rated Breaking Capacity	16 kA. At 24 kV.

ส่วนไฟฟ้าแรงสูงจะต้องห่อหุ้มโดยมี Protection Class IP 67

สวิตช์ด้าน Cable Feeder เป็นชนิด On-Load กลไกเป็น Spring Charge Manual Operated พร้อมบอกตำแหน่งของสวิตช์ จัดเตรียมติดตั้ง Remote On-Off Operation ได้ในอนาคต Earthing Switch ต้องมี Rated Short Circuit Making Current ไม่น้อยกว่า 40 kA.Peak พร้อมกัน และมี Padlock ที่สวิตช์ทุกตัว เพื่อให้ล็อกได้ทั้งในตำแหน่งเปิดและปิด

สวิตช์ด้าน Transformer Feeder เป็นชนิด Circuit Breaker Or Fuse Combination จะต้องสามารถป้องกันการ Short Circuit ได้ระบบตัดตอนของ Circuit Breaker จะต้องไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟภายนอก จะต้องเตรียม Cable Connection เป็นชนิด Touchable อยู่ภายใน Cable Compartment ซึ่งอยู่ด้านหน้าของ Ring Main Unit ลักษณะของ Cable Connection เป็น Reconnectable และด้าน Cable Feeder ต้องใช้ชนิด Bolt-On Type และ Plug In Type ขนาดเหมาะสมกับสายใต้ดิน 12/20 kV. Single Core Copper Cable, Crosslinked Polyethylene Polyethylene Insulated, Copper Wire Screen and PE Jacketed อุปกรณ์ประกอบมีดังนี้

- Voltage Indicating Lamp ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder

- Fault Indicator ชนิด Automatic Time Reset ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder ใช้จำนวน 1 ชุดมีค่า Trip Current 800-1000A และค่า Time Reset 4 ชั่วโมง ตัวบอกสถานะจะต้องอยู่นอก Cable Compartment และเห็นได้ง่ายจากด้านหน้าของ Ring Main Unit (กรณีที่ทำระบบ Ring Loop)
- Pressure Gauge หรือเทียบเท่า
- จุดทดสอบ Cable Feeder
- Lifting Facilities
- จุดต่อสายดินอย่างน้อย 2 จุด

(๒) หม้อแปลงใช้ชนิด Outdoor Sealed Tank Type ผนวมน้ำมัน โดยต้องจัดทำ Sump สำหรับ รั่ว น้ำมันหรือของเหลวจากหม้อแปลงกรณีที่เกิดการรั่ว ขนาดของ Sump ต้องเหมาะสมกับหม้อแปลงขนาด 1,000 kVA หรือตามขนาด TRANSFORMER ที่ระบุในแบบ ส่วนที่ต่อสายแรงสูงและแรงต่ำ หากสัมผัสได้ จะต้องหุ้มโดยมี Protection Class ไม่น้อยกว่า IP 31 หม้อแปลงที่ใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

พิกัดต่างๆของหม้อแปลงไฟฟ้า ให้เป็นไปตามแบบ และ รายการประกอบแบบเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า

พิกัดเพิ่มเติม

- Limits of observable temperature rise :

Winding	:	Not exceed 55 องศา C
Top oil	:	Not exceed 50 องศา C

หม้อแปลงไฟฟ้า มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- Off-Load Changer ติดตั้งที่ Tank Cover พร้อมแสดงตำแหน่ง 1-5 โดยตำแหน่ง 1 เป็น Tap Voltage สูงสุด
- Pressure-Vacuum Gauge Provision ประกอบด้วย Inch NPT (American Standard Taper Pipe Threads , ANSI B2.1 or equal) Female Opening พร้อมปลั๊กที่ทนการกัดกร่อน
- Manual Pressure Relief Fitting ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Pressure Relief Device มีอัตราการไหลอย่างน้อย 350 SCFM ที่แรงดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Nameplate
- Dial – Type Thermometer with Maximum Pointer
- Drain, Filter Press, and Sampling Valve
- Upper Filter Cap เป็นหัวหกเหลี่ยม
- Magnetic Liquid – Level Gauge
- Lifting Facilities
- Tank Grounding Pad

(3) สวิตช์เกียร์แรงต่ำ ประกอบด้วย

- Main Circuit Breaker มีขนาด Ampere Trip (AT) ใช้ตามขนาดตามระบุในแบบ และสามารถปรับค่าหรือถอดเปลี่ยน Tripping Module ได้จนถึงค่า Ampere Frame

- Outgoing Feeder เป็น Circuit Breaker
- Busbar ทองแดงและทุกส่วนที่มีไฟจะต้องหุ้มฉนวนหรือป้องกันการสัมผัสโดยมี IP 20 ระหว่างการทำงานปกติจะต้องป้องกันมิให้ไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ ขนาด Busbar เลือกตาม Ampere Frame ของ Main Circuit Breaker
- เครื่องวัดที่ Incoming Feeder ประกอบด้วยอุปกรณ์ Digital Meter CV,A, WH,VARH,KW,KVAR)พร้อม Current Transformer ความละเอียด Class 1

4.3.1.3 การทดสอบ

ประกอบด้วย

- ให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน IEC 62271-200

๔.๓.๒ Unit Substation ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC 62271-202 (Local)

๔.๓.๒.๑ ทิวไป

อุปกรณ์ในแต่ละส่วนจะอยู่ใน Separate Compartment ที่สามารถกันน้ำ (Weatherproof Enclosure)

การจัดเรียงส่วนแรงสูงและส่วนแรงต่ำอยู่ด้านปลายแต่ละด้านของ Unit Substation มีประตูแยกสำหรับแต่ละส่วนพร้อมกุญแจประตูเป็น Master Key

ตู้ Housing จะต้องทำจาก

- เหล็กแผ่นพ่นสีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 mm. พ่นสีตามความต้องการลูกค้า
- ฐานทำด้วยเหล็ก 4 mm. ชุบกัลป์วาไนท์ (HOT DIP GALVANIZE)
- หลังคาสามารถรับ Load ได้ไม่ต่ำกว่า 2500 N/m²
- IP ระบบป้องกันแต่ละส่วน IP
- MV และ LV IP 44
- Transformer IP 33
- ระบายความร้อนจะต้องได้ Class 10

ขนาดของ Unit substation หากไม่ได้ระบุในแบบ ต้องมีขนาดดังนี้

ยาว 3600 mm.

กว้าง 1800 mm.

สูง 2800 mm.

การกำหนดขนาดส่วนสวิตช์เกียร์แรงสูงต้องเตรียมเนื้อที่ให้สามารถติดตั้ง Ring Main Unit ได้
ตู้ Enclosure ต้องออกแบบตามมาตรฐานต่อไปนี้

- | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|
| ■ Common clause for high voltage switchgear and low voltage switchgear | IEC 60694 |
| ■ Self – contained medium voltage apparatus | IEC 62271-200 |
| ■ Ac switches and earthing switches | IEC 60129 |
| ■ Switches and disconnectors | IEC 60265 |
| ■ Combined switch / disconnectors | IEC 60420 |

- High voltage fuses IEC 60420
- High voltage test procedures IEC 60060
- Distribution substation up to 52 kV IEC 61330 OR 62271-202
(1st edition JUNE,06)
- Classification of degrees of protection for enclosures IEC 60529
- Transformer IEC 60076-1
- LV switchboard IEC 60439-1
- Altitude : Less than 1000 meters above mean sea level
- Temperature : from - 25⁰C to + 40⁰ C
- Operation in very hot climates + 50⁰C or + 60⁰C derating of MV and LV switchboards.

ยกเว้น กรณีที่ตู้ Enclosure ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตที่ได้รับใบอนุญาตการผลิต (License) หรือเป็นบริษัทสาขา (Subsidiary) หรือเป็นบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) ของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมี Type Test Report อนุญาตให้นำมาใช้ได้ หากผู้ออกแบบ หรือผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่าการออกแบบ วิธีการผลิต และการทดสอบ เป็นรุ่นเดียวกันทุกประการ

4.3.2.2 รายละเอียดแต่ละส่วนของ Unit Substation มีรายละเอียดดังนี้

(๑) สวิตช์เกียร์แรงสูงใช้ชนิด 24 SF6-Insulated Ring Main Unit มีคุณสมบัติดังนี้

Rated Voltage	24 kV.
Number of Phase	3 phase
Rated Impulse Withstand Voltage	125 kV.
Rated Power Frequency Withstand Voltage	50 kV.
For Cable Feeder	
Rated Normal Current	630 A
Rated Short Time Current (1 sec)	16 kA. At 24 kV.
Rated Short Circuit Making Current	40/20 kA. At 40 kA. At 24 kV.
For transformer Feeder	
Rated Normal Current	CB 200 A OR Hrc fuse
Rated Breaking Capacity	16 kA. At 24 kV.

ส่วนไฟฟ้าแรงสูงจะต้องห่อหุ้มโดยมี Protection Class IP 67

สวิตช์ด้าน Cable Feeder เป็นชนิด On-Load กลไกเป็น Spring Charge Manual Operated พร้อมบอกตำแหน่งของสวิตช์ จัดเตรียมติดตั้ง Remote On-Off Operation ได้ในอนาคต Earthing Switch ต้องมี Rated Short Circuit Making Current ไม่น้อยกว่า 40 kA.Peak พร้อมกัน และมี Padlock ที่สวิตช์ทุกตัว เพื่อให้ล็อกได้ทั้งในตำแหน่งเปิดและปิด

สวิตช์ด้าน Transformer Feeder เป็นชนิด Circuit Breaker Or Fuse Combination จะต้องสามารถป้องกัน Short Circuit ได้ระบบตัดตอนของ Circuit Breaker จะต้องไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟภายนอก

จะต้องเตรียม Cable Connection เป็นชนิด Touchable อยู่ภายใน Cable Compartment ซึ่งอยู่ด้านหน้าของ Ring Main Unit ลักษณะของ Cable Connection เป็น Reconnectable และด้าน Cable Feeder ต้องใช้ชนิด Bolt-On Type และ Plug In Type ขนาดเหมาะสมกับสายใต้ดิน 12/20 kV. Single Core Copper Cable, Crosslinked Polyethylene Polyethylene Insulated, Copper Wire Screen and PE Jacketed อุปกรณ์ประกอบมีดังนี้

- Voltage Indicating Lamp ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder
- Fault Indicator ชนิด Automatic Time Reset ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder ใช้จำนวน 1 ชุดมีค่า Trip Current 800-1000A และค่า Time Reset 4 ชั่วโมง ตัวบอกสถานะจะต้องอยู่นอก Cable Compartment และเห็นได้ง่ายจากด้านหน้าของ Ring Main Unit (กรณีที่ทำระบบ Ring Loop)
- Pressure Gauge หรือเทียบเท่า
- จุดทดสอบ Cable Feeder
- Lifting Facilities
- จุดต่อสายดินอย่างน้อย 2 จุด

(2) หม้อแปลงใช้ชนิด Outdoor Sealed Tank Type ฉนวนน้ำมัน โดยต้องจัดทำ Sump สำหรับ รั่วน้ำมันหรือของเหลวจากหม้อแปลงกรณีที่เกิดการรั่ว ขนาดของ Sump ต้องเหมาะสมกับหม้อแปลงขนาด 1,500 kVA หรือตามขนาด TRANSFORMER ที่ระบุในแบบ ส่วนที่ต่อสายแรงสูงและแรงต่ำ หากสัมผัสสได้จะต้องหุ้มโดยมี Protection Class ไม่น้อยกว่า IP 31 หม้อแปลงที่ใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

พิกัดต่างๆของหม้อแปลงไฟฟ้า ให้เป็นไปตามแบบ และ รายการประกอบแบบเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า

พิกัดเพิ่มเติม

- **Limits of observable temperature rise :**

Winding	:	Not exceed 55 องศา C
Top oil	:	Not exceed 50 องศา C

หม้อแปลงไฟฟ้า มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- Off-Load Changer ติดตั้งที่ Tank Cover พร้อมแสดงตำแหน่ง 1-5 โดยตำแหน่ง 1 เป็น Tap Voltage สูงสุด
- Pressure-Vacuum Gauge Provision ประกอบด้วย Inch NPT (American Standard Taper Pipe Threads , ANSI B2.1 or equal) Female Opening พร้อมปลั๊กที่ทนการกัดกร่อน
- Manual Pressure Relief Fitting ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Pressure Relief Device มีอัตราการไหลอย่างน้อย 350 SCFM ที่แรงดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Nameplate
- Dial – Type Thermometer with Maximum Pointer
- Drain, Filter Press, and Sampling Valve
- Upper Filter Cap เป็นหัวหกเหลี่ยม
- Magnetic Liquid – Level Gauge

- Lifting Facilities
 - Tank Grounding Pad
 - (4) สวิตช์เกียร์แรงต่ำ ประกอบด้วย
 - Main Circuit Breaker มีขนาด Ampere Trip (AT) ใช้ตามขนาดตามระบุในแบบ และสามารถปรับค่าหรือถอดเปลี่ยน Tripping Module ได้จนถึงค่า Ampere Frame
 - Outgoing Feeder เป็น Circuit Breaker
 - Busbar ทองแดงและทุกส่วนที่มีไฟจะต้องหุ้มฉนวนหรือป้องกันการสัมผัสโดยมี IP 20 ระหว่างการทำงานปกติจะต้องป้องกันมิให้ไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ ขนาด Busbar เลือกตาม Ampere Frame ของ Main Circuit Breaker
 - เครื่องวัดที่ Incoming Feeder ประกอบด้วยอุปกรณ์ Digital Meter CV,A, WH,VARH,KW,KVAR)พร้อม Current Transformer ความละเอียด Class 1
- 4.3.2.3 การทดสอบ
ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน IEC 62271-200

4. หม้อแปลงไฟฟ้า

4.1 ทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานของ VDE และเป็นไปตามกฎ และระเบียบการไฟฟ้าฯ เป็นหม้อแปลง ชนิดจุ่มน้ำมัน (Oil Type)

4.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดการหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดจุ่มในน้ำมันสำหรับใช้นอกอาคาร (Oil Immerse Transformer) รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ตามที่แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

4.3 มาตรฐาน

หม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องได้รับการผลิต และทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC 60076 (2000), ANSI/IEEE C57.12, มอก.384-2543 หรือมาตรฐานเทียบเท่าที่ได้รับความเห็นชอบ ผู้ผลิตจะต้องมีระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001, ระบบบริหารสิ่งแวดล้อม ISO 14001 และมีผลการทดสอบลัดวงจร (Short Circuit Test) ซึ่งได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีความน่าเชื่อถือ ตลอดจนได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)

4.4 ความต้องการทางด้านเทคนิค

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ติดตั้ง จะต้องมีความและลักษณะสำคัญตามค่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ โดยเป็นค่าที่ประกอบการติดตั้งใช้งานที่ระดับความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง อุณหภูมิปกติเฉลี่ยสูงสุด 40 C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 90 %

4.4.1 คุณสมบัติและสมรรถนะ

- 1) ชนิด : หม้อแปลงชนิดจุ่มในน้ำมัน เต็มน้ำมันเต็ม ไม่มี
โพรงอากาศ, ใช้งานภายนอกอาคาร
Hermetically Sealed Type
- 2) ชนิดการระบายความร้อน : ระบายความร้อนด้วยอากาศ (ONAN)
- 3) จำนวนเฟส : 1 หรือ 3 เฟส ตามที่ระบุในแบบ
- 4) ขนาดพิกัด : ตามที่ระบุในแบบ kVA
- 5) ความถี่ : 50 Hz.
- 6) พิกัดแรงดัน
 - ด้านแรงสูง : 22,000 V หรือ 33,000 V ตามที่ระบุในแบบ
 - ด้านแรงต่ำ : 400/230 V หรือ 230 V ตามที่ระบุในแบบ
- 7) แท็ปปรับแรงดันด้านแรงสูง : $\pm 2 \times 2.5$ % (กฟภ.)
- 8) ค่าความสูญเสียของหม้อแปลง
 - ที่แกนเหล็ก : Medium Loss (สำหรับ kVA ที่ระบุในแบบ)
 - ที่ชุดขดลวดเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัดที่ 75 °C : Medium Loss (สำหรับ kVA ที่ระบุในแบบ)
- 9) อิมพีแดนซ์หม้อแปลง : 4 % หรือ 6%
- 10) BASIC INSULATION LEVEL (BIL) : 125 kV หรือดีกว่า
- 11) ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเมื่อจ่ายโหลดต่อเนื่องที่พิกัดหม้อแปลง
 - ในชุดขดลวด : ไม่เกิน 65° C
 - Top Oil : ไม่เกิน 60° C
- 12) Hottest Spot Winding Temp Rise : ไม่เกิน 85° C
- 13) Audible Sound Levels : ให้ระบุในแบบที่เสนอขออนุมัติ

4.4.2 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งในโครงการ จะต้องมีการก่อสร้างที่ประกอบด้วย

- 1) ตัวถังเป็นชนิด Corrugated tank ที่ทำจากเหล็กที่ประกอบขึ้นเป็นรูปแล้ว สามารถกันการรั่วซึมของฉนวนน้ำมันได้ ที่ตัวถังจะต้องมีหูหิ้วเพื่อใช้ในการยกขึ้น ประกอบการติดตั้ง และเมื่อประกอบเสร็จแล้วทุกพื้นผิวของตัวถัง จะต้องได้รับการทำความสะอาดอย่างทั่วถึงก่อนทำการทาสีพื้นผิวภายในของตัวถัง และจะต้องทาสีด้วยสีทนต่อการทำลายของฉนวนน้ำมัน และพื้นผิวภายนอกของตัวถังจะต้องทาสีรองพื้นก่อน แล้วทาทับด้วยสีที่เป็น Weather Resistant Coated โครงสร้างของถังส่วนที่เป็นการระบายความร้อนด้วยวิธี Natural air-cooled ได้
- 2) แกนเหล็กของหม้อแปลงจะต้องทำจากเหล็กซิลิกอนที่มีคุณภาพสูงไม่เสื่อมสภาพ และมีค่า Permeability สูง แกนเหล็กของหม้อแปลงประกอบด้วย เหล็กซิลิกอนแผ่นบางจะมีการฉาบเคลือบไว้ด้วยฉนวนที่ทนต่อความร้อน การตัดและเรียงเหล็กเป็นแบบ Step Lap Stacking Core จัดเรียงแกนเหล็กโดยใช้ Stacking table

เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อน และแอนตัวในระหว่างการจัดเรียง แกนเหล็กของหม้อแปลงจะต้องจับยึดเข้าด้วยกันให้มั่นคงแข็งแรงไม่ให้เคลื่อนออกจากตำแหน่งที่ได้จัดวางไว้เมื่อทำการขนส่ง และเพื่อเป็นการลดเสียงสั่นที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

- 3) ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบอย่างดี และทันสมัย ซึ่งระดับการฉนวนขดลวดต้องเหมาะสมกับพิกัดแรงดัน และ insulation level ของหม้อแปลง ขดลวดแรงสูงทำจากลวดทองแดงกลมอาบน้ำยา หรือลวดทองแดงแบน หุ้มฉนวนพันเป็นลักษณะ long layer wiring และมีช่องทางการไหลเวียนของน้ำมันที่เพียงพอ โดยระหว่างชั้นของขดลวดจะต้องมีฉนวนกระดาษอย่างดีเหมาะสมกับแรงดันระหว่างชั้นขดลวด และที่ปลายขดลวดจะต้องมีการฉนวนเป็นพิเศษที่สามารถทนต่อ Abnormal Line Disturbance ขดลวดแรงต่ำทำจาก copper foil และมีฉนวนระหว่างชั้นและช่องทางการไหลเวียนของน้ำมันเพียงพอ เครื่องจักรที่ใช้พันขดลวดต้องผลิตโดยเครื่องจักรที่ทันสมัยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ติดตั้งภายในห้องปรับอากาศ เพื่อควบคุมความชื้นและฝุ่นละออง อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ขดลวดมีคุณภาพต่ำลง
- 4) บุชชิ่งของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ส่วนของบุชชิ่งที่เป็น Porcelain จะต้องผิวเรียบเป็นชิ้นเดียวกันตลอด สีน้ำตาล เป็นบุชชิ่งที่ระดับแรงดันเดียวกันสามารถเปลี่ยนแทนกันได้ สำหรับบุชชิ่งด้านแรงสูงจะต้องมี Full Wave Peak Impulse Withstand or BIL ที่ไม่ต่ำกว่า 125 kV สำหรับระบบแรงดัน 22 kV
- 5) ฉนวนน้ำมันหม้อแปลงเป็น Mineral Oil ที่ผ่านการ Purify ก่อนการบรรจุลงถึงหม้อแปลง ต้องมีค่า Dielectric Strength ไม่ต่ำกว่า 35 kV โดยวิธีทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC หรือมาตรฐานเทียบเท่า และค่า Dielectric Strength ของฉนวนน้ำมันที่บรรจุลงในหม้อแปลงที่ผลิตใหม่จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 28 kV เมื่อวัดโดยวิธีตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC ที่เกี่ยวกับวิธีการทดสอบมาตรฐานของฉนวนน้ำมัน
- 6) กระบวนการอบไล่ความชื้นไส้หม้อแปลง ต้องทำภายใต้สภาวะสุญญากาศ ผู้ผลิตจะต้องมีกระบวนการที่สามารถทำให้เชื่อได้ว่าฉนวนระหว่างชั้นสามารถถูกทำให้ไล่ความชื้นได้อย่างทั่วถึงทุกชั้นโดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ความชื้นสามารถถูกนำพาออกจากฉนวน เพื่อป้องกันการสะสมความชื้นในชั้นภายในของขดลวด และการเติมน้ำมัน (Oil Filling) ต้องทำการเติมในทันทีที่ทันใต้สภาวะสุญญากาศ หลังทำการอบไล่ความชื้นโดยมิให้ในกระบวนการทำให้ไส้หม้อแปลงสัมผัสกับอากาศได้ (การอบไล่ความชื้นและการเติมน้ำมันต้องอยู่กระบวนการเดียวกัน ภายใต้สภาวะสุญญากาศ)

4.4.3 อุปกรณ์ประกอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่จะต้องประกอบด้วย อุปกรณ์เหล่านี้

- 1) H.V. and L.V. Bushing with terminal connectors
- 2) Arcing horns (stainless steel)

- 3) Tap Changer
 - 4) Name Plate
 - 5) Lifting Lugs
 - 6) Earthing terminal
 - 7) Oil Level Indicator
 - 8) Lifting Eyes
 - 9) Oil Check Valve
 - 10) Oil Filling Pipe
 - 11) Oil Thermometer with alarm and trip contact (สำหรับ 1000 KVA ขึ้นไป)
- อุปกรณ์นอกเหนือจากที่ระบุให้ขึ้นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

4.5 การติดตั้ง

ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบทุกประการ โดยติดตั้งบนฐานคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการตอกเข็มหรือฐานแผ่ตามมาตรฐาน กฟภ. สูงจากระดับพื้น 150 มม หรือตามขนาดที่หน่วยงานได้มีการติดตั้งไว้ก่อนแล้ว

4.6 การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาติดตั้งต้องเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าได้รับการผลิตและประกอบสำเร็จที่โรงงานผู้ผลิต และหม้อแปลงต้องผ่านการทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิตและมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานด้วย ผู้รับจ้างต้องรายงานผลการทดสอบดังกล่าวต่อการไฟฟ้าฯ และผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาขออนุมัติติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างส่งหนังสือรับรองดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้าง 3 ชุด เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จและมีการตรวจสอบโดยการไฟฟ้าฯ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น

ส่วนการทดสอบภายในโรงงาน มีดังต่อไปนี้

Routine Tests

- 1) Insulation Resistance Test
- 2) Applied Potential Test
- 3) Induced Potential Test
- 4) Ratio Test on the Rated Voltage Connections and on all Tap Connection
- 5) Polarity and Phase-relation Test
- 6) No-load Loss
- 7) Full-load Loss
- 8) Exciting Current
- 9) Impedance Voltage
- 10) Oil Test

ส่วนการทดสอบ ณ ที่ติดตั้งคือ

- 1) พิจารณาการทำงานจากลักษณะภายนอก ด้วยสายตาและตรวจสอบมิติ
- 2) ทดสอบฉนวนระหว่างขดลวดและขดขวด และขดลวดเทียบกับดิน
- 3) ตรวจสอบค่า Insulation Resistance
- 4) ทดสอบระบบควบคุมและระบบตรวจสอบต่างๆ

4.7 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือในการติดตั้ง การใช้งาน การบำรุงรักษา และแบบแปลนหม้อแปลงจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

5. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

5.1 ทั่วไป

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC ตัวย่อเป็นชนิด Dead-Front Modular Type of Standard Design และเป็นแบบที่การไฟฟ้าเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้ มีความต้องการทั่วไปดังต่อไปนี้

- 1) ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB), แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board, EDP) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Sub Distribution Board, SDB or Feeder Board)
- 2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ฯ พร้อมอุปกรณ์ต่างๆไว้ในห้องและ/หรือ สถานที่ที่จัดเตรียมไว้
- 3) การจัดสร้างแผงสวิตช์ ฯ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่า คุณสมบัติที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์ต้องมีคุณสมบัติ ใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนด
- 4) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตช์ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Circuit Breaker & Tie Circuit Breaker และ Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นได้ แต่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้าง
- 5) ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตช์ ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- 6) ขนาดของแผงสวิตช์ฯ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ/หรือ ในรายการให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหากสวิตช์ตัดตอน และอุปกรณ์อื่นที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาด ของแผงสวิตช์ให้ใหญ่ขึ้นโดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมที่จะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

5.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง แผงสวิตช์แรงต่ำและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ โดยทั่วไปแผงสวิตช์แรงต่ำแบ่งออกเป็นสองแบบ ตามลักษณะ

ของการทำงาน กล่าวคือ แบบแรกเรียกว่าแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ แบบที่สองเรียกว่า แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉกฉุน

5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

ตู้สวิตช์ตัดตอนแรงต่ำ มีข้อมูลทางด้านเทคนิค อยู่ 2 ประเภท คือ

5.3.1 ตู้สวิตช์ตัดตอนแรงดันต่ำ ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 (FULLY TYPE-TESTED) ชนิด LICENSEE FACTORY โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1.1 ทั่วไป

การสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านการทำแผงสวิตช์ฯ และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 (FULLY TYPE-TESTED) ชนิด LICENSEE FACTORY มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก. 1436 -2540) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2008

ก่อนประกอบแผงสวิตช์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

5.3.1.2 พิกัดของแผงสวิตช์ไฟฟ้า

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการสร้างตาม NEMA หรือ IEC STANDARD และไม่ขัดต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

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

5.3.1.3 ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ

แผงสวิตช์ฯประกอบเป็น COMPARTMENT รูปแบบ FORM 2B หรือตามที่ระบุในแบบ และมี DEGREE OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่าIP 30 หรือระบุในแบบ ตามIEC STANDARD

การประกอบแผงสวิตช์ฯ ต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้ โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วย

กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด

ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing)

การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

5.3.1.4 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ตามตารางมาตรฐาน IEC 60439-1

การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ, เฟสบี, และเฟสซี. โดยเมื่อมองเข้ามาจากด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียง จากหน้าไปหลัง หรือ จากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง

บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน ทั้งบัสบาร์เส้นดิน และ บัสบาร์เส้นศูนย์ ต้องมีความยาวตลอดเท่ากับความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุด บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ฯ ทุกส่วนๆ และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริษัท

Bus bar และ Holder ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA. หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolt และ Nut ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

5.3.1.5 สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ฯ

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐานและเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ฯ ช่วงเข้าอุปกรณ์ ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้าน ห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยกแก่การลอกหลุดหาย

5.3.1.6 Mimic Bus และ Nameplate

ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบ

ไฟฟ้าถูกฉนวนหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus และเป็นอักษรสีขาวโดยความสูงของอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

5.3.1.7 การทดสอบ

โรงงานผู้ผลิต จะต้องทำการทดสอบ(Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 439-1 ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)
3. ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
4. ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้

1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
3. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งานจริง พร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

5.3.1.8 เครื่องมือบำรุงรักษา

ที่ข้างแผงสวิตช์ฯ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้า 1 (หนึ่ง) อัน โดยมีประกับติดรัดไว้กับแผงสวิตช์ฯ ให้สูงประมาณ 1.80 ม. และให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้า (หนึ่ง) อัน ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่นโลหะ 1 (หนึ่ง) อัน Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสม 1 (หนึ่ง) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ 1 (หนึ่ง) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

5.3.2 ตู้สวิตช์ตัดตอนแรงดันต่ำ ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC (Local)

5.3.2.1 ทิวไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผง

สวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board :MDB),แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board : EMDB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองประธาน (Sub Distribution Board : SDB)

การสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านการทำแผงสวิตช์ฯ มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC หรือ ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก. 1436 -2540) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญ

วิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001:2008

ก่อนประกอบแผงสวิตช์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

5.3.2.2 พิกัดของแผงสวิตช์ไฟฟ้า

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการ

สร้างตาม IEC STANDARD และไม่ขัดต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	:	415/220 VOLTS
SYSTEM WIRING	:	3-PHASE, 4-WIRE, SOLID GROUND.
RATED FREQUENCY	:	50 HZ.
RATED CURRENT	:	ตามระบุในแบบ
RATED SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT ที่ระบุในแบบ	:	ไม่น้อยกว่า RATED SHORTCIRCUIT
RATED PEAK WITHSTAND VOLTS	:	1,000 VOLTS
CONTROL VOLTAGE	:	220-240 VAC.
FINISHING	:	Coldroll steel with EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT COATING.
TYPICAL FORMS	:	FORM 2 A หรือตามที่ระบุในแบบ

5.3.2.3 ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ

แผงสวิตช์ฯประกอบเป็น COMPARTMENT รูปแบบ FORM 2 A หรือตามที่ระบุในแบบ และ

มี DEGREE OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP 30 ตาม IEC STANDARD

การประกอบแผงสวิตช์ฯ ต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้

โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ผาอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้ง

ตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วย

กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกัน

สนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด

ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด

(Degreasing)

การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60

ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

5.3.2.4 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้า

โดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ตามตารางมาตรฐาน IEC 439-1

การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ. เฟสบี. และเฟสซี. โดยเมื่อมองเข้ามา

จากด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียง จากหน้าไปหลัง หรือ จากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จาก

ซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง

บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน ทั้งบัสบาร์เส้นดิน และ บัสบาร์เส้นศูนย์ ต้องมีความยาวตลอด

เท่ากับความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุด บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ทุกส่วนฯ และต้อง

มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวก

เตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริษัท

Bus bar และ Holder ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อ

แรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA. หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสีย

หายใดๆ รวมทั้ง Bolt และ Nut ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

5.3.2.5 สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ฯ

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์

ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750

โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกัน ให้ใช้สี

ต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตาราง

มาตรฐานและเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ ฯ ช่วงเข้าอุปกรณ์ ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้าม

ต่อตรงกับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark)

เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

5.3.2.6 Mimic Bus และ Nameplate

ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่น

พลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสี

ที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผง

สวิตช์ฯ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใดหรือ

กลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus แกะเป็นอักษรสีขาวโดยความสูงของอักษรต้องไม่

น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

5.3.2.7 การทดสอบ

โรงงานผู้ผลิต จะต้องทำการทดสอบ(Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 439-1 ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)
3. ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
4. ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งใน

สถานที่ใช้งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้

1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด

2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
3. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งาน

จริง พร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

6. สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker)

6.1 ทัวไป

สวิตช์ตัดตอน ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะเป็นไปตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC โดยที่เมนสวิตช์ตัดตอนเป็นชนิด Air และมี Motor Drive (ถ้ามี ตามที่แสดงไว้ในแบบ) สำหรับ สวิตช์ตัดตอนของสายป้อนและสายป้อนย่อยต้องเป็นชนิด Molded Case Circuit Breaker โดยทั้งหมดต้องเป็นแบบทำงานเร็ว (Quick-Make, Quick-Break, Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip, Thermal Overload Current Trip and Trip Indication) โดยมีพิกัดขนาดและ Interrupting Capacity ตามที่แสดงไว้ในแบบ สวิตช์ตัดตอนทั้งหมดต้องเป็นของผู้ผลิตเดียวกัน สวิตช์ตัดตอน ที่มีขนาด 1000 แอมป์ หรือ มากกว่า ต้องมี Ground Fault Sensor ที่จะสับสวิตช์ออกโดยอัตโนมัติ เมื่อมีการลัดวงจรลงดิน (Ground Fault) ซึ่งสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันดังนี้

- 1) Ground Fault Clearing Time ของเมนสวิตช์ตัดตอน ต้องช้ากว่า สวิตช์ตัดตอนของสายป้อน (Feeder)
- 2) Ground Fault Pick up Current ไม่น้อยกว่า 200A สามารถปรับได้
- 3) สามารถเลือกตั้ง Time Delay ได้ที่ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.5 Sec.

การติดตั้งสวิตช์ตัดตอนในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Fixed Type ซึ่งติดตั้งถาวรโดยยึดติดกับโครงโลหะในตู้แรงต่ำด้วยสลักและแป้นเกลียว หรือเป็นแบบ Drawn-out Type (ตามที่แสดงไว้ในแบบ) ซึ่งติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออกในลักษณะ 2 จังหวะ คือสามารถดึงออกมาช่วงหนึ่งโดยตัดส่วนของ Power ออก แต่ส่วนควบคุมยังไม่ตัดขาด ทำให้สามารถทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้โดยมีสายควบคุมพร้อมเต้ารับและเต้าเสียบสำหรับต่อสายควบคุมหรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

การสับเข้า และออกของสวิตช์ตัดตอนเมนในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำเป็นแบบ Manual Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมือ และ/หรือ เป็นแบบ Motor Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมอเตอร์ ในกรณีที่ระบุให้ใช้เป็น Air Circuit Breaker

ขั้วต่อสาย (Terminal) ของสวิตช์ตัดตอนที่มีขนาดเฟรมต่ำกว่า 250 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์ สำหรับขนาดเฟรมสูงกว่า 250 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์เท่านั้น

6.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดการหาและติดตั้งสวิตช์ตัดตอน รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่แสดงไว้ในแบบและ ระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

6.3 ความต้องการด้านเทคนิค

6.3.1 สวิตช์ตัดตอน แบบ Air Circuit Breaker

- 1) ให้เลือกใช้ ACB ตามที่ระบุในแบบ และถ้าหากขนาดพิกัด AF ของสวิตช์ตัดตอนมีขนาดมากกว่า 1600 AF ให้เลือกใช้เป็น ACB ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้
 - Rated Service Voltage : 690 V.AC
 - Rated Insulation Voltage : 1000 V.AC
 - Rated Impulse Withstand : 8000 V.
 - Rated Current at 40^o C : ตามระบุในแบบ
 - The Breaking Capacity Performance : ตามระบุในแบบ
 - Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (Ics) และ Rated Short-Time Withstand Current (Icw) ที่ 1 วินาทีที่มีพิกัดเท่ากับ Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (Icu)
- 2) ผลิตภัณฑ์ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-1, IEC 947-2, IEC947-3
- 3) เป็นชนิด draw-out type (หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ) และ IP 43
- 4) Trip Unit ต้องทำงานด้วย Microprocessor โดยมีคุณสมบัติดังนี้
 - Long Time Protection (LT) ปรับตั้งจาก 0.4 ถึง 1 ของ Rated Current. (In)
 - Short Time Protection (ST) ปรับตั้งจาก 1.5 ถึง 12 ของ Rated Current. (In)
 - Short Time Delay / Long Time Delay
 - Instantaneous Trip (Inst)
 - Thermal Memory up to 180 Minutes
 - Ground Fault Protection เป็นชนิด Current Pick-Up Adjustment และ Time Delay.
 - มี LED indicator แสดงการ Trip สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน
 - Healthy LED สำหรับตรวจสอบการทำงานของ Trip Unit
 - มี LCD Indicator สำหรับ Ammeter, Trip History, Type of Fault, Pre-Trip Alarm, etc
 - จัดเตรียม Memory Module ซึ่งสามารถบันทึกค่าล่าสุดของ Trip Unit.
 - จะต้องมียาปิด Trip Unit เพื่อป้องกันการเข้าถึงโดยไม่เจตนา
 - จัดเตรียม Output Relay สำหรับ Load monitoring and Trip initiated

6.3.2 สวิตช์ตัดตอน แบบ Molded Case Circuit Breaker

- 1) Molded Case Circuit Breaker ผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947-2 โดยมีค่าพิกัด AF ดังนี้ 63AF, 160AF, 250AF, 400AF, 630AF, 800AF, 1250AF, 1600AF หรือมากกว่า
- 2) มีพิกัด Rated Short Circuit Breaking Capacity ที่ 415 Vac ดังนี้

Frame size	Breaking Capacity
------------	-------------------

63-160 AF	18 kA
250 AF	25 kA
400 AF	35 kA
Above 400 AF	50 kA

- 3) เลือกใช้สวิตช์ตัดตอน ชนิด Thermal Magnetic ที่พิกัด AF ต่ำกว่า 400 AF และเป็นชนิด Electronic with Rating Plug ที่พิกัด AF ตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป
- 4) ทำงานด้วยระบบ Quick-Make, Quick-Break และ Trip Free เมื่อเกิดกระแส Overload และ Short Circuit
- 5) Drivers เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position
- 6) MCCB ทุกขนาดสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม Shunt Trip, Under-voltage, Auxiliary Switch, Alarm Switch, Rotary Handle, PAD Locking Device เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งด้านการป้องกัน และการควบคุม
- 7) MCCB Thermal Magnetic Trip ต้องสามารถปรับค่ากระแส Thermal ได้ตั้งแต่ 0.8-1.0 ของ Rated Current ขนาดพิกัด AF
- 8) Trip Unit ของ MCCB เป็นชนิด Electronic สามารถปรับค่ากระแส Overload Current (LT) ได้ระหว่าง 0.625-1.0 ของพิกัด Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current (ST) ได้ระหว่าง 2-10 เท่า ของพิกัด กระแสใช้งาน (In)

6.4 การติดตั้ง

ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ โดยทำการติดตั้งในตู้สวิตช์เกียร์แรงดันต่ำ เป็นต้น และผู้รับจ้างต้องจัดส่ง กราฟแสดงความสัมพันธ์ในการตัดวงจรของสวิตช์ตัดตอน ทั้งโครงการ ให้พิจารณาความเหมาะสม ก่อนการจัดซื้อ และติดตั้งด้วย

6.5 การทดสอบ

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ของผู้ผลิต และ/หรือ ถูกกำหนดไว้ในคำแนะนำของผลิตภัณฑ์

6.6 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือในการติดตั้ง การใช้งาน การบำรุงรักษา จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

7. Safety Switch และ Circuit Breaker Box

7.1 Safety Switch

7.1.1 ทั่วไป

Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA Heavy Duty Type

7.1.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Safety Switch และอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

7.1.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) Switch ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 2) Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี Grey-Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไป และตาม NEMA 3R พับขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized พ่นเคลือบด้วยสี Grey-Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคาร ให้มีบานประตูเปิดด้านหน้า ซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง off เท่านั้น
- 3) ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบ
- 4) ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อที่ระบุข้างต้น
- 5) กรณี แบบระบุให้ใช้เป็นชนิด ISOLATOR SWITCH ได้ ให้ใช้ ผลิตภัณฑ์ ที่เป็นไปตามมาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้อง

7.1.4 การติดตั้ง

ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 ม. ถึงระดับบนของสวิตช์หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนังหรือกำแพงให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 ม. ถึงระดับบนของสวิตช์ หรือตามแต่ผู้ควบคุมงานกำหนด

7.2 Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)

7.2.1 ทั่วไป

ให้ใช้ Moulded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating และจำนวน Pole ตามที่ระบุในแบบ โดยที่รายละเอียดและข้อกำหนดของ Circuit Breaker ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสวิตช์ตัดตอนในข้อที่ 6

7.2.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker) ตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

7.2.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

Enclosure เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่

- 1) NEMA 1 พับจาก Steel Sheet With Grey-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่วไป
- 2) NEMA 3R พับจาก Zinc Coated Steel with Grey-Bake Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร

7.2.4 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยสูงจากพื้น 1.80 ม. ถึงระดับบนสุด หรือตามที่แสดงไว้ใน

แบบ

8. ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

8.1 ทั่วไป

ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC โดยที่อุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และ/หรือมาตรฐาน BS, VDE, DIN, NEMA และ JIS ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 Hz 2 สาย

ดวงโคมที่ผลิตในประเทศ โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9002

8.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

8.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

8.3.1 ดวงโคม

- 1) ดวงโคม ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและรายละเอียดข้อกำหนด โดยต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่ระบุ ดวงโคมที่ผลิตตามมาตรฐานของผู้ผลิตของผู้ผลิตในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างจากที่กำหนดได้เล็กน้อย ดวงโคมทุกชนิดต้องเสนอแบบ หรือตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการสั่งซื้อและสั่งทำ
- 2) ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศภายนอกอาคารได้ (Weather-Proof) และผลิตตามมาตรฐาน BS, VDE, IEC หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีหนังสือรับรองมาตรฐาน ในการผลิตด้วย
 - ดวงโคม ต้องได้รับอนุมัติตามแนวทางมาตรฐานสากล
 - ดวงโคม ต้องผลิตจากวัสดุคุณภาพเหมาะสม กับสภาพภูมิอากาศ เช่น ทนต่อความชื้น กันฝุ่นและแมลง มีคุณสมบัติป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV-Stabilized) เป็นต้น
 - อุปกรณ์ประกอบภายนอกดวงโคม เช่น น็อต สกรู แหวน ตัวล็อกโคม ต่างๆ ต้องทำจากสแตนเลส (Stainless Steel)
 - หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ดวงโคมต้องได้มาตรฐานการป้องกันทางไฟฟ้า Class I และได้มาตรฐานป้องกันทางกล ไม่ต่ำกว่า IP 44 และมีหนังสือการรับรองการทดสอบสภาพดินฟ้าอากาศของวัสดุอุปกรณ์ จากสถาบันที่เชื่อถือได้
 - หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ดวงโคม (Housing) ต้องผลิตจากอลูมิเนียม เกรด LM6 (Marine Grade) หล่อเป็นขึ้นเดียว (Die-cast Aluminium) และสามารถบรรจุอุปกรณ์ Control gear และ หลอด ในดวงโคม ซึ่งทนต่อการกัดกร่อน ในการใช้งานภายนอก (Corrosion Resistance) และดวงโคมต้องผ่านกระบวนการเตรียมผิว (Conversion Coated) และพ่นสีทับด้วยระบบสีฝุ่นชนิด โพลีเอสเตอร์ ซึ่งมีสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV-Stabilized) อยู่ในสีด้วย
 - หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ฝาครอบดวงโคม จะต้องทำจากพลาสติกชนิด Poly-Carbonate และ/หรือ Acrylic ชนิดทนต่อการกระแทก (Vandal resistance) และเติมสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ไว้ด้วย สำหรับฝาครอบที่เป็นกระจก จะต้องทำจาก กระจกนิรภัยแผ่นเรียบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร เป็นกระจกชนิดทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock Resistant Safety Glass)
 - หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ประเก็นป้องกันฝุ่น ของดวงโคม จะต้องเป็นชนิดยางซิลิโคนระบายอากาศ
 - หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น แผ่นสะท้อนแสง (Reflector) ภายในดวงโคมต้องทำจากแผ่นอลูมิเนียมความบริสุทธิ์สูง เคลือบผิวด้วยระบบเคมีชนิดอินไดซ์
 - หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น อุปกรณ์ Control gear ต้องประกอบรวมกันเป็นวงจรเดียวบรรจุภายในดวงโคมสายไฟที่ใช้ประกอบวงจรเป็นชนิดฉนวนซิลิโคน ทนความร้อนอย่างต่ำ 180 องศาเซลเซียส อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประกอบเป็นชุด Control gear ต้องเหมาะสมกับระบบไฟชนิด 220 V / 50 HZ โดยประกอบด้วย

- Ballast เป็นชนิด Reactor type, Vacuum Impregnated มีอุณหภูมิขดลวดอย่างต่ำ 130 องศาเซลเซียส
- Ignitor เป็นชนิด Super-Imposed Pulse ทนอุณหภูมิได้อย่างต่ำ 105 องศาเซลเซียส
- Capacitor เป็นชนิด Overload Fuse ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
- ตัวเรือนทำจากอลูมิเนียม สามารถทนอุณหภูมิได้ อย่างต่ำ 100 องศาเซลเซียส ที่ 220 Volt / 50 HZ มีค่า Power Factor อย่างต่ำ PF > 0.9 Lagging ดวงโคมให้ใช้ขนาดตามที่ระบุในแบบของดวงโคม และให้ผู้ว่าจ้างเป็นผู้เลือก

3) ดวงโคมภายในอาคาร

- ทั่วไป จะต้องทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร และผ่านการพ่นสีและการอบ (Baked Enamel) และมีกรรมวิธีป้องกันสนิมและผุกร่อนได้ดี เช่น ชุบฟอสเฟต หรือชุบสังกะสี เป็นต้น โดยมีมาตรฐานสากลรองรับการพ่นสี การอบ และกรรมวิธีการป้องกันสนิมและผุกร่อน
- สำหรับโคมฟลูออเรสเซนต์ต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มม นอกนั้นต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.70 มม., อลูมิเนียม สะท้อนแสง 99% แบบอนุรักษ์พลังงาน
- ดวงโคมต่างๆ ที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีคุณสมบัติ กันฝุ่นละออง ระบายความร้อนได้ดี ติดตั้งง่าย สะดวกในการซ่อมบำรุงและเปลี่ยนหลอดไฟได้ง่าย
- ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อย ดวงโคมต้องต่อลงดินไว้ที่ขั้วต่อสายดินนี้
- ขั้วหลอดสำหรับโคมฟลูออเรสเซนต์ต้องเป็นแบบ End Fixing, Rotor Locked และ Screw-Less Terminal ซึ่งเป็นไปตาม มาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ JIS
- อุปกรณ์ขาหลอด ต้องผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือตามมาตรฐานที่ได้กล่าวถึง
- สายในดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดทนความร้อนได้ถึง 70 °C มีพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตารางมิลลิเมตร และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกระแสใช้งานสูงสุด
- สายในดวงโคมหลอดไส้ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดทนความร้อนได้ถึง 105 °C และมีพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกระแสใช้งานสูงสุด
- โคมไฟซึ่งต่อกับวงจรฉุกเฉิน ต้องมีป้ายติดอยู่ภายในบอกให้ทราบว่าต่ออยู่กับวงจรฉุกเฉิน

8.3.2 หลอดไฟ บัลลาสต์ และคาปาซิเตอร์

- 1) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์, หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอดชนิด Cool White และ/หรือ Day Light และ/หรือ Warm White ตามแต่ผู้ว่าจ้างกำหนด
- 2) สำหรับหลอดไส้ (Incandescent Lamp) โดยทั่วไปใช้หลอดชนิดไส้หรือฝ้ายตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว
- 3) หลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 4) หลอดใช้ก๊าซ เช่น หลอดแสงจันทร์ หลอดเมทัลฮาไลด์ และหลอดโซเดียม โดยทั่วไป ใช้ชนิด Color-Corrected หรือตามที่แสดงไว้ในแบบโดยมีขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว หรือ Double End
- 5) บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นแบบ Electronic Ballast ที่ได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ANSI (THD < 15%) และได้รับการรับรองจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- 6) บัลลาสต์ สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นแบบ Electronic Ballast ต้องได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด้านความปลอดภัย มอก 885-2551
- 7) บัลลาสต์สำหรับหลอดใช้ก๊าซเป็นแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์สูงความสูญเสียต่ำ ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นๆ
- 8) คะแปซิเตอร์สำหรับการปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์ต้องเป็นชนิด Dry Type (Metallized Plastic) เป็นไปตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ
- 9) อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในโคม ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยนำมาใช้ก่อน และอุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวต้องสามารถหาซื้อได้ในท้องตลาดเพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

8.4 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งดวงโคมต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยที่โคมไฟและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในโคม ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ถ้าโคมไฟหรืออุปกรณ์เป็นของต่างประเทศและไม่สามารถนำตัวอย่างมาให้พิจารณาได้ ก็ให้นำรายละเอียดและแคตตาล็อกต่างๆ มาแทนได้ ส่วนวิธีการติดตั้งหรือจัดยึดให้ผู้รับจ้างทำแบบเสนอขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของโคมไฟไปจากแบบ อาจมีบ้างตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

โดยทั่วไป

- 1) การติดตั้งดวงโคมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ภายนอกดวงโคม ห้ามต่อท่อเข้าดวงโคมโดยตรง และไม่ให้อายุสายวงจรผ่านทะลุดวงโคมไปยังจุดจ่ายไฟอื่นๆ ให้ต่อสายได้เฉพาะในกล่องต่อสาย

- 2) ดวงโคมไฟฟ้าแบบแขวนชนิดมีก้านหรือสายห้อย ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 2.50 ม.หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามแต่ผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด
- 3) ดวงโคมไฟฟ้าแบบติดข้างผนังให้ติดสูงจากพื้น 2.50 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- 4) การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้มั่นคง แข็งแรง โดยใช้ Lead Anchor และสกรู ในกรณีที่โคมมีน้ำหนักมากให้ยึดด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม
- 5) ถ้าฝ้าเพดานเป็นชนิดแขวน เช่นฝ้าใช้โครงที่บาร์ ห้ามวางน้ำหนักโคมลงบนโครงฝ้าหรือแผ่นฝ้าโดยตรง ต้องติดโซ่หรือก้านเหล็กชนิดปรับระดับได้รับน้ำหนักดวงโคมไฟฟ้าโดยตรงตามที่แสดงไว้ในแบบ

8.5 การทดสอบ

โคมไฟและอุปกรณ์ต่างๆที่ประกอบอยู่ ต้องทดสอบสามารถทำงานได้ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่เสียหายก่อนส่งมอบงาน

9. เครื่องจ่ายไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินอัตโนมัติและป้ายบอกทางหนีไฟ (Emergency Light and Exit Sign)

9.1 ทั่วไป

เครื่องจ่ายไฟฉุกเฉินที่ติดตั้งต้องได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.

9.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งเครื่องจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินอัตโนมัติ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

9.2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- ๑) เครื่องจ่ายไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินอัตโนมัติ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

สภาวะการทำงาน :	ต้องสามารถจ่ายแสงสว่างฉุกเฉินได้ในช่วงเวลาไฟ AC Line ดับ
แรงดันไฟเข้าเครื่อง :	AC 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ $\pm 10\%$ 1 เฟส (สายไฟ AC 3 ขา มีกราวด์)
หลอดไฟ :	ต้องเป็นชนิด SMD LED 2x12w. (เทคโนโลยี SMT – surface mount technology) แสงสว่างต้องกระจายได้ครอบคลุมพื้นที่ใช้งานและให้แสงสว่างคงที่ตลอดระยะเวลาการส่องสว่าง
โคมไฟ :	ต้องผลิตจากอลูมิเนียมฉีดขึ้นรูป มีคุณสมบัติในการระบายความร้อนได้เป็นอย่างดี
	: ขาตั้งโคมต้องผลิตจากสแตนเลสไม่เป็นสนิม หมุนปรับคัวโคมได้ถึง 180 องศา
แบตเตอรี่ :	ต้องเป็นชนิดแบตเตอรี่แห้ง ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นตลอดอายุการใช้งาน มาตรฐาน ISO9001, ISO14001, UL, CE
ระบบชาร์จ :	ต้องสามารถควบคุมการชาร์จด้วยระบบ Automatic solid state

- system และระบบชาร์จ แบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage Charge)
- ระยะเวลาชาร์จ : ต้องสามารถชาร์จแรงดันไฟฟ้าให้เต็มระบบได้ภายในระยะเวลา 10-12 ชั่วโมง
- ระบบป้องกัน : ต้องมีวงจรสำหรับป้องกันการชาร์จแบตเตอรี่เกิน (High Voltage Cut-Off) ที่ เป็นสาเหตุทำให้แบตเตอรี่บวม
- : ต้องมีวงจรสำหรับป้องกันการใช้แบตเตอรี่จนหมดประจุ (Low Voltage Cut- Off) เพื่อช่วยให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากขึ้น
- : ต้องมีฟิวส์ AC ป้องกันการลัดวงจรต้านแรงดันไฟเข้าเครื่อง
- : ต้องมีฟิวส์ DC ป้องกันการลัดวงจรต้านระบบวงจรชาร์จและจ่ายโหลด
- ตัวถังโคมไฟพลาสติก : ก่อร่างแบตเตอรี่ต้องผลิตจากแผ่นเหล็ก Elector – Galvanized มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตรและพ่นเคลือบด้วยระบบ Epoxy Powder Coated and Stove Enamel เพื่อป้องกันการเกิดสนิมของโลหะได้เป็นอย่างดี
- : ก่อร่างยี่ตวงจรต้องผลิตจากพลาสติก ABS ทนความร้อนสูงและทนต่อการกระแทกแตกหักได้เป็นอย่างดี
- การติดตั้ง : ต้องติดตั้งแบบผนัง
- ๒) ป้ายบอกทางหนีไฟ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
- สภาวะการทำงาน : ต้องสามารถจ่ายแสงสว่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาขณะที่มีไฟ AC Line มา และ ไฟ AC Line ดับ ได้ตลอดการใช้งาน
- แรงดันไฟเข้าเครื่อง : AC 220 โวลท์ 50เฮิรตซ์ $\pm 10\%$, 1 เฟส (สายไฟ AC 3 ขา มีกราวด์)
- หลอดไฟ : ต้องเป็นชนิด SMD LED 1x10w.(เทคโนโลยี SMT – surface Mount technology)
- แผ่นป้าย : ต้องผลิตจากอะคริลิกแบบนำแสง และมีคุณสมบัติในการกระจายแสงและให้แสงสว่างที่ดี
- แบตเตอรี่ : ต้องเป็นชนิดแบตเตอรี่ นิกเกิล เมทัลไฮไดรด์ (Nickel metal hydride) หรือ แบตเตอรี่แห้ง ชนิด SLA ที่มีความทนทานสูง และไม่ต้องเติมน้ำกลั่นตลอดอายุการใช้งาน มาตรฐาน ISO 9001, ISO 14001, UL, CE และ RoHS
- ระบบชาร์จ : ต้องสามารถควบคุมการชาร์จด้วยระบบ Automatic solid state system และระบบชาร์จแบบกระแสคงที่ (Constant Current Charge) สำหรับแบตเตอรี่ชนิด นิกเกิล เมทัลไฮไดรด์ (NI-MH) และระบบชาร์จแบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage Charge) สำหรับแบตเตอรี่แห้งชนิด SLA
- ระยะเวลาชาร์จ : ต้องสามารถชาร์จแรงดันไฟฟ้าให้เต็มระบบได้ภายในระยะเวลา 10-12 ชั่วโมง
- ระบบป้องกัน : ต้องมีวงจรสำหรับป้องกันการชาร์จแบตเตอรี่เกิน (High Voltage

- Cut-Off) ที่เป็นสาเหตุทำให้แบตเตอรี่บวม
- : ต้องมีวงจรสำหรับป้องกันการใช้แบตเตอรี่จนหมดประจุ (Low Voltage Cut-Off) เพื่อช่วยให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากขึ้น
- : ต้องมีฟิวส์ AC ป้องกันการลัดวงจรด้านแรงดันไฟเข้าเครื่อง
- : ต้องมีฟิวส์ DC ป้องกันการลัดวงจรด้านระบบวงจรชาร์จและจ่ายโพล
- ตัวถัง : ต้องผลิตจากแผ่นเหล็ก Electro-Galvanized มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร และพ่นเคลือบด้วยระบบ Epoxy Powder Coated and Stove Enamel เพื่อป้องกันการเกิดสนิมของโลหะได้เป็นอย่างดี
- การติดตั้ง : ต้องติดแบบเพดาน หรือติดลอย

10. สวิตช์และเต้ารับ

10.1 ทั่วไป

การติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศของกระทรวงมหาดไทย มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และ NEC โดยที่

- 1) สวิตช์และเต้ารับต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐาน IEC โดยมีหนังสือรองมาตรฐานดังกล่าวด้วย
- 2) สวิตช์และเต้ารับ โดยทั่วไปทำจาก Bakerite หรือพลาสติกที่ทนทาน ตัวกล่องเป็นเหล็ก และ Cover Plate เป็น Stainless Steel หรือตามที่ระบุในแบบ
- 3) สวิตช์และเต้ารับต้องทำจากวัสดุ ซึ่งทนต่อแรงกระแทก (Impact Resistance) มีความคงทนต่อแรงดันของฉนวน (Dielectric Strength) สูงและทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี (Corrosion Resistance)

10.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดทุกประการ

10.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

10.3.1 สวิตช์

- 1) สวิตช์ใช้กับดวงโคมเป็น ชนิดใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับทนแรงดันไฟฟ้า ได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิด-ปิด โดยวิธีกระดกสัมผัส Contact ต้องเป็นเงิน (Silver) หรือดีกว่า โดยไม่ผสมโลหะอื่น ขั้วต่อสายต้องเป็นชนิดที่มีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวน มี สกรูกดอัดขันเข้าโดยตรง สามารถกันมือหรือนิ้วแตะกับขั้วโดยตรง ห้ามใช้สวิตช์ที่ยึดสายไฟฟ้าโดยการทับสายใต้ตัวสกรูโดยตรง

- 2) สวิตช์ใช้กับพัดลมชนิด 1 เฟส มีลักษณะเหมือนกับสวิตช์ที่ใช้กับดวงโคมแต่มีหลอดไฟแสดงการเปิด (Glow Switch) และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 4 แอมแปร์
- 3) Dimmer Switch ต้องเป็นแบบฝัง Decorative Type เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และมีวงจรที่ลดการรบกวนคลื่นวิทยุได้ดี ขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ

10.3.2 เต้ารับ

- 1) เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบฝังติดผนัง Decorative Type
- 2) เต้ารับทั่วไปต้องมีขนาด 2 ขั้ว 3 สาย (GND) ที่เสียบได้ทั้งขากลมและขาแบน ใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ และทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ ตัวเต้ารับเป็นสื่งาข้างขั้วต่อสายเต้ารับต้องเป็นชนิดมีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวนมีสกรูกดอัดขันเข้าโดยตรง สามารถกันมือหรือนิ้วแตะเข้ากับขั้วโดยตรง
- 3) เต้ารับโกนหนวด (Shaving Outlet) (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องเป็นแบบติดตั้งฝังใช้ได้ทั้งระบบไฟสลับ 110 V และ 220 V ได้ และสามารถเสียบปลั๊กโกนหนวดได้ทั้งชนิดขากลมและขาแบน
- 4) เต้ารับไฟฟ้าชนิดฝังพื้น (Floor Outlet) เป็นแบบเต้ารับเดี่ยว 2 ขั้ว 3 สาย (GND) ติดฝังเรียบพื้น (Pop-up Type) โดยที่ฝาครอบเป็นสื่งที่เปลี่ยนจตุรัสทำจากอลูมิเนียมที่ทนต่อแรงกระแทก พร้อมอุปกรณ์ประกอบที่สามารถป้องกันฝุ่นและหยดน้ำได้

10.4 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งสวิตช์และเต้ารับให้ฝังเรียบในผนัง โดยใช้กล่องโลหะและต้องต่อลงดิน ยกเว้นในกรณีที่ระบุให้ติดตั้งลอย ให้ติดตั้งโดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดลอยการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตช์และเต้ารับได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน จึงจะดำเนินงานได้ ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งสวิตช์หรือเต้ารับตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบได้ ให้ผู้รับจ้างแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ เพื่อขอดำเนินงานแก้ไขต่อไป การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตช์และเต้ารับไปจากแบบ อาจมีบ้างตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีค่าจ้างแต่ประการใด

โดยทั่วไป

- 1) การติดตั้งสวิตช์ใช้กล่องเหล็กฝังในผนัง สูงจากพื้น 1.20 เมตร หรือตามที่แสดงในแบบ วัดถึงศูนย์กลางของสวิตช์ โดยเมื่อติดสวิตช์แล้วต้องเรียบกับผนัง
- 2) ในกล่องสวิตช์กล่องเดียวกัน ห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิตช์เกินกว่า 300 โวลต์ นอกจากนี้จะใส่แผ่นฉนวนกันระหว่างสวิตช์ หรือนอกจากจะใช้สวิตช์ชิ้นส่วนที่มีกระแสไหลไม่สามารถถูกต้องโคนนิ้วมือได้
- 3) เต้ารับทั่วไปติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร หรือตามที่แสดงในแบบ
- 4) เต้ารับสำหรับไฟฉุกเฉิน ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตรใต้ฝ้าเพดาน หรือตามที่แสดงในแบบ
- 5) เต้ารับในห้องน้ำ ติดตั้งสูงจากพื้น 0.90 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

- 6) เตาารับนอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นได้ ให้ใช้ฝาครอบโลหะหล่ออบสีชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคาร แบบมีสปริงและยางอัตรอบหรือมีพลาสติกอ่อนครอบ ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

หมายเหตุ

- 1) สวิตช์หรือเตารับที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ต้องมีตัวหนังสือดังกล่าวบนแผ่นฝาครอบสวิตช์หรือเตารับ ที่ไม่ลบเลือนเมื่อจับต้อง
- 2) สวิตช์หรือเตารับ ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคาร (Weather Proof, WP) ให้ใช้ชนิดโลหะหล่อเคลือบสีและมีฝายางอัตรอบ

11. ระบบการต่อลงดิน

11.1 ทั่วไป

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding) ให้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตัดตอนใหญ่ประจำอาคาร ส่วนการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) คือการต่ออุปกรณ์ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดิน อุปกรณ์ที่ต้องต่อลงดิน ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด เช่น ท่อโลหะ ดวงโคม เป็นต้น สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ใช้ตามที่กำหนด จะต้องทำตาม NEC Code และเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

11.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสาร และของระบบป้องกันฟ้าผ่า พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบให้สมบูรณ์ ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้ทุกประการ

11.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

อุปกรณ์และขนาด ระบบการต่อลงดินประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 อย่างคือ สายดินและหลักสายดิน (Ground Rod) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) สายดินต้องเป็นทองแดงเปลือยมีขนาดไม่เล็กกว่า 35 ตร.มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ หรืออย่างน้อยที่สุดขนาดไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ใน NEC ตารางที่ 250-94 และ 250-95 หรือ VDE Specification No.0100 หรือตารางกำหนดขนาดสายดินของการไฟฟ้านครหลวงฯ
- 2) หลักสายดินสำหรับการต่อลงดิน ต้องเป็นแท่งเหล็กหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 3 ม. และต้องฝังห่างจากโลหะอื่นที่ต่อลงดินไม่น้อยกว่า 3 ม. และค่าความต้านทานของดิน (Earthing Resistances) ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้ามีค่าความต้านทานมากกว่าที่กำหนด ให้ฝังหลักสายดินเพิ่มขึ้นและต่อเข้ากับหลักสายดินชุดที่ฝังไว้แล้ว โดยที่ผู้รับจ้างเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

- 3) สายตัวนำลงดินให้ใช้สายเส้นเดียวกันตลอด โดยไม่มีการตัดต่อ หากสายตัวนำลงดินที่กำหนดให้ร้อยในท่อโลหะจะต้องต่อสายลงดินเข้ากับปลายทั้งสองข้างของท่อโลหะโดยใช้ปะกับโลหะ
- 4) การต่อเชื่อมทุกๆจุดของสายดิน สายดินกับหลักสายดิน และสายดินกับระบบ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding โดยให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC หัวข้อที่ 250 หรือ VDE No.0100 ซึ่งการต่อดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ การต่อสายตัวนำแยกเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการใช้ปะกับโลหะชนิดใช้เครื่องมือกลัดต่อแยก เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้น เมื่อถูกแยกออกจากวงจรไฟฟ้าไปแล้ว ระบบการต่อลงดินของอุปกรณ์อื่นๆไม่ถูกตัดขาด
- 5) ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ของอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสารนี้ จะต้องแยกจากระบบการต่อลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า
- 6) วัสดุอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งของระบบการต่อลงดิน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ National Electrical Code ข้อ 250 และ/หรือ การไฟฟ้านครหลวง

- ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบ สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250-95 ของ National Electrical Code และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมน กับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250-94 ของ National Electrical Code

- ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบท่อร้อยสายไฟฟ้าหรือรางเดินสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ที่มีสภาพการเป็นตัวนำไฟฟ้าต่อเนื่องตลอดความยาว ทั้งหมดให้ใช้แทนสายดินได้

- สายไฟฟ้าที่เป็นเส้นดินและเส้นศูนย์ต้องไม่ใช่สายไฟฟ้าเส้นเดียวกัน

- สายดินให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทองแดงเปลือย หรือสายไฟฟ้าชนิดทองแดงหุ้มด้วย ฉนวนโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride)

- แท่งสายดินแบบ Electrolytic Ground Rods ทำด้วยท่อทองแดงชนิด K-Copper ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 54 มม. ยาวไม่น้อยกว่า 3,000 มม. หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. จำนวนตามแบบ ท่อทองแดงดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับการบรรจุสารตัวนำไฟฟ้า (Electrolytic) และผลิตภัณฑ์ต่อต้านบน (ไม่สามารถเปิดฝาได้) พร้อมจุดเชื่อมต่อจากโรงงานผู้ผลิต ประกอบด้วย Bentonite Clay และ Ground Enhancement Material เพื่อสามารถเก็บความชื้นได้เพียงพอ ระบบ Electrolytic Ground Rods ที่เสนอราคาต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจาก Underwriter Laboratory (UL 467) และ CSA C 22.2 หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

- ระบบต้องมี Potential Equalization Clamp (PEC) ต่อระหว่าง Ground แต่ละชุด หรือตามแบบ โดย PEC มีคุณสมบัติดังนี้ :-

Max. Discharge Current : 100 KA. (8/20 μ S)

Rate Spark Over Voltage (100V/S) : 350V+/-15%

Voltage Protection	: 800 V. @ 1kV/ μ s
Insulation Resistance	: > 1 Giga Ohms
Capacitance	: <10pF
Enclosure	: Weather proof

- แท่งสายดิน (Ground Rod) ให้ใช้แบบเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (Copper-Clad Steel) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต ส่วนบนสุดของแท่งสายดินต้องฝังอยู่ในดินที่ระดับไม่น้อยกว่า 60 ซม. จากระดับดิน เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน UL Listed
- ยกเว้นจุดต่อเชื่อม ที่อยู่ภายในแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมนแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อย แผงควบคุมต่างๆ หรือภายในอุปกรณ์ไฟฟ้า การต่อเชื่อมจุดอื่นๆ ทั้งหมดของระบบการต่อลงดินต้องใช้วิธี Cadweld โดยโลหะผสมที่ใช้เป็นสารสำหรับต่อเชื่อมต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการต่อเชื่อมของโลหะที่จุดนั้นๆ
- ความต้านทานของระบบเมื่อเทียบกับความต้านทานของดินต้องมีค่าไม่เกิน ต้องแก้ไข โดยเพิ่มแท่งสายดินจนทำให้ความต้านทานของระบบมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม
- อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น GROUND BAR, GROUND TEST BOX และ GROUND PIT ต้องจัดเตรียมให้ครบตามแบบ และรายละเอียดการติดตั้งให้ใช้ตาม TYPICAL DETAIL ตามข้อกำหนดใน SPEC

11.4 การติดตั้ง

- 1) การต่อสายศูนย์ลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องต่อลงดินใกล้ๆกับหม้อแปลงไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องนั้นๆ
- 2) การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้
 - ดวงโคม เตารับ อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกหุ้มภายนอกเป็นโลหะส่วนของแผงสวิตช์ที่เป็นโลหะ
 - โครงเหล็กหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องที่เป็นโลหะ อันอาจมีกระแสไฟฟ้า
- 3) ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดินหรือสายดินเป็นสายศูนย์
- 4) สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ ให้ร้อยในท่อโลหะ
- 5) การต่อลงดินของระบบล่อฟ้า ให้ดูรายละเอียดในหัวข้อ "ระบบป้องกันฟ้าผ่า"
- 6) ขนาดของสายดินสำหรับระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตาม NEC หรือที่ระบุไว้ในแบบ
- 7) ผู้รับจ้างต้องทำแบบการต่อลงดินของระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง
- 8) สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้า ห้ามใช้ร่วมกับสายดินของระบบอื่นยกเว้นให้ใช้หลักสายดิน (Ground Rod) ร่วมกันได้ และสายตัวนำลงดินของการต่อลงดินแต่ละอันจะต้องเป็นชนิดและมีขนาดเดียวกันกับสายตัวนำลงดินที่ต่อไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ
- 9) ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันฟ้าผ่า ห้ามใช้สายตัวนำลงดินร่วมกัน แต่ให้ใช้สายตัวนำอย่างน้อยสองเส้นต่อหลักสายดินของทั้งสองระบบถึงกัน ท่อโลหะ ราง

ร้อยสายไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะและอุปกรณ์ของระบบลิฟท์ ถ้าอยู่ในรัศมี 2 เมตร จากสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วย

- 10) ระบบการลงดินสำหรับระบบสื่อสาร เป็นการต่อลงดินที่แยกเป็นอิสระสำหรับอุปกรณ์โทรคมนาคม โดยมีสารดินแยกจากสายดินทั่วไปตามที่กล่าวข้างต้น สายดินสำหรับระบบสื่อสารให้ใช้สายตัวนำทองแดงเปลือยเดินในท่อร้อยสายขนาดตาม NEC หรือที่ระบุไว้ในแบบ โดยที่หลักสายดินของระบบ ควรอยู่ห่างจากหลักสายดินของระบบอื่น ๆ ไม่น้อยกว่า 6 เมตร และมีค่าความต้านทานของดินต้องไม่เกิน 1 โอห์ม ถ้าหากมีความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดให้เพิ่มหลักสายดิน

11.5 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดิน และความต้านทานของดิน ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ถ้าความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างรีบทำการแก้ไขโดยทันที โดยที่ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และผลของการทดสอบให้ผู้รับจ้างจัดทำเป็นรายงานส่งให้ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด

ตารางที่ 1 ขนาดต่ำสุดของสายที่ต่อกับหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร

6-16	2.5
20-25	4
30-63	6
80-100	10
125-200	16
225-400	25
500	35
600-800	50
1,000	70
1,200-1,250	95
1,600-2,000	120
2,500	185
3,000-4,000	240
5,000-6,000	400

12. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

12.1 ทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำของอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2553

12.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

12.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

12.3.1 สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซี ทนแรงดันได้ 750 โวลท์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ

12.3.2 สายไฟฟ้าที่เดินลอยใช้สายหุ้มฉนวน และเปลือกนอกพีวีซี แกนเดียวหรือหลายแกน ทนแรงดันได้ 750 โวลท์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ

12.3.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมใช้สายอ่อนหุ้มฉนวน ทนต่ออุณหภูมิสูงตาม NEC

- 12.3.4 รายละเอียดของสายไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งเป็นสายหุ้มฉนวนพีวีซี พิกัดแรงดัน 750 โวลท์ และอุณหภูมิใช้งาน 70°C
- 12.3.5 สายป้อนและสายวงจรย่อย ให้ใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซีแกนเดี่ยวทนแรงดันได้ 750 โวลท์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ
- 12.3.6 สายไฟสำหรับวงจรคอมพิวเตอร์ และเต้ารับแต่ละวงจรต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่แสดงไว้ในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม.
- 12.3.7 สายต่อแยกเข้าหาคอมพิวเตอร์แต่ละคอมพิวเตอร์ให้ใช้สายขนาด 1.5 ตร.มม. ได้
- 12.3.8 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงคอมพิวเตอร์ ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตร.มม. และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกระแสใช้งานสูงสุด
- 12.3.9 สายไฟฟ้า แรงดันต่ำชนิดทนไฟ Fire Resistance Cable และชนิด LSOH (Flame Retardant Cable)

ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ สายนำไฟฟ้าจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดันและกระแสในสภาวะที่ปกติ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เอื้ออำนวยต่อการ ติดไฟ, ลามไฟ และสายไฟจะต้องไม่ก่อกำเนิดปริมาณควันที่เป็นอันตราย และรวมถึง

แก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ HOLOGEN

12.3.9.1 คุณสมบัติทั่วไป

- 1) ทนแรงดันได้ 600/1,000 V. ตามมาตรฐาน IEC Publication 502
- 2) จะต้องประกอบด้วย เทปทนไฟ เช่น MICA Tape พันหุ้มรอบตัวนำทองแดง
- 3) วัสดุที่เป็นฉนวน (Insulation) และเปลือกนอก (Outlet Sheath) จะต้องเป็น วัสดุที่มีคุณสมบัติ Low smoke, Zero Halogen, Non Toxic และ Flame Retardant
- 4) คุณสมบัติด้าน Fire Resistant ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 6387 Category C, W, Z
- 5) คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC Publication 332-1
- 6) คุณสมบัติด้าน Lowsmoke ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC Publication 1034-3
- 7) สายใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นสายตีเกลียว (Stranded Wire)

12.3.9.2 ความต้องการด้านเทคนิค ของสายทนไฟ

สายไฟฟ้าชนิดอ่อน ติดตั้งได้สะดวก ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 มีตัวนำแกนทองแดงชนิด STRAND (IEC 228 Class2) ที่พันหุ้มด้วย Glass Mica เป็นฉนวนกันไฟภายใน และหุ้มอีกชั้นด้วยสารแรฉนวนอ่อนตัว ชนิดไม่หลอมละลาย ติดไฟเมื่ออยู่ภายในเพลิง สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้งไม่เกิน 6-10 เท่าของรัศมีความโตของสายไฟนั้น วัสดุที่หุ้มจะต้องไม่แปรสภาพใด ๆ เมื่อตัวนำไฟฟ้าต้องนำกระแสไฟฟ้าที่

อุณหภูมิต่อเนื่องสูง 90 ° C ตามมาตรฐาน IEC 216 และสายไฟทั้งหมดจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลดังนี้

- สามารถนำไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้เป็นปกติในขณะเกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C. W. Z. โดยมีผลทดสอบแยกกันดังนี้
 - ข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
 - ข้อกำหนด W ให้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 650° C เป็นเวลา 15 นาที แล้ว พ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที
 - ข้อกำหนด Z สายไฟต้องยังสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติขณะที่กระทำด้วย แรงกลจากภายนอกที่อุณหภูมิ 950° C เป็นเวลา 15 นาที

- สายไฟมีค่าแรงดัน 0.6 / 1KV (เพาเวอร์/คอนโทรล)
- สายไฟมีค่าแรงดัน 300/500 (สายสื่อสาร)
- สายไฟต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เอื้ออำนวยต่อการลามไฟของสายไฟตามมาตรฐาน

- IEC 332-1
- IEC 332-3 A B C
- VDE 0472 Part 804/C

- ปริมาณควันไฟ เมื่อสายถูกเผาไฟไหม้ ควันที่เกิดขึ้นจะต้องยอมให้ปริมาณแสงผ่านได้ไม่น้อยกว่า 70 %

- IEC 1034-2

- ปริมาณ HALOGEN เป็นศูนย์
 - IEC 754-1
- ค่าความเป็นกรด ต่างที่เหมาะสม
 - IEC 754-2
- ไม่มีแก๊สพิษต่างๆ

-NFC20-454

-NES 713

- เมื่อเกิดเพลิงไหม้ ระยะเวลาการลามไฟจะน้อยเมื่อค่าความร้อนของฉนวนที่ไหม้น้อยกว่า 8500 BTU หรือ 20 KJ// GRAM

- ความสามารถต่อการลัดวงจร และการใช้เกินกระแสพิกัด สายไฟจะต้องทนที่อุณหภูมิ 250° C เป็นเวลา 5 วินาที และ 200° C เป็นเวลา 15 วินาที

- การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานประกันคุณภาพ ISO 9001, LPCB

- อุปกรณ์ชั่วคราว สาย จะต้องมีการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติทนไฟเหมือนกับสาย
- สายไฟ ชนิด FLAME RETARDANT (LSOH) ให้ผลิตตามมาตรฐานข้างต้น โดยยกเว้นการมี Glass Mica

12.4 การติดตั้ง

- 12.4.1 สายไฟฟ้าต้องเดินร้อยในท่อโลหะ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- 12.4.2 การเดินสายไฟฟ้าในท่อต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย ก่อท่อสายกล่องดึงสายและอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าต้องร้อยสายในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้ตระเตรียมหรือร้อยสายไฟไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- 12.4.3 การเดินสายไฟฟ้าในท่อแนวดิ่ง ต้องมีการจับยึดที่ปลายบนของท่อ และต้องมีการจับยึดเป็นช่วงๆ ซึ่งระยะห่างไม่เกินตามที่กำหนดในตาราง

ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟในแนวดิ่ง

ขนาดของสายไฟ (ตารางมิลลิเมตร)	ระยะจับยึดต่ำสุด (เมตร)	หมายเหตุ
ไม่เกิน 50	30	ถ้าระยะตามแนวดิ่งน้อยกว่า 25% ของระยะที่กำหนดในตาราง ไม่ต้องใช้ที่จับยึด
70 – 120	24	
150 – 185	18	
240	15	
300	12	
เกินกว่า 300	10	

- 12.4.4 การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 12.4.5 การหล่อลื่นในการดึงสายผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่นซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น
- 12.4.6 การติดตั้งสายไฟฟ้าทุกขนาดต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการโค้งต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้าหรือ NEC
- 12.4.7 การต่อสายไฟ ให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย และภายในดวงโคมเท่านั้น
- 12.4.8 สายทองแดงที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม การต่อสายไฟใช้ชั่วคราวสายแบบเกลียวกวัด หรือใช้เครื่องมือกลบีบ และสำหรับสายขนาด 16 ตร.มม หรือใหญ่กว่าให้ใช้ชั่วคราวสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบและใช้ฉนวน (Heat Shrinkable Tube) ท่อหุ้มรอยต่อดังกล่าว
- 12.4.9 การต่อสายใต้ดินหรือในบริเวณที่เปียกชื้นหรือโดนน้ำได้ ต้องหล่อหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ Epoxy

- 12.4.10 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ในกรณีที่อยู่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหัวสกรูแบบพันสายต้องใช้หางปลาและหากอุปกรณ์ไฟฟ้ามีขั้วรับสายแบบมีรูสอดสายให้ต่อตรงได้
- 12.4.11 การกันความชื้น ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม ให้ใช้ฉนวนห่อหุ้มรอยต่อ
- 12.4.12 ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์/เครื่องมือใช้งานเฉพาะที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้านอนไฟ
- 12.4.13 ป้ายแสดงเลขที่วงจร สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายสายทั้งสองข้างและในทุกจุดที่มีการต่อสายไฟฟ้า ทั้งในกล่องต่อสาย รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีป้ายติดแสดงเลขที่วงจรไฟฟ้า โดยใช้ป้ายที่มีความทนทานดีเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอกเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ
- 12.4.14 สายไฟชนิดนอนไฟ และชนิด LSOH ให้ติดตั้งบนรางเดินสาย CABLE TRAY หรือ WIRE WAY หรือ เดินในท่อโลหะ การจัดวางจะต้องไม่ทำให้เกิดการนำกระแสไหลลงแต่อย่างใดกรณีเดินในรางจะต้องรัดสายด้วย สายรัดชนิด STAINLESS การจัดวางสายและระยะทางของสายเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

12.5 การทดสอบ

ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าสายไฟที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้ อาจมีคุณสมบัติไม่เต็มที่ที่กำหนดไว้ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบตามมาตรฐานโดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญา และต้องรับผิดชอบในความล่าช้าของงานในส่วนนี้ด้วย

13. การเดินสายไฟฟ้าแรงต่ำ

13.1 การเดินสายแบบเดินลอย (Surface Wiring)

13.1.1 ทั่วไป

การเดินสายไฟฟ้าแบบเดินลอยหรือเกาะไปตามผนัง ต้องเป็นไปตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้าและกฎของการไฟฟ้าฯ

13.1.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งการเดินสายแบบเดินลอย ซึ่งอยู่ในอาคารตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ถ้ามีระบุในแบบ) และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

13.1.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) สายไฟฟ้าสำหรับการเดินลอยต้องเป็นชนิดตัวนำหุ้มฉนวนและมีเปลือกนอกเป็นพีวีซี หรือสายไฟฟ้าชนิดอื่นที่มีคุณภาพทัดเทียมกัน
- 2) ตัวจับยึดสายไฟฟ้า ต้องสามารถทนอุณหภูมิที่ใช้งานของสายไฟฟ้าและสามารถทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี
- 3) สายไฟฟ้าสำหรับระบบการเดินสายแบบเดินลอย จะต้องจับยึดผนังหรือสิ่งก่อสร้างด้วยเข็มขัดรัดสายหรือที่จับสายที่เหมาะสม ที่ไม่ทำให้เปลือกนอกของสายชำรุด
- 4) การรองสายชนิดนี้ จะต้องให้มีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเปลือกนอก
- 5) การต่อสายไฟฟ้า ต้องทำภายในกล่องต่อสายเท่านั้น ด้วย Wire Nut หรืออุปกรณ์อื่นที่เทียบเท่า
- 6) การเดินสายต้องเดินให้ขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร

13.2 การเดินสายแบบฝังดินโดยตรง (Direct Burial)

13.2.1 ทั่วไป

การเดินทางสายไฟฟ้าแบบฝังดินโดยตรง ต้องเป็นไปตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้า และกฎของการไฟฟ้าฯ

13.2.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งการเดินทางสายแบบฝังดินโดยตรง ซึ่งอยู่ในอาคารตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ถ้ามีระบุในแบบ) และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

13.2.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) สายไฟฟ้าสำหรับการเดินฝังดินโดยตรง ต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้ฝังดินโดยตรง และต้องมีฉนวนอย่างน้อย 2 ชั้น โดยที่ฉนวนภายนอก ต้องเป็นเทอร์โมพลาสติก
- 2) การต่อสายไฟฟ้าที่ฝังดินโดยตรง กระทำได้โดยวิธีการพิเศษ โดยเฉพาะ ตรงรอยต่อให้หุ้ม Epoxy Resin หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 3) ในกรณีที่มีสายไฟฟ้าหลายชุดฝังอยู่ในแนวเดียวกัน ต้องมีรายละเอียด บนสายไฟฟ้างดงกล่าวแสดงวงจรและขนาดสายไฟฟ้าทุกๆช่วงไม่เกิน 3 เมตร

13.2.4 การติดตั้ง

- 1) สายไฟฟ้าสำหรับการเดินฝังดินโดยตรง ต้องฝังลงในดินลึกอย่างน้อย 60 ซม.
- 2) สายไฟฟ้าต้องวางบนทรายซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. (Sand bed)
- 3) การวางสายไฟฟ้าบนทราย ควรวางเรียงเดียวตามแนวนอน โดยที่ระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้าควรมีค่าเท่ากับพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้างดงกล่าว แล้วกลบด้วยทรายโดยรอบสายไฟฟ้าหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. เช่นกัน และวางทับด้วยแผ่นคอนกรีตหรือแผ่นอิฐตลอดสายก่อนกลบด้วยดินในตอนที่ยังไม่ปล่อยออกจากพื้นดิน ต้องมีการป้องกันสายโดยการ ร้อยสายผ่านท่อโลหะ หรือใช้วิธีอื่นๆ ที่เหมาะสม
- 4) บนผิวดินในแนวเดินสายจะต้องวางแผ่นคอนกรีต (Concrete Tile) แสดงแนวสายไฟฟ้าใต้ดินทุก ๆ ช่วงไม่เกิน 30 เมตรในทางตรง และ ทุกช่วงหักโค้ง หรือเดินเข้าอาคาร โดยที่แผ่นคอนกรีตดังกล่าวมีอักษรย่อแสดงชนิดของสายไฟฟ้า และลูกศรชี้แนวเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน
- 5) ในกรณีที่สายไฟฟ้าที่ฝังใต้ดินโดยตรง จำเป็นต้องผ่านถนน หรืออาคารที่ต้องรับน้ำหนัก จำเป็นต้องร้อยสายในท่อ Asbestos Cement Pipe หรือท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดหนา (RSC) ในช่วงดังกล่าวแล้วจึงฝังดินได้ต่อไป

13.2.5 การทดสอบ

สายไฟฟ้าที่ฝังใต้ดินโดยตรง ก่อนจะกลบด้วยทราย และดินตามลำดับให้ทดสอบสภาพของฉนวนของสายไฟฟ้าด้วยเมกเกอร์ก่อนกลบทุกครั้ง

14. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

14.1 ทั่วไป

ท่อร้อยสายไฟฟ้าของอาคารทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศ
กระทรวงมหาดไทย และ NEC

14.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบตามที่ได้แสดงในแบบ และ
ระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

14.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) ท่อโลหะและอุปกรณ์ต้องเป็นวัสดุที่ใช้เฉพาะกับงานไฟฟ้า ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือ
คอนกรีตจะต้องยึดด้วยประกับโลหะ และ/หรือประกับสำหรับแขวนท่อทุกๆ ช่วง 2.5 เมตร
และไม่เกิน 1.0 เมตร จากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์
- 2) ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดหนา (Rigid Steel Conduit: RSC) ต้องเป็นท่อเหล็ก
แข็งชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้วและมี
เส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในดินใต้ถนนหรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความ
เสียหายได้ง่าย ท่อโลหะชนิดหนาใช้เชื่อมต่อชนิดเกลียวท่อที่ฝังในปูน ฝังในดิน และที่
อยู่ภายนอกอาคารที่อาจเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้น ต้องทาน้ำยาที่เกลียว
(Electrical Pipe Joint Compound) ก่อนใส่เชื่อมต่อเพื่อกันน้ำเข้า
- 3) ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit: IMC) ต้องเป็น
ท่อเหล็กชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้วและมี
เส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในปูนทราย ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือ
ใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย หรือที่ขึ้นตามข้อกำหนดของ NEC
- 4) ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing: EMT) ต้องเป็นท่อ
เหล็กบาง ผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมี
เส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดานหรือเดินฝัง
ในอิฐก่อ (ต้องใช้ร่วมกับเชื่อมต่อชนิดก้านน้ำ) สามารถใช้ติดตั้งได้ในทุกสถานที่ ยกเว้นที่ระบุ
ไว้ในกรณีท่อ RSC, IMC และท่ออ่อนซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ท่อโลหะชนิดบาง โดยทั่วไปใช้
เชื่อมต่อแบบสลักเกลียวขัน (Set-screw) และแบบ ใช้เครื่องมือบีบ (Compression
Type)

- 5) ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดอ่อน (Flexible Metal conduit: FMC) ต้องทำจาก Galvanize Steel ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งานเช่น มอเตอร์เป็นต้น หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการความคล่องตัวในการปรับตำแหน่ง เช่น ดวงโคมเป็นต้น หรือใช้ในที่อื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อน โดยเฉพาะ ท่อโลหะชนิดอ่อนให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ท่ออ่อนที่ใช้ในบริเวณที่อาจจะเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้นต้องเป็นแบบกันน้ำ และใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำเช่นกัน
- 6) ท่อร้อยสายชนิดพลาสติก (High Density Polyethylene Conduit : HDPE) ทำมาจากสาร Polyethylene ชนิดความหนาแน่นสูง ตามมาตรฐาน ASTM-D 1248 มีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2" Class I สำหรับใช้ฝังในดินใต้ถนน Class II สำหรับเดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดาน หรือเดินฝังในดิน โดยทั่วไปท่อร้อยสายชนิดพลาสติกใช้ติดตั้งในบริเวณที่มีสภาพการกัดกร่อนสูง เช่น บริเวณชายทะเล เป็นต้น ท่อร้อยสายชนิดพลาสติกโดยทั่วไปใช้ข้อต่อชนิด HDPE (HDPE -Coupling) ลักษณะต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของท่อที่ต้องการต่อ หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 7) ท่อร้อยสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะใช้งานและสภาวะแวดล้อม ดังที่ได้กล่าวโดยสังเขปมาแล้ว
- 8) ท่อร้อยสายแต่ละท่อต้องมี Coupling อยู่ที่ปลายข้างหนึ่งและ Thread Protector อีกข้างหนึ่ง
- 9) Conduit Fitting ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514
- 10) ต้องมี Lock Nut และ Bushing ในทุกปลายของท่อ
- 11) กล่องต่อสายไฟฟ้า ต้องเป็นกล่องชุบสังกะสีหรือแคดเมียม
- 12) ท่อร้อยสาย ต้องมีวิธีป้องกันสนิมและป้องกันการบาดสาย
- 13) ระบบสี ท่อไฟฟ้าทั้งหมดที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดานหรือเดินลอยติดผนังหรือเพดานให้ทาสีคาดไว้ที่ท่อทุกๆ 1 เมตรด้วยสีตามโค้ดสีที่ระบุไว้ แสดงให้ทราบว่า เป็นท่อระบบไฟฟ้า

14.4 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าและ NEC โดยที่

- 1) ท่อ RSC และ ท่อ IMC ต้องใช้เดินฝังในดิน หรือคอนกรีตหรืออิฐก่อ หรือ Floor Slab การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 346
- 2) ท่อ EMT ต้องใช้กับแนวเดินท่อที่ Exposed หรือ Concealed การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 348
- 3) ท่ออ่อน ต้องใช้เมื่อต้องการต่อเชื่อมท่อเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งมีการสั่นสะเทือนหรือเมื่อต้องการยึดหยุ่น การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 350
- 4) Associated Material ต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 สำหรับการติดตั้งในบริเวณอันตราย (Hazard) ให้เป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 500
- 5) Bend And Offset ต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุ ห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- 6) การนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน
- 7) ท่อของวงจรไฟฟ้าปกติ(Normal Circuit) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Circuit)
- 8) การเดินท่อให้พยายามเดินในแนวเฉียงทางเดิน และมีแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร

- 9) ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit Bushing ใส่ไว้ ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้น ต้องมีหัวงูเท้า (Service Entrance Fitting) ใส่ไว้ ปลายท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องมีฝาครอบ(Conduit Cap) ปิดไว้ทุกแห่ง การต่อท่อโลหะชนิดบางที่ฝังในผนังหรือพื้นให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อโดยใช้เครื่องมือตัดที่เหมาะสม และเมื่อรวมมุมที่งอแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสายสองจุด)
- 10) ปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อนก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสายต้องทำให้หมดคมโดยใช้ Conduit Reamer และการวางท่อต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกท่อชำรุด การต่อเชื่อมกับกล่องต่อสายและตัวตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของกล่องหรือตัวตู้ โดยมี Locknut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อ ท่อร้อยสายต้องมี Bushing สวมอยู่

15. รางเดินสายไฟฟ้า (Cable Ladder, Cable Tray or Wireway)

15.1 ทั่วไป

รางเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตาม NEC Article 362 ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีอบ (Stove Enamel Paint) และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

15.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งรางเดินสายไฟฟ้า ตลอดจนอุปกรณ์จับยึดรางเดินสายไฟฟ้ากับโครงสร้างอาคาร สำหรับรูปร่างและขนาดของรางเดินสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่ได้แสดงในแบบและระบุใน ข้อกำหนดนี้ทุกประการ

15.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) รางเดินสายไฟฟ้า ต้องทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบฟอสเฟตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม สำหรับ Cable Ladder/ Cable Tray และ 1.5 มม. สำหรับ Wire Way หรือที่ระบุไว้ในแบบ
Cable Ladder และ Cable Tray ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip Galvanized หรือ Electro-Galvanized สำหรับ Wireway ต้องพ่นสีทับเพื่อป้องกันสนิมและทนต่อสภาพการผุกร่อนได้ดี
- 2) ตัวรางเดินสายไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงอย่างพอเพียงที่จะป้องกันสายไฟฟ้าที่เดินอยู่ภายในได้และสามารถรับน้ำหนักของสายไฟฟ้างดงกล่าวได้ดี
- 3) ภายในตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องออกแบบให้สามารถเดินสายไฟฟ้าในรางดังกล่าวได้ง่ายและไม่ทำให้สายชำรุดเสียหาย เช่นขอบข้างราง และ/หรือชั้นของรางต้องเรียบโดยไม่มีคมของของ
- 4) รางเดินสาย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์จับยึด (Support) ทุกๆ ช่วงไม่เกิน 1.5 เมตร และตัวจับยึดต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอ
- 5) รางเดินสายและอุปกรณ์จับยึด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

15.4 การติดตั้ง

- 1) การติดตั้งให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้า ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- 2) จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินในรางให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- 3) รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการเดินสาย ต้องต่อลงดิน

สายไฟฟ้าที่เดินในรางเดินสายไฟฟ้าทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ต้องมีอุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้ากับรางเดินสายไฟฟ้างดงกล่าว (Cable Tie) หรือใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้าที่เหมาะสม

16. กล่องต่อสายไฟฟ้า

16.1 ทั่วไป

กล่องต่อสายแบบต่างๆต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 และ 373 กล่องต่อสายให้หมายรวมถึงกล่องต่อสวิตช์ เต้ารับ กล่องดึงสาย กล่องรวมสาย และกล่อง สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ

16.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งกล่องต่อสายสำหรับเต้ารับ สวิตช์ และอุปกรณ์อื่นๆ กล่องดึงสาย (Pull Box) กล่องต่อสาย (Junction Box) และข้อต่อต่างๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบและระบุใน ข้อกำหนดนี้ทุกประการ และส่วนอื่นที่เห็นว่าจำเป็นสำหรับการติดตั้ง (ซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในแบบ)

16.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) โดยทั่วไปกล่องต่อสายต้องเป็นเหล็กอบสังกะสี หรืออลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. เป็นแบบมีฝาปิด และมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางของ NEC
- 2) กล่องต่อสายต้องมีกรรมวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย
- 3) กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการใช้งานและสภาวะแวดล้อม
- 4) กล่องต่อสายแบบกันน้ำ ต้องใช้เป็นอะลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ หรือพลาสติก และมีกรรมวิธีป้องกัน น้ำได้ดี โดยที่ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่นหรืออะลูมิเนียมแผ่น
- 5) กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ และเต้ารับแบบกันน้ำฝนได้ที่ใช้ติดเกาะผนังใช้ชนิดโลหะหล่อ (Die Cast) พลาสติกและอบ หรือกล่องพลาสติก กล่องต่อสายสำหรับติดสวิตช์ใช้ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์ ลึกประมาณ 54 มม. กล่องต่อสายสำหรับติดดวงโคมและอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้ชนิดทกเหลี่ยมหรือแปด เหลี่ยมตามมาตรฐาน NEMA ใช้ขนาดลึกประมาณ 41 มม. กล่องต่อสายสำหรับติดเต้ารับใช้ขนาด ประมาณ 54x112x54 มม.ต้อง ใช้ทุกแห่งที่มีสวิตช์ เต้ารับ จุดที่ต่อแยกไปยังดวงโคมและอุปกรณ์ไฟฟ้า จุดที่มีการตัดต่อสายจุดที่มีการเลี้ยวโค้งเกินกว่าที่กำหนด และตามความจำเป็น
- 6) กล่องดึงสายและฝาครอบขนาดใหญ่ ให้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. พ่นสีกันสนิมแล้วพ่นสีชั้นนอกด้วย
- 7) ขนาดกล่องต่อสายและจำนวนสายในกล่องต้องเป็นไปตามกฎของ NEC
- 8) กล่องสำหรับสวิตช์และเต้าเสียบที่ฝังในผนังและเสา ซึ่งไม่สามารถใช้ขนาดลึก 54 มม.ได้ ให้ใช้ชนิดลึก 41 มม. แทนได้ โดยทั้งนี้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน กล่องต่อสายอื่นๆ และ Junction Box ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 102x102x54 มม.
- 9) กล่องต่อสายทุกกล่องต้องต่อลงดินตามกฎของ NEC
- 10) ระบบสี กล่องต่อสายทุกกล่องต้องทาสีภายในกล่อง และฝากล่องด้วยสีสั้ม สำหรับระบบไฟฟ้า สีเหลืองสำหรับไฟฟ้าฉุกเฉินและสีเขียวสำหรับระบบ โทรศัพท์ ฯลฯ กล่องต่อสาย

ของวงจรไฟฟ้าปกติ (Normal Circuit) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Circuit)

16.4 การติดตั้ง

- 1) ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- 2) ก่อสร้างสายทุกสายต้องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับตัวอาคาร
- 3) การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย Lock Nut และ Bushing และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการเดินสายและต่อสาย
- 4) ในกรณีใช้กับโคมไฟ Down light การต่อสายเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย Cable Gland และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการเดินสายและต่อสาย

17. การป้องกันสนิม

17.1 ทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์ที่เป็นเหล็กทุกชนิดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

17.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องมีกรรมวิธีป้องกันสนิมให้แก่ส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้ในการติดตั้งระบบไฟฟ้าตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

17.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

17.3.1 ท่อร้อยสายโลหะ และชิ้นส่วนที่เป็นโลหะซึ่งฝังในดิน ให้ทาด้วยสารประเภทแอสฟัลต์ เช่น ทาฟลีนโคตด้านนอกให้ทั่วอย่างน้อย 3 ครั้ง

17.3.2 กรรมวิธีการป้องกันสนิม

- 1) ทำความสะอาดแผ่นเหล็กให้เรียบสะอาดและปราศจากไขหรือน้ำมัน
- 2) ส่วนที่เป็นสนิมให้ใช้น้ำยาล้างสนิมล้างออกให้หมด พ่นสีรองพื้นด้วย Zinc Phosphate หรือ Etching Primer อื่นที่เทียบเท่าและอบสีรองพื้น
- 3) การพ่นสีชั้นนอกใช้สีน้ำมันชนิดอบ (Bake Enamel) พ่นทึบอย่างน้อย 2 ชั้นแต่ ละชั้นอบเช่นเดียวกับสีรองพื้นแล้วให้ขัดด้วยซี่ผึ้งขัดสี
- 4) กรรมวิธีการป้องกันสนิมโดยวิธีอื่น ผู้รับจ้างต้องขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน ดำเนินการ

17.4 การติดตั้ง

ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก และมีกรรมวิธีป้องกันสนิมจากต่างประเทศเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้งรายละเอียดดังกล่าวต่อผู้ว่าจ้างก่อนขออนุมัติติดตั้ง

18. การป้องกันไฟและควันลาม

18.1 ทั่วไป

การป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นตาม NEC หัวข้อที่ 300-21 และ ASTM

18.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟ และควันตามช่องเปิดของท่อร้อยสายไฟ สายไฟและบัสเวย์ ฯลฯ ซึ่งผ่านผนังห้องหรือพื้นห้อง

18.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2) วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง
- 3) วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้ สามารถถอดออกได้ ง่ายในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 4) ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดีและติดตั้งง่าย
- 5) วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเกิดเพลิงไหม้
- 6) ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับความร้อนสูง

18.4 การติดตั้ง

- 1) ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังหรือพื้นห้องหรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม
- 2) การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต อุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว
- 3) ช่องเปิดสำหรับท่อสายไฟ หรือบัสเวย์ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคต ก็ต้องหุ้มปิดไว้ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลามด้วย

19. เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าอัตโนมัติ (ถ้ามีระบุในแบบ)

19.1 ข้อกำหนดทั่วไป

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองอัตโนมัติ ต้องเป็นไปดังนี้

- 19.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองสำรองให้กำลังไฟฟ้า (Stand by Power Generator) ขนาดไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ 400/230 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย Hz ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ความถี่ 50 ไซเคิล/วินาที

- 19.1.2 เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ Radiator ประกอบสำเร็จรูป
- 19.1.3 เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบติดตั้งภายในอาคาร ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน ผู้ผลิต เครื่องยนต์, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ RADIATOR ขับต่อกันแบบต่อตรงติดตั้งอยู่บน แผ่นยางรองกันสะเทือนบนฐานเหล็กเดียวกันเพื่อกันความสั่นสะเทือน โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมในการติดตั้ง ประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต ที่ได้รับการประกันคุณภาพในการออกแบบและพัฒนาการผลิตตามมาตรฐาน ISO9001 และ ISO14001 ทั้งระบบของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 19.1.4 เครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นรุ่นที่ผลิตขึ้นในปัจจุบัน
- 19.1.5 แผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นแผงควบคุมที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน ผู้ผลิตโดยตรงจากผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

19.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง พร้อมระบบวงจรควบคุมอัตโนมัติและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองดังกล่าวทำงานโดยสมบูรณ์ ตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ ทุกประการ พร้อมทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ที่เสนอกับคุณสมบัติทางเทคนิค ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

19.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

19.3.1 เครื่องยนต์

- 1) เป็นเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยเฉพาะ ระบายความร้อนด้วยน้ำ จำนวนสูบไม่น้อยกว่า 6 สูบ 4 จังหวะ สามารถให้กำลังม้าต่อเนื่องในส่วน of STANDBY RATED POWER ที่ GROSS ได้ไม่ต่ำกว่า 400 BHP (สำหรับขนาด 400 kVA) ทำงานที่ 1,500 รอบต่อนาที ตามมาตรฐาน SAE หรือ DIN หรือ ISO 3046 หรือ ISO 8528
- 2) ระบบระบายความร้อนน้ำ มีหม้อน้ำรังผึ้ง และพัดลมระบายความร้อนพร้อม GUARD เพื่อป้องกันส่วนที่เคลื่อนไหว
- 3) ระบบอัดอากาศใช้ระบบ TURBOCHARGED AND CHARGE AIR COOLED
- 4) ระบบควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์เป็นแบบ ELECTRONIC GOVERNOR ที่เป็น STANDARD ของเครื่องยนต์รุ่นนั้นๆ
- 5) ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Direct Injection
- 6) สตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลท์
- 7) ระบบไอเสียต้องมีท่อเก็บเสียงชนิด RESIDENTIAL หรือดีกว่า พร้อมท่ออ่อน (FLEXIBLE TUBE) ส่วนที่อยู่ภายในอาคารให้ใช้ฉนวน และอลูมิเนียมหุ้มรอบท่อเพื่อป้องกันความร้อน และส่วนที่ต่อออกภายนอกอาคารให้ใช้ข้อต่อโค้ง ห้ามใช้ข้อต่อฉากเด็ดขาด
- 8) มีระบบสำหรับชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ขณะเครื่องยนต์ทำงาน
- 9) มาตรฐานต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ (หรือให้แสดงค่าที่ชุดควบคุมได้) อย่างน้อยต้องประกอบด้วย
 - (1) มาตรฐานชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์
 - (2) มาตรฐานอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนของเครื่องยนต์
 - (3) มาตรฐานแรงดันน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์

(4) มาตรฐานความเร็วรอบของเครื่องยนต์

10) ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นแบบไมโครโพรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR) โดยเครื่องยนต์จะต้องดับเครื่องยนต์เองโดยอัตโนมัติ พร้อมมีสัญญาณไฟแสดงที่ผู้ควบคุม และสัญญาณเสียง ซึ่งสามารถ RESET ให้อยู่ในสภาวะปกติได้ และมีระบบป้องกันไม่น้อยกว่า ดังนี้

- (1) ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ
- (2) อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนสูงกว่าปกติ
- (3) ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ สูงกว่าหรือต่ำกว่าปกติ

19.3.2 อัลเทอร์เนเตอร์

- 1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถผลิตกำลังไฟฟ้ากระแสสลับได้ไม่ต่ำกว่าที่ระบุในแบบ ในระบบ 3 เฟส 4 สาย 400/ 230 โวลท์ 50 เฮิร์ต ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที
- 2) สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้า (kVA) ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ ที่พิกัด Prime Rating
- 3) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ระบายความร้อนด้วยพัดลมซึ่งติดบนแกนเดียวกับ ROTOR ตามมาตรฐาน ISO หรือ NEMA หรือ VDE หรือ BS หรือ TIS
- 4) การควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นแบบ Solid State ที่มีค่า Voltage Regulation ต้องไม่เกินกว่า $\pm 1.0\%$ จาก NO LOAD ถึง FULL LOAD
- 5) ฉนวนของ Rotor และ Stator จะต้องได้มาตรฐาน CLASS H

19.3.3 ระบบควบคุมเครื่องยนต์

- 1) ระบบควบคุมเครื่องยนต์ (ENGINE STATUS MONITORING) จะต้องเป็นแบบดิจิทัล (DIGITAL STATUS PANEL) ประกอบสำเร็จมากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ซึ่งมีความสามารถวัดค่าต่างๆ ได้อย่างน้อยดังนี้
 - อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (COOLANT TEMPERATURE)
 - แรงดันน้ำมันหล่อลื่น (OIL PRESSURE)
 - อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น (ENGINE OIL TEMPERATURE) หรืออุปกรณ์ดับเครื่องยนต์เมื่ออุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นสูงเกินเกณฑ์ (สำหรับขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 500 kVA)
 - รอบของเครื่องยนต์ (RPM)
 - เวลารวมที่เครื่องยนต์ทำงาน (NUMBER OF HOURS OF OPERATION)
 - ค่าแรงดันของแบตเตอรี่ (BATTERY VOLTAGE)
- 2) แผงควบคุมเครื่องยนต์จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของเครื่องยนต์ และ ALTERNATOR วงจรควบคุมต้องมีสัญญาณเสียงหรือสัญญาณไฟเตือนที่แผงควบคุมเพื่อดับเครื่องยนต์ขณะเกิดข้อบกพร่อง ในกรณีต่างๆ ดังนี้
 - เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ดับในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ
 - เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ดับในกรณีอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนสูงเกิน
 - เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ดับในกรณีความเร็วรอบสูงเกิน
 - เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์หยุดการสตาร์ท เมื่อเกิดการ OVER CRANK
 - EMERGENCY STOP

- 3) อุปกรณ์ควบคุมอุปกรณ์ประกอบและมาตรวัดค่าต่างๆที่แผงควบคุม
- แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบ DIGITAL ผลิตภัณฑ์ประกอบสำเร็จจากผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบด้วยมาตรวัด DIGITAL ดังต่อไปนี้
 - แรงเคลื่อนไฟฟ้า (AC VOLTAGE 3 PHASE)
 - กระแสไฟฟ้า (AC CURRENT 3 PHASE)
 - เพาเวอร์แฟคเตอร์ (POWER FACTOR)
 - กิโลวัตต์ (AC KILOWATTS)
 - ค่าหน่วยไฟฟ้า (AC KILOWATT-HOURS)
 - ความถี่ (AC FREQUENCY)
 - ALTERNATOR EXCITER DUTY AND GOVERNOR DUTY (%)
 - ระบบอัตโนมัติ สำหรับติด-ดับเครื่องยนต์ อุปกรณ์ และวงจรนี้ใช้สำหรับสตาร์ทเครื่อง ต้องทำให้ให้หมุนเครื่องยนต์ และพักสลับกัน โดยสามารถตั้งจำนวนการสตาร์ทอัตโนมัติได้ 3-5 ครั้ง และระยะเวลาการ CRANK และช่วงพักระหว่างการ CRANK สามารถปรับได้ตั้งแต่ 7-20 วินาที หรือตามที่ผู้ว่าจ้างต้องการระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุมต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งาน 3 ตำแหน่ง คือ RUN / OFF / AUTO
 - อุปกรณ์ป้องกันเมื่อ OVERLOAD หรือ FAULT เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติทำงานด้วยระบบ MECHANIC จัดหาให้พร้อมเสร็จ เพื่อตัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจาก วงจรในกรณีที่เกิด OVERLOAD หรือ FAULT พร้อมทั้งต้องมีระบบป้องกันเมื่อเกิด OVER CURRENT, SHORT CIRCUIT และ OVERLOAD ติดตั้งมาด้วย
 - อุปกรณ์ควบคุมสำหรับใช้งานเมื่อไฟฟ้าปกติดับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ ใช้งานร่วมกันกับชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ซึ่งมี รายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้วสามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง เข้าไปแทนไฟฟ้าปกติได้ตามเวลาที่กำหนดพร้อมทำหน้าที่อื่นๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ
 - การป้องกันวงจรควบคุม และเครื่องวัดต้องมีการป้องกัน เช่น ใช้ฟิวส์ ที่มีขนาดเพียงพอ
 - สัญญาณเตือนและดับเครื่องโดยอัตโนมัติ นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่น ๆ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณและหรือตัดวงจรไฟฟ้า หรือดับเครื่องอีกอย่างน้อยดังนี้
 - HIGH AC VOLTAGE (SHUTDOWN)
 - LOW AC VOLTAGE (SHUTDOWN)
 - UNDER FREQUENCY (SHUTDOWN)
 - OVER CURRENT (WARNING)
- 4) ระบบประจุแบตเตอรี่
- สามารถประจุแบตเตอรี่ได้ทั้งจากไฟฟ้าปกติและไฟฟ้าจากเครื่องยนต์
 - มีระบบป้องกันที่จะตัดการประจุแบตเตอรี่ในขณะที่เครื่องยนต์สตาร์ท
 - มี BATTERY MONITORING SYSTEM ซึ่งสามารถแสดงสถานะต่าง ๆ ดังนี้
 - LOW DC.VOLTAGE

- HIGH DC.VOLTAGE

19.4 การติดตั้ง

- 19.4.1 ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบอัตโนมัติพร้อมถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Day tank) ความจุไม่น้อยกว่า ๘ ชั่วโมง พร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อยและถูกต้องตามแบบของกรมฯ กำหนด
- 19.4.2 เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบอัตโนมัติ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และ BY-PASS ISOLATING SWITCH และอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกันจะต้องทำงานได้ถูกต้องตามรายละเอียดทุกอย่าง และทดลองจ่ายโหลดเต็มที่ติดต่อกันอย่างน้อย 1 ชั่วโมง โดยไม่มีข้อขัดข้อง
- 19.4.3 ให้ทำการทดลองระบบป้องกันอันตรายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้
- 19.4.4 ในระหว่างการทดลอง หากอุปกรณ์ต่างๆของกรมท่าอากาศยานเสียหาย อันเนื่องมาจากการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง หรือระบบต่างๆไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ให้ใช้งานได้ดังเดิมโดยเร็ว
- 19.4.5 อุปกรณ์ในการทดลอง จ่ายโหลดเต็มที่ ผู้รับจ้างต้องจัดหาเอง

19.5 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาหนังสือคู่มือเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างน้อย 5 ชุด (ORIGINAL 1 ชุด และ COPY 4 ชุด) แต่ละชุดประกอบด้วย

- 19.5.1 การใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ การถอดและปรับตั้งชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (TECHNICAL MANUAL) และ รายละเอียดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (PART LISTS)
- 19.5.2 การใช้งาน การถอดและปรับตั้ง GENERATOR
- 19.5.3 รายละเอียดและวงจรของชุดควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองและ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และ BY-PASS ISOLATION SWITCH และระบบอัตโนมัติที่ทำงานร่วมกัน พร้อมคำอธิบายการทำงาน

19.6 เครื่องมืออะไหล่และอุปกรณ์ประกอบ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาพัสดุ ซึ่งใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองระบบอัตโนมัติ ที่ติดตั้งดังต่อไปนี้ให้กับเจ้าของโครงการ ในวันส่งมอบงาน คือ

- | | | | |
|---|-------------------------|---|-----|
| - | ไส้กรองน้ำมันเครื่อง | 5 | ชุด |
| - | ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง | 5 | ชุด |
| - | ไส้กรองอากาศ | 2 | ชุด |
| - | ไส้กรองน้ำ (ถ้ามี) | 5 | ชุด |
| - | สายพานเครื่องยนต์ | 2 | ชุด |

19.7 อื่นๆ (ถ้ามี)

19.7.1 การทำห้องและการป้องกันเสียง

การลดระดับความดังของเสียง ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาและติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการลดระดับความดังของเสียงให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด โดยอาจจำเป็นต้องจัดทำ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติม โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ที่กล่าวถึงต่อไปนี้

ให้ติดตั้ง Air Inlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้าของห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดตามที่แสดงในแบบและสอดคล้องกับมาตรฐานสากลสำหรับเครื่องยนต์

ให้ติดตั้ง Air Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมออกของเครื่องยนต์ โดยมีรายละเอียดตามที่แสดงในแบบและสอดคล้องกับมาตรฐานสากลสำหรับเครื่องยนต์

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวเนื่องกับการควบคุมเสียงด้วย เช่น ชุดบานประตูห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชุดบานเกล็ดอลูมิเนียมของ AIR INLET AIR OUTLET กรณีที่กันน้ำเข้าจากภายนอก เมื่อผนังห้องเป็นผนังติดภายนอกของอาคาร

ควบคุมระดับเสียงของห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้มีความดังไม่เกิน 77 dBA โดยวัดที่ระยะ 1 ม. ในบริเวณรอบนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยติดตั้งวัสดุ Sound Proof ที่ผนังและเพดานภายในห้อง ตามแบบและคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

ถ้าอุณหภูมิในห้องเครื่องมีค่าสูงกว่า 45°C ในขณะเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พิกัดโหลดใดๆ ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งระบบระบายอากาศเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิไม่ให้เกิน 45°C (โดยประมาณ) รวมทั้งจัดหาและติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ สำหรับลดระดับของเสียงของระบบระบายอากาศดังกล่าวด้วย

กรณีแบบระบุให้เป็นรุ่นพร้อมตู้ครอบเก็บเสียง การควบคุมระดับเสียงของห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้มีความดังไม่เกิน 77 dBA โดยวัดที่ระยะ 7 ม. ในบริเวณรอบนอกกล่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผู้รับจ้างต้องเสนอผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จพร้อมตู้ครอบเก็บเสียงจากโรงงาน การใช้วิธีทำตู้ครอบเก็บเสียงเองโดยตัวแทนขาย ไม่ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานการเก็บเสียงที่ออกแบบ ผลิตและทดสอบไว้ โดยยี่ห้อผู้ผลิต หากเสนอผลิตภัณฑ์ที่จัดทำขึ้นเองต้องส่งทดสอบกับห้องทดสอบของสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และรับรองผลมา ยื่นเสนอเพื่อพิจารณาต่อผู้ควบคุมงาน

20. โอตเมติกทรานสเฟอร์สวิตช์ (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH)

20.1 คุณสมบัติทั่วไป

- (1) ATS/BPS ทุกชุดต้องประกอบด้วยตัวสวิตช์ (Transfer Switch) และแผงควบคุมด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ (Controller) โดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของฟิวส์กระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ
- (2) ATS/BPS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ร่วมที่เข้ากับ ATS/BPS ทุกตัวต้องผ่านการทดสอบ และยอมรับตามมาตรฐาน

UL1008 - Standard for Automatic Transfer Switches

IEC 60947 - 6-1

20.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดการหาและติดตั้งสวิตช์ตัดตอน รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ตามที่แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

20.3 รายละเอียดคุณสมบัติของอุปกรณ์

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

20.3.1 รายละเอียดกลไกของตัวสวิตช์ (Transfer Switch)

- (1) ตัวสวิตช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีการทำงานในการส่งการด้วยไฟฟ้า และมีการล็อกตำแหน่งและกดยหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer) แล้ว และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 1/10 วินาที
- (2) สวิตช์ที่มีฟิวส์กระแสตั้งแต่ 600A. ขึ้นไปต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วนประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกดเพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง
- (3) ในกรณีที่เป็นระบบให้มีสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มฟิวส์ โดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer And Re-Transfer) สายศูนย์ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินต้องถูกต่อเชื่อมถึงกันจนกว่าการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านเสร็จสิ้นลง (Overlapping Neutral) การเชื่อมกันของสายศูนย์นี้ต้องเกิดขึ้นไม่นานเกินกว่า 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) ไม่อนุญาตให้ใช้สวิตช์ที่ไม่สามารถโอนถ่ายสายศูนย์ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้

20.3.2 สวิตช์บายพาส (Bypass - Isolation Switch)

- (1) สวิตช์บายพาสแบบสองทางต้องปฏิบัติการด้วยการใช้มือโยกเพื่อถ่ายภาระไฟฟ้า (Load) ไปยังแหล่งใดแหล่งหนึ่งผ่านสวิตช์บายพาส และปลด ATS ออกจากทั้งภาระไฟฟ้าและแหล่งจ่ายไฟทั้งสอง ต้องปฏิบัติแบบ Manual
- (2) การบายพาสจะต้องไม่เกิดการสะดุดขาดหายของไฟฟ้าสู่ Load ไม่อนุญาตให้ใช้ระบบที่ต้องปลด Load ออกเพื่อทำการบายพาส คันโยกบายพาสมี 3 ปฏิบัติการ คือ "Bypass To Normal" , "Automatic" และ "Bypass To Emergency" ความเร็วในการเปิด-ปิดของหน้าสัมผัสบายพาสจะต้องเท่ากับความเร็วของหน้าสัมผัส ATS ณ ตำแหน่ง "Automatic" หน้าสัมผัสบายพาสจะต้องไม่เชื่อมต่อกับการจ่ายไฟฟ้า
- (3) ระบบบายพาสและปลด ATS จะต้องมี Interlock เพื่อป้องกันการบายพาสที่จะเชื่อมแหล่งจ่ายไฟทั้งสอง และ ภาระไฟฟ้า (Load) เข้าด้วยกัน ไม่อนุญาตให้ใช้ระบบ Interlock การบายพาสและปลด ATS ด้วยกุญแจหรือระบบที่ไม่สามารถปลด ATS ออกจากระบบได้ทั้งตัว

20.3.3 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ (Control Panel)

- (1) แผงวงจรควบคุมสวิตช์ทำงานด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา และมีหน้าจอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆได้โดยใส่รหัสผ่าน
- (2) แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ Inphase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้า ปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน (เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน Emergency to Normal) แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิตช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว
- (3) การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมสวิตช์มีดังนี้
 - 1) 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 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินทำงาน

7) Emergency - To - Normal Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อห้วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานหลังจากที่แรงดันและความถี่ของ แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ

8) Engine Cool - Down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อห้วงเวลา การดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานแล้ว

9) Engine Exerciser

- สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และวันภายในสัปดาห์

- สามารถโปรแกรมในการเดินเครื่องยนต์ทำงานได้ถึง 7 โปรแกรม

- เมื่อเครื่องยนต์ทำการทดสอบแล้วก็สามารถโปรแกรมให้มีการโอนถ่าย โหลด(Load) หรือไม่โอนถ่ายโหลดได้

8.3.4 ATS/BPS ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบการทนกระแส (WITHSTAND AND CLOSING TEST) ตามมาตรฐานUL1008 ซึ่งระยะเวลาในการทนกระแสลัดวงจรได้ 1 1/2 และ 3 ไซเคิล ไม่น้อยกว่าให้ ใช้อุปกรณ์ใดๆ ที่ไม่ผ่านการทดสอบดังกล่าว

8.3.5 โรงงานผู้ผลิต ATS/BPS จะต้องผ่านมาตรฐาน ISO 9001 (ISO 9001 International Quality Standard)

8.4 การติดตั้ง

ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ ทุกประการ โดยทำการติดตั้งในตู้เฉพาะ แยกต่างหาก จาก ตู้สวิตช์ตัดตอนแรงดันต่ำ

8.5 การทดสอบ

ให้เป็นไปตาม คู่มือ และคำแนะนำของผู้ผลิต

8.6 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือในการติดตั้ง การใช้งาน การบำรุงรักษา จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่า

จ้าง

21. การทดสอบของระบบไฟฟ้าทั่วไป

21.1 ทั่วไป

ข้อกำหนดในตอนนี้ ครอบคลุมรายละเอียดของการทดสอบระบบไฟฟ้า ให้สอดคล้องกับกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC

21.2 ขอบเขต

เมื่อติดตั้งระบบต่างๆเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบไฟฟ้า ทั้งภายนอกและภายในอาคาร และส่วนที่รับผิดชอบต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

21.3 ความต้องการทางด้านเทคนิคของการทดสอบ

- 1) การทดสอบระบบไฟฟ้าแรงสูง และระบบไฟฟ้าแรงต่ำ จะถูกป้อนกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด อยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ รีเลย์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องปรับแต่งให้อยู่ในระดับที่ต้องการ หากพบว่ามีอุปกรณ์ไม่ทำงานหรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 2) การทดสอบอุปกรณ์ ให้จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด แล้วทำการตรวจสอบหน้าที่ และการทำงานตลอดจนคุณสมบัติของอุปกรณ์ดังกล่าว ความบกพร่องหรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 3) การทดสอบดวงโคม ดวงโคมไฟฟ้าทั้งหมดต้องถูกทดสอบ โดยการเปิดไฟฟ้าทิ้งไว้ต่อเนื่องกัน เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิดหากพบว่ามี ความเสียหาย ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 4) การทดสอบฉนวน อุปกรณ์ที่มีฉนวนทุกชนิดจะต้องถูกทดสอบดังนี้
 - วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ให้ปลดอุปกรณ์ป้องกันที่เป็นตัวเมนออกจากวงจร แต่ดวงโคมไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในตำแหน่งต่อเชื่อมวงจร ค่าความต้านทานฉนวนที่ผ่านระหว่างสายกับสาย และสายกับดินต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม เมื่อวัดด้วยเครื่องมือไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที
 - สายป้อนหรือสายป้อนย่อย ปลดปลายสายออกทั้งสองข้างเพื่อทำการทดสอบ ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างสายกับสาย และสายกับดินไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม เช่นกัน
- 5) การทดสอบแรงดันตก วัดแรงดันไฟฟ้าตกจากหม้อแปลงถึงโหลดต่างๆ แรงดันไม่ควรตกเกิน 5% และในกรณีแรงดันไฟฟ้าฯ ต่ำกว่าระดับแรงดันปกติ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ และแก้ไขแท็ป (Tap) ของหม้อแปลงให้เหมาะสม
- 6) การทดสอบระบบดิน วัดค่าความต้านทานของดินของระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีค่าความต้านทานของดินไม่เกิน 5 โอห์ม

บทที่ ๖

ระบบสื่อสาร และรักษาความปลอดภัย (Communication and Security System)

ข้อกำหนดทั่วไป

ทั่วไป

ระบบสื่อสาร (Communication System) และ ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System) ประกอบด้วย

- ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)
- ระบบดาวเทียม, เส้าอากาศโทรทัศน์รวม (SMATV SYSTEMS)
- ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)
- ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV SYSTEM)
- ระบบเสียง

ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสื่อสาร และ ระบบรักษาความปลอดภัย ทั้งหมด ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

การติดตั้ง

ถ้ามีได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ในข้อกำหนดการติดตั้งวัสดุ และอุปกรณ์สำหรับแต่ละระบบให้ใช้ตามข้อกำหนดของการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั่วไปได้ แต่ต้องมีเครื่องหมายแสดงให้ทราบว่าเป็นระบบสื่อสาร และระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งแตกต่างไปจากระบบไฟฟ้าทั่วไป เช่น ใช้ระบบสีของสายไฟ สีของท่อร้อยสายไฟฟ้าและกล่องต่อสาย เป็นต้น

๑. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)

๑.๑ ทั่วไป

ระบบโทรศัพท์ประกอบด้วย กล่องต่อสายโทรศัพท์ (Telephone Terminal Cabinet; TC) สายโทรศัพท์ เต้ารับ และอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ โดยเป็นไปตามกฎและระเบียบขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ทศท)

๑.๒ ขอบเขต

๑.๒.๑ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ทั้งหมด ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ ทุกประการ รวมถึง จัดหาอุปกรณ์ ตามจำนวนในตารางเสนอราคา

๑.๓ ความต้องการทางเทคนิค

๑.๓.๑ กล่องต่อสายโทรศัพท์ (TC)

- ๑) เป็นแบบบรรจุในตัว ตัวตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า ๑.๔ มม. ตู้พ่นสีแล้วอบ มีฝาและบานพับ พร้อมกุญแจล็อก
- ๒) อุปกรณ์ต่อสายภายใน เป็นเช่นเดียวกันกับ แผงกระจายสายรวม
- ๓) ระบบการต่อสายภายในเป็นแบบ Cross Connection พร้อม Wire Jumper หรือ Normal Connection ตามที่ระบุในแบบ

๑.๓.๔ เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

ในกรณี เต้ารับ แบบ อนุาล็อก เป็นแบบ Modular Jack Type (RJ๑๑) ชนิด ๔ ขั้ว ตามมาตรฐานประเทศ สหรัฐฯ โดยที่ฝาครอบเต้ารับมีลักษณะเดียวกันกับฝาครอบของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า ชนิด Stainless ในกรณี เต้ารับแบบ DATA เป็นแบบ RJ ๔๕ โดยที่ฝาครอบเต้ารับมีลักษณะเดียวกันกับฝาครอบของสวิตช์ และเต้ารับไฟฟ้า ชนิด Stainless

๑.๓.๕ สายโทรศัพท์ต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

- ๑) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำไม่ต่ำกว่า ๐.๕ มม และเป็นไปตามมาตรฐานของ องค์การโทรศัพท์ แห่งประเทศไทย
- ๒) สายโทรศัพท์ (ถ้ามีได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น) ให้ใช้สายต่อไปนี้
 - สายโทรศัพท์ที่เดินในรางใต้ดินหรือร้อยในท่อนอกอาคาร ให้ใช้สาย Alphet Sheathed Cable
 - สายโทรศัพท์ที่จากแผงกระจายสายรวม (MDF) ไปยังกล่องต่อสายโทรศัพท์ (TC) และจากกล่องต่อสายไปยังกล่องต่อสาย ให้ใช้สายชนิด TPEV
 - สายโทรศัพท์ที่เดินจากกล่องต่อสายโทรศัพท์ (TC) ไปยังเต้ารับโทรศัพท์ให้ใช้สาย TIEV ๔C-๐.๖๕ mm

๓) ระบบโทรศัพท์ ให้ใช้สายโทรศัพท์ที่มีรหัสสีดังตารางต่อไปนี้

หมายเลขคู่สาย	สี		หมายเลขคู่สาย	สี	
	Tip +	Ring -		Tip +	Ring -
๑	ขาว	น้ำเงิน	๑๔	ดำ	น้ำตาล
๒	ขาว	ส้ม	๑๕	ดำ	เทาดำ
๓	ขาว	เขียว	๑๖	เหลือง	(Slate)
๔	ขาว	น้ำตาล	๑๖	เหลือง	น้ำเงิน
๕	ขาว	เทาดำ (Slate)	๑๘	เหลือง	ส้ม
๖	แดง	น้ำเงิน	๑๙	เหลือง	เขียว
๗	แดง	ส้ม	๒๐	เหลือง	น้ำตาล
๘	แดง	เขียว	๒๑	ม่วง	เทาดำ
๙	แดง	น้ำตาล	๒๒	ม่วง	(Slate)
๑๐	แดง	เทาดำ (Slate)	๒๓	ม่วง	น้ำเงิน
๑๑	ดำ	น้ำเงิน	๒๔	ม่วง	ส้ม
๑๒	ดำ	ส้ม	๒๕	ม่วง	เขียว
๑๓	ดำ	เขียว			น้ำตาล
					เทาดำ
					(Slate)

๑.๔ การติดตั้ง

- ๑.๔.๑ การติดตั้งระบบโทรศัพท์ทั้งหมด ให้เป็นไปตามกฎระเบียบขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ทศท)
- ๑.๔.๒ แผงกระจายสายรวม (MDF) กล่องต่อสายโทรศัพท์ (TC) ให้ติดตั้งกับผนังตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ โดยใช้ Expansion Bolts ที่เหมาะสม เช่น แบบปลอกโลหะยึด และต้องติดตั้งสูง ๑.๘๐ ม. จากระดับบนของอุปกรณ์กับพื้น
- ๑.๔.๓ ต้องติดตั้ง Wire Marker ที่ปลายสายทั้งสองข้าง เพื่อความสะดวกในการทดสอบสัญญาณ และง่ายต่อการบำรุงรักษา
- ๑.๔.๔ ปริมาณสายที่ร้อยในรางเดินสายให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบและกฎของการไฟฟ้าฯ
- ๑.๔.๕ การติดตั้งรางเดินสายให้เป็นไปตามข้อกำหนดของรางเดินสายไฟฟ้า (CABLE TRAY AND WIRE WAY)
- ๑.๔.๖ การติดตั้งท่อร้อยสายให้เป็นไปตามข้อกำหนดของท่อร้อยสายไฟฟ้า

๑.๕ การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบคู่สายทั้งหมดที่ติดตั้งตามกฎระเบียบของ ทศท. พร้อมประสานงานไปยังผู้ดูแลระบบเดิม เพื่อจ่ายสัญญาณโทรศัพท์เข้ามาในระบบ โดยที่คู่สายทั้งหมดต้องสามารถใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ซึ่งในการทดสอบนั้นจะต้องมีตัวแทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย

การทดสอบ การรับประกัน และการให้บริการ

๑ หลังการติดตั้งเสร็จแล้ว ผู้เสนอราคาจะต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบในทุก ๆ ด้านโดยสมบูรณ์ต่อหน้าคณะกรรมการตรวจรับ ที่ได้รับมอบหมายแต่งตั้งมา

๒ ผู้เสนอราคาจะต้องให้การรับประกันอุปกรณ์ทั้งหมด ที่ได้เสนอมมาเป็นระยะเวลาอย่างน้อย ๒๔ เดือน นับจากวันที่คณะกรรมการได้รับมอบงานแล้ว

๑. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

๑.๑ ความต้องการทั่วไป

- ๑) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องเป็นระบบ Presignal non coded system ตามมาตรฐาน National Fire Protection Association NFPA โดยที่วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบต้องได้รับรองคุณภาพจาก UL, Vds, EN-๕๔ หรือ LPCB
- ๒) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องมีอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อย ดังนี้
 - อุปกรณ์แสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator)
 - สวิตช์แจ้งสัญญาณ (Manual Call Point)
 - ตัวจับควันและความร้อน (Smoke or Head Detector)
 - อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณ (Alarm Bell)

ในงานปรับปรุงนี้ การเพิ่มเติม ปรับแก้ ต่อขยายระบบ ให้ ผู้รับจ้าง ติดตั้งระบบ ที่เพิ่มเติม โดยใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับของเดิม และทำการทดสอบระบบ ให้ใช้งานงาน เรียบร้อยก่อนส่งงาน

๑.๒. การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบ Presignal System ให้เป็นดังนี้ เมื่อมีการแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดย Manual Call Point หรือจาก Detector ตัวโนโซนใดโซนหนึ่ง ระบบจะแจ้งสัญญาณเสียงและไฟกระพริบที่ FCP เพื่อให้เจ้าหน้าที่รับทราบ แล้วจึงส่งสัญญาณไปยังโซนอื่นๆ โดยอาจรวมถึงชั้นหรือโซนใกล้เคียง หรือสามารถจัดโปรแกรมภายหลังได้และหากไม่มีผู้ใดกดสวิตช์ Acknowledge ภายในเวลา ๕-๑๐ นาที ถัดไปซึ่งสามารถตั้งเวลาได้ให้ระบบส่งสัญญาณเสียงเตือนทั่วบริเวณ (General Alarm)

ลำดับการทำงานและลักษณะการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะเป็น ดังนี้ :-

- ก. เมื่อ FCP ได้รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ดวงไฟLED จะแสดงขึ้นที่ตู้FCPพร้อมบอกตำแหน่งที่จอLCD
- ข. Alarm Bell ในบริเวณที่กำหนดหรือบริเวณทั่วไปที่ตั้ง Program ไว้จะทำงานตามลำดับของระบบ Presignal
- ค. เมื่อเริ่มระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน ระบบจะต้องทำการส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมลิฟท์ทุกตัว เพื่อให้ระบบลิฟท์เข้าสู่สถานะการทำงานฉุกเฉินเนื่องจากไฟไหม้ พร้อมกันนั้นจะมีการส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมพัดลมต่างๆ เพื่อให้เดินเครื่องดูดควันหรือเครื่องป้องกันควันลามต่างๆ(ในกรณีที่มีกำหนดไว้)
- ง. เมื่อเกิดปัญหาต่างๆ ที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวของการป้องกันเพลิงไหม้ เช่น สายสัญญาณขาด หรือ ลัดวงจร แผงวงจรภายในชำรุด ฯลฯ ให้มีการรายงานในลักษณะเดียวกันกับข้อ ก. แต่แสดงด้วยดวงไฟต่างกัน ลักษณะ Trouble พร้อมทั้งมีสัญญาณเสียงเตือน

๑.๓. Fire alarm Control Panel

-

๑.๔ อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Initiating Devices) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อย ดังนี้ :-

- ๑) สวิตช์แจ้งสัญญาณ (Manual Pull Station) เป็นชนิดติดผนัง ตัวสวิตช์เป็นแบบดึง การทำงาน เมื่อดึงจะทำให้แท่งแก้วที่อยู่ด้านในแตกหรือหัก โครงสร้างเป็นพลาสติกหรือโลหะสีแดง พร้อมกุญแจสำหรับไขอุปกรณ์กลับให้อยู่ในสถานะปกติ แต่ต้องเปลี่ยนแท่งแก้วใหม่

๒) ตัวตรวจจับควัน (Smoke Detector) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันโดยเป็นชนิดทำงานด้วยลำแสง (Photo Electric) มีหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อเกิด Alarm หลอดไฟแสดงผลจะติด อุปกรณ์สามารถทำงานได้ในสภาวะดังนี้

- Working Voltage	๑๕-๓๓ VDC
- Ambient Temperature	๓๒°F-๑๒๐°F
- Humidity	≤ ๙๕% RH Non-condensing
- Surge current	≤ ๑๖๐ μ A max.@๒๔VDC
- Alarm current	≤ ๑๕๐ mA max.@๒๔VDC

๓) ตัวตรวจจับความร้อน (Rate of Rise Thermal Detector) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะทำงานเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง หรือ เมื่ออุณหภูมิขึ้นถึงที่กำหนดไว้ มีหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อเกิด Alarm หลอดไฟแสดงผลจะติด โดยสามารถทำงานได้ในสภาวะ

- Working Voltage	๑๕-๓๐ VDC
- Operating Temperature	๑๔°F-๑๒๒°F
- Humidity	≤ ๙๕% RH Non-condensing
- Maximum Switching Current	๑๐๐ mA. Max

๑.๕ อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณ (Alarm Bell)

- ๑) เป็นระฆังขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖” ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคารด้วยไฟตรง ๒๔ โวลท์ สามารถส่งเสียงดังได้ ๗๕ dBA ที่ระยะ ๑๐ ฟุต
- ๒) อุปกรณ์แสดงการแจ้งเตือนด้วยแสง โดยการทำงานเมื่อมีไฟ ๒๔ VDC อุปกรณ์จะกระพริบ ซึ่งมีความสว่างของแสงไม่น้อยกว่า ๗๕ Cadera (ในกรณีที่มีกำหนดไว้ในแบบ)

๑.๖. Graphic Annunciator

Graphic Annunciator ประกอบด้วยแผงผังแสดงรูปโดยอาคาร มี LED Lamp สำหรับบอกตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ มี Buzzer และสวิทช์ตัดเสียงประกอบอยู่บนหน้าตู้ และติดต่อกับ FCP

หมายเหตุ - ให้ปรับแก้ แผงแสดงผลนี้ ให้ตรงกับงานที่ปรับปรุง

๑.๗ การเดินสายและการติดตั้ง

- ๑) การเดินสายสำหรับอุปกรณ์แจ้งเตือนด้วยแสง (Initiating Device) ให้ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า ๑.๕ ตารางมิลลิเมตร THW หรือ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- ๒) การเดินสายสำหรับอุปกรณ์ส่งเสียง (Alarm Bell) ให้ใช้สายชนิดทนไฟได้ไม่น้อยกว่า ๒ ชั่วโมง หรือสาย THW ขนาดไม่เล็กกว่า ๒.๕ ตารางมิลลิเมตร ร้อยในท่อโลหะ หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- ๓) ผู้จำหน่ายจะต้องรับประกันสินค้าและการทำงานของระบบไม่น้อยกว่า ๑ ปี
- ๔) ผู้จำหน่ายจะต้องส่งมอบเอกสารการทดสอบ พร้อมใบรับประกันอุปกรณ์ให้กับผู้รับผิดชอบของอาคาร

๒ ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV SYSTEM) (ถ้ามี)

๑. ขอบเขตของงาน

ระบบ Digital CCTV สามารถรองรับการเชื่อมโยงและสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งรองรับการแสดงผล, รองรับการควบคุมระบบจากศูนย์กลาง และแจ้งเตือนเหตุต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและดูแลระบบกับระบบเดิม

ผู้เสนอราคาต้องทำการติดตั้งเดินท่อร้อยสายและ ติดตั้งอุปกรณ์, ตั้งค่า, ปรับแต่ง ตามที่เสนอ พร้อมทำการเชื่อมต่อระบบให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ตามวัตถุประสงค์ของกรมฯ พร้อมทั้งทำการฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้ใช้งาน อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องเป็นสินค้าใหม่ ๑๐๐ % ยังไม่ถูกใช้งานมาก่อน และต้องรับประกันคุณภาพของสินค้า โดยไม่สามารถมาเรียกเก็บค่าบริการจากกรมฯ ได้ในภายหลัง

๒. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

๒.๑ ชุดระบบควบคุมและบันทึก NVR และจอแสดงผล

(ต่อเข้ากับของเดิม)

๒.๒ กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ FIX DOME IR CAMERA

๒.๒.๑ เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ชนิด DAY/NIGHT

๒.๒.๒ ส่วนรับภาพเป็นชนิด CCD ขนาดไม่น้อยกว่า ๑/๓ นิ้ว

๒.๒.๓ ความละเอียดของภาพ ๕๖๐ TVLหรือมากกว่า

๒.๒.๔ สามารถสลับภาพกลางวันและกลางคืนได้อัตโนมัติ

๒.๑.๕ ภายในตัวกล้องมีระบบการกระจายแสงคลื่นอินฟราเรด ทำงานด้วยหลอดไฟ LED มีระยะการกระจายแสงไม่ต่ำกว่า ๒๐ เมตร ทำให้สามารถทำงานถ่ายภาพในที่มืด ที่ความเข้มของแสง ๐ LUX ได้

๒.๑.๖ ความยาวคลื่นของแสงอินฟราเรดมีระยะไม่ต่ำกว่า ๘๕๐ nm

๒.๑.๗ มีอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า ๔๘ dB หรือดีกว่า

๒.๑.๘ มีช่องสัญญาณภาพออกแบบ COMPOSITE VIDEO ขนาด ๑ V pp. ที่ความต้านทาน ๗๕ Ohm

๒.๑.๙ มีเลนส์ชนิด VARIFOCAI ขนาด ๓.๘ - ๑๐ มม. หรือดีกว่า

๒.๑.๑๐ มาตรฐานป้องกันน้ำและฝุ่นไม่น้อยกว่า IP๖๖

๒.๑.๑๑ สามารถทำงานที่อุณหภูมิ -๑๐ ถึง +๕๐ องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

๒.๑.๑๒ ใช้ระบบไฟฟ้า ๒๔VAC หรือ ๑๒VDC

๒.๑.๑๓ เป็นผลิตภัณฑ์จากกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกาและได้รับการรับรองมาตรฐาน CE หรือ UL

๒.๑.๑๔ ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือสำรองอะไหล่ในการซ่อมไม่น้อยกว่า ๕ ปี และมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทน

จำหน่าย ต้นฉบับที่ออกจากบริษัทผู้ผลิตมาขึ้นพร้อมเอกสารสอบราคา

๓ ระบบเสียง (SOUND SYSTEM)

๑. ขอบเขตของงาน

ระบบเสียงประกาศ (Public Address System, PA) ระบบสาย วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบเสียงทั้งหมด ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ DIN หรือมาตรฐานอื่นๆ ที่ยอมรับได้

ส่วนประกอบมาตรฐานของระบบเสียงประกาศ เช่น เครื่องควบคุม (Voice Alarm System) , เครื่องขยายเสียง (Power Amplifier), ไมโครโฟนประกาศ (Call Station) และลำโพง ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งเดินท่อร้อยสายและ ติดตั้งอุปกรณ์, ตั้งค่า, ปรับแต่ง ตามที่เสนอ พร้อมทำการเชื่อมต่อระบบให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ตามวัตถุประสงค์ของกรมฯ พร้อมทั้งทำการฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้ใช้งาน อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องเป็นสินค้าใหม่ ๑๐๐ % ยังไม่ถูกใช้งานมาก่อน และต้องรับประกันคุณภาพของสินค้า โดยไม่สามารถมาเรียกเก็บค่าบริการจากกรมฯ ได้ในภายหลัง

๒. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

๑. ชุดระบบควบคุม

(ต่อเข้ากับของเดิม)

ข้อกำหนดเครื่องขยายเสียง กรณีต้องติดตั้งเพิ่มเติม เพื่อให้เพียงพอกับจำนวนโหนดลำโพงที่ต้องใช้งาน เครื่องขยายเสียงขนาด 120 วัตต์

- มี Output ชนิด 100 โวลต์และ 70 โวลต์
- ตอบสนองความถี่ ตั้งแต่ 40 Hz ถึง 16 KHz หรือดีกว่า
- ความเพี้ยนของสัญญาณ น้อยกว่า 1%
- ระดับสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน มากกว่า 80 dB
- สามารถใช้งานได้ภายใต้อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

๒. ชุดอุปกรณ์ลำโพง

ลำโพงเพดาน ขนาด 10 วัตต์

- กำลังงานสูงสุด 10 วัตต์ และสามารถเลือกเป็น 5W หรือ 2.5W ได้
- Sound Pressure Level 90 dB ที่ 1 Watt 1m หรือสูงกว่า
- ช่วงตอบสนองความถี่ 65 Hz – 18 kHz หรือดีกว่า
- รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

ลำโพงฮอร์น ขนาด 15 วัตต์

- กำลังงานสูงสุด 15 วัตต์ และสามารถเลือกเป็น 10W หรือ 5W ได้
- Sound Pressure Level 112 dB ที่ 1 Watt 1m หรือสูงกว่า
- ช่วงตอบสนองความถี่ 280 Hz – 12 kHz หรือดีกว่า
- รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

ลำโพงตู้ติดผนัง ขนาด 10 วัตต์

- กำลังงานสูงสุด 10 วัตต์
- ขนาดลำโพงไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร
- Sound Pressure Level 90 dB ที่ 1 Watt 1m หรือสูงกว่า
- ช่วงตอบสนองความถี่ 120 Hz – 18 kHz หรือดีกว่า
- รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

อุปกรณ์ปรับระดับเสียงขนาด 12 วัตต์

- สามารถต่อเชื่อมลำโพงโดยรองรับกำลังงานสูงสุดที่ 12 วัตต์
- สามารถปรับระดับความดังได้อย่างน้อย 5 ระดับ
- รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

อุปกรณ์ปรับระดับเสียงขนาด 30 วัตต์

- สามารถต่อเชื่อมลำโพงโดยรองรับกำลังงานสูงสุดที่ 30 วัตต์
- สามารถปรับระดับความดังได้อย่างน้อย 5 ระดับ
- รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

อุปกรณ์ปรับระดับเสียงขนาด 60 วัตต์

- สามารถต่อเชื่อมลำโพงโดยรองรับกำลังงานสูงสุดที่ 60 วัตต์
- สามารถปรับระดับความดังได้อย่างน้อย 5 ระดับ
- รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

๓. การติดตั้ง

- การติดตั้งสายสัญญาณ และสายไฟฟ้า ให้ทำการติดตั้งภายในท่อ หรือรางโลหะที่มีฝาปิดมิดชิด ยกเว้นสายสัญญาณที่ติดตั้งตามพื้น หรือเส้นทางที่ไม่สามารถใช้ท่อ หรือรางโลหะติดตั้งได้ ให้พิจารณาตามความเหมาะสม โดยจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถจะป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับสายสัญญาณได้เป็นอย่างดี จุดต่อเชื่อมต่อต้องใช้กล่องโลหะ มีฝาปิด และ พ่นตัวอักษร ตามข้อกำหนดการกำหนดรหัสสี
- สายสัญญาณจะต้องเป็นสายเส้นเดียวตลอด ไม่มีการตัดต่อระหว่างอุปกรณ์
- ต้องทำหมายเลขปลายสายสัญญาณทุกเส้น โดยการเขียนลงบนพลาสติกแข็งที่ใช้สำหรับระบุชื่อสายโดยเฉพาะ พร้อมรัดแถบปลายสายให้แน่น
- ต้องทำการบันทึกคุณสมบัติของสายสัญญาณทุกเส้น ซึ่งต้องมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้ ชื่อสาย, ตำแหน่งที่สายต่อเชื่อมอุปกรณ์ และความยาวสาย พร้อมทั้งส่งมอบให้กับเจ้าหน้าที่ควบคุมงาน
- การติดตั้งให้ถือความสมบูรณ์ในการติดตั้งชุดควบคุมระบบเสียงประกาศ เป็นหลัก หากอุปกรณ์ชนิดใดที่มีความจำเป็นซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนด แต่มีความจำเป็นต้องติดตั้งเพื่อให้งานติดตั้งชุดควบคุม ระบบ ฯ สมบูรณ์ และเพื่อให้ระบบ ฯ ทำงานได้ครบทุกฟังก์ชันการใช้งาน ผู้ขายจะต้องจัดหาให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมกับ โครงการ
- การทดสอบ
หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ต่อหน้าผู้ซื้อหรือตัวแทนผู้ซื้อตามวิธีการ และรายละเอียดที่ผู้ซื้อกำหนด ทั้งนี้ ผู้ขายต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุ และอุปกรณ์กรณีที่เกิดความเสียหายจากการทดสอบทั้งหมด
- การรับประกัน
ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ ฯ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 365 วัน นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เรียบร้อยแล้ว

บทที่ ๗

ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ (Air Conditioning and Ventilation System)

๑. ข้อกำหนดทั่วไป

๑. บทนำ

ผู้ว่าจ้างกำลังก่อสร้างโครงการและต้องการดำเนินการเพื่อติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวก อื่น ๆ โดยที่การดำเนินการดังกล่าวต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

๒. สภาพแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ภายใต้ สภาพภูมิอากาศแวดล้อม ดังต่อไปนี้-

- ๒.๑ ความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลปานกลาง
- ๒.๒ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ๓๕.๖°C (๙๖°F)
- ๒.๓ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี ๓๐°C (๘๖°F)
- ๒.๔ ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย ๗๙%
- ๒.๕ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี ๕๕%
- ๒.๖ จุดน้ำค้างของอากาศ ๘๓°F (๒๘.๓°C)

๓. สภาวะในการออกแบบ

สภาวะในการออกแบบมีดังนี้

- ๓.๑ อุณหภูมิอากาศภายนอก ๓๕°C DB/๒๘.๓°C WB (๙๕°F DB/๘๓°F WB)
- ๓.๒ อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ ๒๔ ± ๑°C DB (๗๕ ± ๒°F DB)
- ๓.๓ ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศ ๕๕ ± ๕%

๔. มาตรฐาน และเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

๔.๑ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุอุปกรณ์การประกอบแบบการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- | | | |
|--------|---|--------------------------------------------------------------------------|
| มอก | - | สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม |
| AMCA | - | Air Moving and Conditioning Association |
| ANSI | - | American National Standard Institute |
| ARI | - | Airconditioning and Refrigeration Institute |
| ASHRAE | - | American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers |
| ASME | - | American Society of Mechanical Engineers |
| ASTM | - | American Society of Testing Materials |
| BS | - | British Standard |

FM	-	Factory Mutual
IEC	-	International Electro-Technical Commission
MEA	-	Metropolitan Electricity Authority
NEC	-	National Electrical Code
NEMA	-	National Electrical Manufacturer Association
NFPA	-	National Fire Protection Association
SMACNA	-	Sheet Metal and Airconditioning Contractors National Association Inc.
UL	-	Underwriters' Laboratories, Inc.

๔.๒ ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันของรัฐ หรือ สถาบันอื่น ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

๕ พนักงาน

- ๕.๑ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและ ควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการ และ ข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชา และวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสาร ขณะปฏิบัติ งานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการ ที่ตนไม่ทราบ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้
- ๕.๒ วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรม ควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม และเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสาร การส่งมอบงานทั้งหมด
- ๕.๓ ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่ เหมาะ สมกับงานที่ได้รับมอบหมาย เข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้อง ตามหลัก วิชาการ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันทีและแล้วเสร็จทันตาม ความประสงค์ ของเจ้าของโครงการ
- ๕.๔ เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้าง เปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าปฏิบัติงานไม่ดีพอหรือ อาจ เกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพ ดีพอมา ทำงานแทนโดยทันทีและค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ทั้งสิ้น
- ๕.๕ ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติ และผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคนพร้อมทั้งตำแหน่ง หน้าที่ในการปฏิบัติงานโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ
- ๕.๖ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิตบุคคล และทรัพย์สินของพนักงาน

๖ เครื่องมือ

- ๖.๑ ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ ใน การปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงานเจ้าของโครงการมี สิทธิที่จะ ขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

๗ ป้าย และเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

- ๗.๑ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา หรือจัดทำป้ายชื่อเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายแสดงต่างๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งานโดยใช้ภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ
- ๗.๒ ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติก พื้นสีดำแกะสลักตัวอักษรสีขาว ขนาดโดยอย่างน้อย ๑/๒" และเคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวรป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดทำให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้ คือ.
- แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด
 - เครื่องจักร และอุปกรณ์ทั้งหมด
- ๗.๓ สีที่พื้นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระพอง โดยจะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสี
- ๗.๔ เพื่อให้วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งแล้ว สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ต้องแสดงเครื่องหมาย และอักษรย่อหรือข้อความที่สั้นกระชับรัดกุมต่อการเข้าใจ

๘ การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- ๘.๑ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ มายังสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- ๘.๒ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุอุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง
- ๘.๓ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหมายกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างานและแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ๘.๔ เมื่อวัสดุ และอุปกรณ์เข้าถึงยังหน้างานผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้น ให้ถูกต้องตามที่ผู้ออกแบบได้อนุมัติไว้ ก่อนที่จะนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

๙ การเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- ๙.๑ ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าว จะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพหรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว
- ๙.๒ หากจะเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรโครงการเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่านเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร
- ๙.๓ การเก็บรักษาท่อ จะต้องจัดทำชั้นที่เก็บในร่มให้ถูกต้อง

๑๐ การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด

- ๑๐.๑ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และรายการข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ โดยชัดเจน
- ๑๐.๒ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้ง จากแบบสถาปนิก และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสุขาภิบาล และไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ

๑๐.๓ เมื่อพบข้อขัดแย้งระหว่างแบบ และรายการหรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการ ให้รีบแจ้งต่อผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างโดยฉับพลัน และการตีความในข้อความขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

๑๑ การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด และวัสดุอุปกรณ์

- ๑๑.๑ การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย ๓๐ วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
- ๑๑.๒ ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีลักษณะหรือคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว
- ๑๑.๓ ถ้างานส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้ง หรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ดี ผิดไปจากแบบและข้อกำหนด หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ในการสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่วคราวและต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันที และความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าว ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืดวันทำการออกไปหรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้

๑๒ แบบใช้งาน (Shop Drawing)

- ๑๒.๑ ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งาน แสดงรายละเอียดการติดตั้งของระบบต่างๆ ตามที่ได้ตรวจสอบจากสภาพสถานที่ติดตั้งตามความเป็นจริง และจากการปรึกษาร่วมกับผู้ว่าจ้างระบบงานอื่นแล้ว เป็นแบบอัตราส่วน ๑ : ๑๐๐ และถ้าจำเป็น ให้ขยายภาพตัดเป็น ๑ : ๒๕ หรือ ๑ : ๕๐ ให้แก่ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติอย่างน้อย ๔ ชุด แบบใช้งานนี้จะต้องส่งไปขอความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการติดตั้งในเวลาอันสมควร แต่จะไม่น้อยกว่า ๓๐ วัน
- ๑๒.๒ ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งาน แสดงรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศและระบายอากาศ เช่นเดียวกับที่ระบุในข้อ ๑๓.๑ ในมาตราส่วน ๑ : ๕๐ และแบบขยายภาพตัดเป็นอัตราส่วน ๑ : ๒๕ หรือ ๑ : ๕๐ ส่งให้ผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง ในส่วนต่างๆ ดังนี้
- ห้องเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Plant Room)
 - บริเวณที่ตั้ง Cooling Tower
 - ห้องเครื่องปรับอากาศ (AHU. Room)
 - ห้องเครื่องพัดลม
 - Schematic Diagram
 - Chiller Plant Manager Control Diagram

๑๓ แบบสร้างจริง (As - Built Drawings)

- ๑๓.๑ ในระหว่างดำเนินการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผัง และแบบตามที่สร้างจริง แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง
- ๑๓.๒ แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้ง จะต้องลงนามรับรองความถูกต้อง และส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง ๓ ชุดในวันส่งมอบงานแบบนี้ประกอบด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไข สามารถพิมพ์ได้ ๑ ชุดและแบบพิมพ์เขียวอีก ๓ ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับของผู้ออกแบบ หรือแบบใช้งานพร้อม Diskette ๑ ชุดและ CD ๑ ชุด

๑๔ การใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่น ๆ

- ๑๔.๑ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปา และท่อน้ำอื่นๆ รวมทั้งมาตรวัดต่างๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและใช้งานด้วย
- ๑๔.๒ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในข้อ ๑๕.๑ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่างการใช้งานจนกระทั่งวันส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว
- ๑๔.๓ การรื้อถอนวัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม ภายหลังจากส่งมอบงานแล้ว ก็ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน
- ๑๔.๔ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว ให้เพียงพอสำหรับแสงสว่างตามจุดต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงาน หรือตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมไฟสำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

๑๕ ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

- ๑๕.๑ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง และบุคคลร่วมปฏิบัติงาน
- ๑๕.๒ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานการติดตั้งและทดลองเครื่อง
- ๑๕.๓ ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา
- ๑๕.๔ ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เงียบ และสิ้นเสียงที่น้อยที่สุด เท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อน และมีผลกระทบกระเทือนต่อคน หรืองานอื่นๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง
- ๑๕.๕ เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนรื้อถอนอาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ ออกไปให้พ้นจากสถานที่โดยสิ้นเชิง สิ่งใดที่จะต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน
- ๑๕.๖ ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้สะดวกแก่การขนส่ง และการซ่อมบำรุงรักษา

๑๖ การประสานงาน

- ๑๖.๑ ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงาน อย่างจริงจังโดยจะต้องปรึกษาและประสานงานอย่างใกล้ชิดกับการติดตั้งระบบ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ เช่น ผู้รับจ้างงานโครงสร้างอาคาร, ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้า, ผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาล, ผู้รับจ้างงาน

ตกแต่งภายใน เป็นต้น อยู่เสมอเพื่อลดปัญหาการขัดแย้งกับผู้รับจ้างระบบงานอื่นๆ และเพื่อทำให้งานดำเนินไปได้โดยสะดวกราบรื่น

๑๗ การรายงานผล และความคืบหน้าของงาน

- ๑๗.๑ ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานสรุปผลความคืบหน้าของการปฏิบัติงาน ติดตั้งเป็นลายลักษณ์อักษร จำนวน ๓ ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้างโดยสม่ำเสมอเป็นรายอาทิตย์ และสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว
- ๑๗.๒ รายงานดังกล่าวในข้อ ๑๗.๑ จะต้องเริ่มทำตั้งแต่เมื่อเริ่มมีการปฏิบัติงานที่หน้างานและสิ้นสุดลงเมื่อมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว
- ๑๗.๓ รายงานดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ คือ.
 - จำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงานทั้งหมด
 - จำนวนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เข้ามายังหน่วยงาน
 - รายละเอียดงานที่ได้ดำเนินการไป
 - งานที่ล่าช้า (ถ้ามี)
 - วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงงานจากผู้จ้าง
 - วันที่เสนอแบบใช้งานจริง และวันที่ได้รับการอนุมัติแบบ
 - เหตุการณ์พิเศษอื่น ๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

๑๘ การทดสอบเครื่อง และระบบ

- ๑๘.๑ ผู้รับจ้างจะต้องหาตารางแผนงาน แสดงกำหนดการทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆเสนอต่อผู้ว่าจ้าง รวมทั้งจะต้องจัดเตรียมเอกสารข้อเสนอแนะจากผู้ผลิต ในการทดสอบเครื่องเสนอต่อผู้ว่าจ้างจำนวน ๒ ชุด
- ๑๘.๒ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบ และรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น
- ๑๘.๓ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด
- ๑๘.๔ การทดสอบเครื่อง และระบบต่างๆ ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าและหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องตลอดจนมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๑๙ การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

- ๑๙.๑ ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษา ก่อนส่งมอบงาน
- ๑๙.๒ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่างๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย ๑๕ วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

๒๐ หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

- ๒๐.๑ ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งต้องมีวิธีการใช้ ,ระยะเวลาของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่นๆ เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษจำนวน ๔ ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างอย่างช้า ๗ วันก่อนวันส่งมอบงาน

๒๑ การรับประกัน

- ๒๑.๑ ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของระบบปรับอากาศทั้งระบบ ภายในระยะเวลา ๓๖๕ วัน นับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จ และผู้ว่าจ้างลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- ๒๑.๒ ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์และสิ่งอื่นใดเสียหาย หรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือ แก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดี เช่นเดิมโดยไม่ชักช้า และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด ในกรณีที่ผู้รับจ้างชักช้า ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการจ้างผู้อื่นแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง
- ๒๑.๓ ในช่วงรับประกัน ถ้าผู้ว่าจ้างเกิดพบว่า เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ หรือสิ่งอื่นๆ ไม่ถูกต้องตามแบบหรือข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข หรือ เปลี่ยนใหม่ให้ถูกต้อง

๒๒ การบริการ

- ๒๒.๑ ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้ สำหรับการตรวจซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน ภายในระยะเวลา ๓๖๕ วันรวมอย่างน้อย ๑๒ ครั้ง
- ๒๒.๒ ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายการงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน ๗ วัน นับจากวันที่บริการ
- ๒๒.๓ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาทำงานปกติ ผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำโดยไม่ชักช้า

๒๓ การส่งมอบงาน

- ๒๓.๑ ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มที่ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่ เป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมง ติดต่อกัน
- ๒๓.๒ ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และเป็นที่น่าพอใจของผู้ว่าจ้างว่าเครื่องวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้น สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ
- ๒๓.๓ รายการส่งของต่างๆ ต่อไปนี้ ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ
- แบบสร้างจริง (As-Build Drawing) ๔ ชุด
 - หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ ๓ ชุด ยกเว้นกรณีที่ส่งก่อนแล้วและผู้ว่าจ้างไม่ได้ขอให้แก้ไขหรือเพิ่มเติม
 - เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
 - อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด

๒๓.๔ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ในการทดสอบเครื่องและตรวจรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ยกเว้นค่าไฟฟ้าในการทดสอบระบบไม่รวมอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

๒. งานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้าง

๑. การตัดเจาะ

๑.๑ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการตัดเจาะ ที่จำเป็นต่อการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ เช่น การเจาะผนัง, พื้น, การเจาะตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่างๆจะต้องทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป รวมทั้งควรแจ้งให้เจ้าของงานทราบก่อนที่จะดำเนินการตัดเจาะด้วย ในกรณีที่เกิดความเสียหายกับงานของผู้รับจ้างอื่นๆ ภายหลังจากการตัดเจาะ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและซ่อมแซม หรือเปลี่ยนส่วนที่เสียหายให้อยู่ในสภาพเดิม

๒. การปิดช่อง

๒.๑ ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่างๆ บนฝาผนัง, พื้น, คาน, ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการหลังการติดตั้ง หลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อย ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

๒.๒ ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ/ผนังกันเสียง ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟไม่น้อยกว่า ๒ ชั่วโมง ซึ่งวัสดุดังกล่าวเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หัวข้อ ๓๐๐-๒๑ และ ASTM

คุณสมบัติของวัสดุ

- อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย ๒ ชั่วโมง
- อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- ติดตั้งง่าย
- อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ต่ำกว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติก่อน

๓. การติดตั้ง

๓.๑ ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-

- ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง, พื้น หรือคาน และชาฟท์ที่ต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้ สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ
- ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
- ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่าง อยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
- ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลาม ตามท่อ

๔. การจัดทำแทนเครื่อง

๔.๑ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดทำแทนเครื่อง, แทนแผงไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น ตามความเหมาะสม และมีความแข็งแรง แทนคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็ก ให้ถูกต้องทางวิชาการมุมแทนคอนกรีตจะต้องปาดเป็นมุมเอียง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งข้อมูลต่างๆ ของแทนเครื่อง เช่น รายละเอียดขนาด ตำแหน่ง แก่สถาปนิกและวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ทราบ ก่อนดำเนินการอย่างน้อย ๗ วัน

๕. การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

๕.๑ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการยึดท่อ และอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ และระบายอากาศกับโครงสร้างอาคาร เช่น โครงเหล็ก, เหล็กยึดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หากจะใช้ Expansion Bolt จะต้องผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักตามที่ต้องการได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า ๓ เท่า (Safety Factor = ๓)

๕.๒ Expansion Bolt ที่ใช้จะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปูนไม่โดยเด็ดขาด

๖. งานติดตั้งในห้องเครื่อง

๖.๑ ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแทนเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

๖.๒ แผนงานข้อมูลและความต้องการ ตามความจำเป็นต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าว โดยมีได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ความเสียหายที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

๗. ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

๗.๑ ช่องเปิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ซาฟท์ ช่องระหว่างผนังฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างต้องกำหนด ขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสม กับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่างๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

๗.๒ ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่องและอุปกรณ์ที่จำเป็น ต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลัง รวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า และฝาผนัง ให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

๘. เพิงและโรงเรือนชั่วคราว

๘.๑ ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้คุมงาน เรื่องตำแหน่งสถานที่สร้างเพิงและโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้เท่านั้น อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหายหรือเสื่อมสภาพก่อนนำไปใช้งาน

๘.๒ วัสดุที่กองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคา หรือผ้าใบคลุมป้องกันฝน และแสงแดด วัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้น และห้ามกองไว้บนพื้นดิน

๙. การกำจัดสิ่งปนื้อ

๙.๑ ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวันภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลาง ก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

๑๐. การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

๑๐.๑ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวน และการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ หลังจากการติดตั้งแล้ว โดยใช้วิธีป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงของเครื่องจักรนั้นๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือนควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร

๓. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ (SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT WITH INVERTER)

๑. ข้อกำหนดทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศหรือระบายความร้อนด้วยน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ยุโรป หรือประกอบจากโรงงานภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น ที่ได้รับมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑, TIS ๑๘๐๐๑, OHSAS ๑๘๐๐๑ โดยได้รับการรับรองตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ๒๑๓๔-๒๕๔๕ โดยผู้รับจ้างจะต้องแนบหนังสือยืนยันลิขสิทธิ์และมาตรฐานดังกล่าว ซึ่งระบุชื่อโรงงานที่ใช้ประกอบเครื่องปรับอากาศ รุ่นที่เสนอด้วย อีกทั้งต้องมีความสามารถในการทำความเย็นได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (COOLING COIL) ปริมาณตามที่กำหนด ที่ ๒๖.๗^o CWB ๑๙.๔^o CWB (๘๐^o FDB, ๖๗^o FWB) โดยผู้รับจ้างจะต้องแนบผลการทดสอบจากห้องทดสอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หรือห้องทดสอบของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือห้องทดสอบ ของโรงงานผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานของรัฐที่น่าเชื่อถือ เช่น กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล กรมโยธาธิการ เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายประจำจังหวัด หรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิต ให้เป็นผู้เสนอราคางานนี้ โดยเฉพาะ โดยจะต้องแนบหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายฉบับจริงมาเพื่อประกอบการพิจารณาด้วย

การชำระภาษีสรรพสามิต

สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน ๗๒,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง จะต้องได้รับการชำระภาษีสรรพสามิตให้ถูกต้องครบถ้วน โดยหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องนำเอกสารแสดงการเสียภาษีสรรพสามิต ทุกรุ่น และหมายเลขเครื่องที่ใช้ในหน่วยงานนี้ มาแสดงเพื่อประกอบการพิจารณาส่งมอบงาน

๒. รายละเอียดเครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน ๒๔,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง

๑. มาตรฐานเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่เสนอต้องประกอบสำเร็จรูปเป็นชุด และต้องมีค่าประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ไม่น้อยกว่าค่าประสิทธิภาพพลังงานเบอร์ ๕ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในเวลานั้น

๒. เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

๒.๑. ตัวถัง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบ Electro Galvanized Steel หนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๒๑ โดยขารองรับตัวถังทำด้วยเหล็กแผ่น Electro Galvanized Steel หนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๑๘ ด้วยวิธีการขึ้นรูป หรือหนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๑๔ ด้วยวิธีการพับอย่างแข็งแรง ตัวถังจะต้องผ่านกรรมวิธีการอบเคลือบสีป้องกันสนิมอย่างดี (Powder Paint) จากโรงงานผู้ผลิต

๒.๒. เครื่องอัดน้ำยา (Compressor) เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด (Hermetic) ชนิด Rotary ใช้กับน้ำยา R-๓๒, R-๔๑๐ หรือสารทดแทน น้ำยา R-๒๒ และระบบไฟฟ้า ๒๒๐-๒๔๐V/๑Ph/๕๐Hz โดยรุ่นที่ใช้จะต้องมีขนาดทำความเย็นตามมาตรฐาน ARI ไม่น้อยกว่า ขนาดทำความเย็นที่กำหนด

๒.๓. คอยล์ระบายความร้อน (Condenser Coil) ทำด้วยท่อทองแดงไร้ตะเข็บผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ๓/๘ นิ้ว จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า ๑ แถว พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๔.๗ ตารางฟุต และมีครีบอลูมิเนียมระบายความร้อน (Aluminium Louver Fin) จัดวางเป็นรูปตัว L อัดติดแน่นกับท่อทองแดงด้วยวิธีกล มีครีบระบายความร้อนไม่น้อยกว่า ๑๔ ครีบต่อระยะ ๑ นิ้ว จะต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต

๒.๔. มีชุด INVERTER ๑ ชุด เพื่อควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบสวิง,มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETICALLY SEALED SWING TYPE) ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์

๒.๕. พัดลมระบายความร้อน (Condenser Fan) เป็นแบบใบพัด (Propeller) จำนวน ๑ ชุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๘ นิ้ว ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (Direct Drive) ติดตั้งในแนวระดับ เป่าลมร้อนออกด้านข้าง มีตะแกรงเหล็กหรือพลาสติกอย่างดีปิดป้องกันใบพัด หรือใช้แผง Grille ปรับทิศทางลมให้เฉียงขึ้น ๔๕ องศา ตามสภาพการติดตั้งที่เหมาะสมที่หน้างาน

๒.๖. อุปกรณ์อื่นๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- Compressor Magnetic Contactor
- Compressor Overload Protection Device
- Fan Motor Overload Protection Device
- Filter Drier
- Refrigerant Service Valve แบบ Access Valve
- Capillary Tube

๓. เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit)

๓.๑ ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเนื้อพลาสติกชนิดดี Polystyrene พร้อมบุฉนวน Polyethylene Closed Cell Foam หนาไม่น้อยกว่า ๕ มิลลิเมตร

๓.๒ คอยล์ส่งลมเย็น (Evaporator Coil) ทำด้วยท่อทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ๓/๘ นิ้ว จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า ๒ แถว พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๒.๐ ตารางฟุต และมีครีบอลูมิเนียม (Aluminium Fin) ชนิดเคลือบสาร Hydrophilic อัดติดแน่นกับท่อทองแดงด้วยวิธีกล ไม่น้อยกว่า ๑๔ ครีบต่อระยะ ๑ นิ้ว จะต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต

๓.๓ พัดลมส่งลมเย็น (Evaporator Fan) เป็นแบบกรงกระรอก (Squirrel) จำนวน ๒ ชุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๖ นิ้ว ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (Direct Drive) แบบหล่อลื่นถาวร (Permanent Lubricated Type) สามารถปรับความเร็วได้ ๓ ระดับ ใช้กับระบบไฟฟ้า ๒๒๐-๒๔๐V/๑Ph/๕๐Hz

๓.๔ อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ใช้เทอร์โมสแตตแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Thermostat) ที่สามารถปรับตั้งอุณหภูมิได้ในช่วงไม่น้อยกว่า ๑๖ - ๓๐°C โดยให้ค่าความละเอียดถูกต้องแม่นยำ ในการควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Accuracy, Precision) ได้ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ หรือละเอียดมากกว่า พร้อมวงจรหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เพื่อป้องกันคอมเพรสเซอร์เสียหาย หากเกิดไฟดับ แรงดันไฟฟ้าขาดหายไป หรือคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน วงจรจะหน่วงเวลาไม่ต่ำกว่า ๒ นาที จึงจะสามารถใช้งานคอมเพรสเซอร์ได้อีก ในกรณีที่ไม่มีชุดหน่วงเวลาที่ชุดคอนเดนซิ่ง

๓.๕ อุปกรณ์อื่นๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- อุปกรณ์ลดความดันน้ำยา (Capillary Tube)
- ถาดน้ำทิ้งพร้อมข้อต่อขนาดไม่น้อยกว่า ๓/๔ นิ้ว
- แผงกรองอากาศชนิดถอดล้างได้

๔. การรับประกัน

เครื่องปรับอากาศที่เสนอ จะต้องมีการรับประกัน ๑ ปี จากโรงงานผู้ผลิต ทั้งนี้จะต้องมีเอกสารที่น่าเชื่อถือ ยืนยัน เช่น Catalog ฉบับจริง เป็นต้น

๓. รายละเอียดเครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน ๔๒,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง

๑. มาตรฐานเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่เสนอต้องประกอบสำเร็จรูปเป็นชุด และต้องมีค่าประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ไม่น้อยกว่า ๙.๖

๒. เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

๒.๑. ตัวถัง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบ (Electro Galvanized Sheet) หนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๒๑ โดยขารองรับตัวถังทำด้วย เหล็กแผ่น Electro Galvanized Steel หนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๑๘ ด้วยวิธีการขึ้นรูป หรือหนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๑๔ ด้วยวิธีการ พับอย่างแข็งแรง ตัวถังจะต้องผ่านกรรมวิธีการอบเคลือบสีป้องกันสนิมอย่างดี (Powder Paint) จากโรงงานผู้ผลิต

๒.๒. เครื่องอัดน้ำยา (Compressor) เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด (Hermetic) ชนิด Rotary สำหรับขนาดไม่เกิน ๓๖,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง และ Scroll สำหรับขนาดเกิน ๓๖,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง แต่ไม่เกิน ๔๒,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง ใช้กับน้ำยา R-๓๒, R-๔๑๐ หรือสาร ทดแทน น้ำยา R-๒๒ และระบบไฟฟ้า ๒๒๐V/๑Ph/๕๐Hz หรือ ๓๘๐V/๓Ph/๕๐Hz โดยรุ่นที่ใช้จะต้องมีขนาดทำความเย็นตามมาตรฐาน ARI ไม่น้อยกว่าขนาดทำความเย็นที่กำหนด

๒.๓. คอยล์ระบายความร้อน (Condenser Coil) ทำด้วยท่อทองแดงไร้ตะเข็บผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ๓/๘ นิ้ว จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า ๒ แถว พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๕.๐ ตารางฟุต และมีครีบอลูมิเนียมระบายความร้อน (Aluminium Corrugated Fin) จัดวางเป็นรูปตัว L อัดติด

แนบกับท่อทองแดงด้วยวิธีกล มีครีประบายความร้อนไม่น้อยกว่า ๑๘ ครีต่อ ระยะ ๑ นิ้ว จะต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต

๒.๔. มีชุด INVERTER ๑ ชุด เพื่อควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบสวิง, มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETICALLY SEALED SWING TYPE) ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์

๒.๕. พัดลมระบายความร้อน (Condenser Fan) เป็นแบบใบพัด (Propeller) จำนวน ๑ ชุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๘ นิ้ว ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (Direct Drive) ติดตั้งในแนวระดับ เป่าลมร้อนออกด้านข้าง มีตะแกรงเหล็กหรือพลาสติกอย่างดีปิดป้องกันใบพัด หรือใช้แผง Grille ปรับทิศทางลมให้เฉียงขึ้น ๔๕ องศา ตามสภาพการติดตั้งที่เหมาะสม ที่หน้างาน

๒.๖. อุปกรณ์อื่น ๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- Compressor Magnetic Contactor
- Compressor Overload Protection Device
- Fan Motor Overload Protection Device
- Filter Drier
- Refrigerant Service Valve แบบ Access Valve

๓. เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit)

๓.๑. ตัวถัง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบ (Electro Galvanized Sheet) ผ่านกรรมวิธีการอบเคลือบสีป้องกันสนิมอย่างดี (Powder Paint) จากโรงงานผู้ผลิต พร้อมบุฉนวน Polyethylene Closed Cell Foam หนาไม่น้อยกว่า ๕ มิลลิเมตร

๓.๒. คอยล์ส่งลมเย็น (Evaporator Coil) ทำด้วยท่อทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ๓/๘ นิ้ว จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า ๓ แถว พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๓.๔ ตารางฟุต และมีครีบอลูมิเนียม (Aluminium Slit Fin) อัดติดแน่นกับท่อทองแดงด้วย วิธีกลไม่น้อยกว่า ๑๒ ครีต่อระยะ ๑ นิ้ว จะต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต

๓.๓. พัดลมส่งลมเย็น (Evaporator Fan) เป็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal) จำนวน ๔ ชุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๖ นิ้ว ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (Direct Drive) แบบหล่อลื่นถาวร (Permanent Lubricated Type) สามารถปรับความเร็วได้ ๓ ระดับ ใช้กับระบบไฟฟ้า ๒๒๐V/๑Ph/๕๐Hz

๓.๔. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ใช้เทอร์โมสแตตแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Thermostat) ที่สามารถปรับตั้งอุณหภูมิได้ใน ช่วงไม่น้อยกว่า ๑๖ - ๓๐ °C โดยให้ค่าความละเอียดถูกต้องแม่นยำ ในการควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Accuracy, Precision) ได้ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ หรือละเอียดมากกว่า พร้อมวงจรหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เพื่อป้องกันคอมเพรสเซอร์เสียหาย หากเกิดไฟดับ แรงดันไฟฟ้าขาดหายไป หรือคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน วงจรจะหน่วงเวลาไม่ต่ำกว่า ๒ นาที จึงจะสามารถใช้งานคอมเพรสเซอร์ได้อีก ในกรณีที่ไม่มีชุดหน่วงเวลาที่ชุดคอนเดนซิ่ง

๓.๕. อุปกรณ์อื่น ๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- อุปกรณ์ลดความดันน้ำยา (Capillary Tube)
- ถาดน้ำทิ้งพร้อมข้อต่อขนาดไม่น้อยกว่า ๓/๔ นิ้ว
- แผงกรองอากาศชนิดถอดล้างได้

๔. การรับประกัน

เครื่องปรับอากาศที่เสนอ จะต้องมีการรับประกัน ๑ ปี จากโรงงานผู้ผลิต ทั้งนี้จะต้องมีเอกสารที่น่าเชื่อถือ ยืนยัน เช่น Catalog ฉบับจริง เป็นต้น

๔. รายละเอียดเครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน ๖๐,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง

๑. มาตรฐานเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่เสนอต้องประกอบสำเร็จรูปเป็นชุด และต้องมีค่าประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ไม่น้อยกว่า ๙.๖

๒. เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

๒.๑. ตัวถัง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบ (Electro Galvanized Sheet) หนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๒๑ โดยซากรอบรับตัวถังทำด้วยเหล็กแผ่น Electro Galvanized Steel หนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๑๘ ด้วยวิธีการขึ้นรูป หรือหนาไม่น้อยกว่าเบอร์ ๑๔ ด้วยวิธีการพับอย่างแข็งแรง ตัวถังจะต้องผ่านกรรมวิธีการอบเคลือบสีป้องกันสนิมอย่างดี (Powder Paint) จากโรงงานผู้ผลิต

๒.๒. เครื่องอัดน้ำยา (Compressor) เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด (Hermetic) ชนิด Rotary สำหรับขนาดไม่เกิน ๓๖,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง และ Scroll สำหรับขนาดเกิน ๓๖,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง แต่ไม่เกิน ๖๐,๐๐๐ บีทียูต่อชั่วโมง ใช้กับน้ำยา R-๓๒, R-๔๑๐ หรือสาร ทดแทนน้ำยา R-๒๒ และระบบไฟฟ้า ๒๒๐V/๑Ph/๕๐Hz หรือ ๓๘๐V/๓Ph/๕๐Hz โดยรุ่นที่ใช้จะต้องมีขนาดทำความเย็นตามมาตรฐาน ARI ไม่น้อยกว่าขนาดทำความเย็นที่กำหนด

๒.๓. คอยล์ระบายความร้อน (Condenser Coil) ทำด้วยท่อทองแดงไร้ตะเข็บผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ๓/๘ นิ้ว จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า ๒ แถว พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๑๑.๖ ตารางฟุต และมีครีบอลูมิเนียมระบายความร้อน (Aluminium Corrugated Fin) จัดวางเป็นรูปตัว L อัดติดแน่นกับท่อทองแดงด้วยวิธีกล มีครีบระบายความร้อนไม่น้อยกว่า ๑๗ ครีบต่อระยะ ๑ นิ้ว จะต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต

๒.๔. มีชุด INVERTER ๑ ชุด เพื่อควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบสวิง,มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETICALLY SEALED SWING TYPE) ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์

๒.๕. พัดลมระบายความร้อน (Condenser Fan) เป็นแบบใบพัด (Propeller) จำนวน ๒ ชุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๘ นิ้ว ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (Direct Drive) ติดตั้งในแนวระดับ เป่าลมร้อนออกด้านข้าง มีตะแกรงเหล็กหรือพลาสติกอย่างดีปิดป้องกันใบพัด หรือใช้แผง Grille ปรับทิศทางลมให้เฉียงขึ้น ๔๕ องศา ตามสภาพการติดตั้งที่เหมาะสมที่หน้างาน

๒.๖. อุปกรณ์อื่นๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- Compressor Magnetic Contactor
- Compressor Overload Protection Device
- Fan Motor Overload Protection Device
- Filter Drier
- Refrigerant Service Valve แบบ Access Valve

๓. เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit)

- ๓.๑. คอยล์ส่งลมเย็น (Evaporator Coil) ทำด้วยท่อทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ๓/๘ นิ้ว จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า ๔ แถว พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๔.๐ ตารางฟุต และมีครีบอลูมิเนียม (Aluminium Fin) อัดติดแน่นกับท่อทองแดงด้วยวิธีกล ไม่น้อยกว่า ๑๕ ครีบท่อระยะ ๑ นิ้ว จะต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต
- ๓.๒. พัดลมส่งลมเย็น (Evaporator Fan) เป็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal) จำนวน ๔ ชุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๖ นิ้ว ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (Direct Drive) แบบหล่อลื่นถาวร (Permanent Lubricated Type) สามารถปรับความเร็วได้ ๓ ระดับ ใช้กับระบบไฟฟ้า ๒๒๐V/๑Ph/๕๐Hz
- ๓.๓. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ใช้เทอร์โมสแตตแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Thermostat) ที่สามารถปรับตั้งอุณหภูมิได้ในช่วงไม่น้อยกว่า ๑๖ - ๓๐°C โดยให้ค่าความละเอียดถูกต้องแม่นยำ ในการควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Accuracy, Precision) ได้ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ หรือละเอียดมากกว่า พร้อมวงจรหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เพื่อป้องกันคอมเพรสเซอร์เสียหาย หากเกิดไฟดับ แรงดันไฟฟ้าขาดหายไป หรือคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน วงจรจะหน่วงเวลาไม่ต่ำกว่า ๒ นาที จึงจะสามารถใช้งานคอมเพรสเซอร์ได้อีก ในกรณีที่ไม่มีชุดหน่วงเวลาที่ชุดคอนเดนซิ่ง
- ๓.๔. อุปกรณ์อื่นๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วย
- อุปกรณ์ลดความดันน้ำยา (Capillary Tube)
 - ถาดน้ำทิ้งพร้อมข้อต่อขนาดไม่น้อยกว่า ๑/๒ นิ้ว
 - แผงกรองอากาศชนิดถอดล้างได้

๔. การรับประกัน

เครื่องปรับอากาศที่เสนอจะต้องมีมาตรฐานการรับประกันคอมเพรสเซอร์และชิ้นส่วนอื่นๆ ๑ ปี จากโรงงานผู้ผลิต ทั้งนี้ต้องมีเอกสารที่น่าเชื่อถือยืนยัน เช่น Catalog ฉบับจริง เป็นต้น

๕. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดเกิน ๒๐,๐๐๐ BTUH

๑. เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบน ประกอบด้วย COMPRESSOR เป็นแบบ HERMETIC SCROLL COMPRESSOR มี ๒ วงจร น้ำยา (หรือตามรุ่นมาตรฐานผลิตภัณฑ์นั้นๆ) ใช้กับน้ำยา R-๓๒, R-๔๑๐ หรือสารทดแทนน้ำยา R-๒๒ ระบบไฟฟ้า ๓๘๐ โวลต์ ๓ เฟส ๕๐ เฮิร์ต

๑. COMPRESSOR แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ มีชุด INVERTER ครบ ตามจำนวน คอมเพรสเซอร์ เพื่อควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบสวิง,มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETICALLY SEALED SWING TYPE) ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์
๒. ตัวถังเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กชนิด GALVANIZED STEEL พ่นสีกันสนิมและ สีภายนอก ด้วยขบวนการ POLYESTER POWDER PAINT ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร
๓. พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ PROPELLER TYPE ขนาด ๒๘ นิ้ว ขับด้วยมอเตอร์ชนิด WEATHER PROOF ขนาดชุดละ ๑ HP ใช้กับระบบไฟ ๓๘๐ โวลต์ ๓ เฟส ๕๐ เฮิร์ต

๔. แผงระบายความร้อน (CONDENSER COIL) ทำด้วยท่อทองแดง ขนาด ๓/๘ นิ้ว จำนวน ๓ แถว (ROW) มีครีบริบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด PLATE FIN TYPE อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีบริบายความร้อนไม่น้อยกว่า ๑๔๔ ครีบริบาย ต่อความยาวหนึ่งฟุต (๑๔๔ FIN/FT)

๕. อุปกรณ์ควบคุมจะต้องเป็นแบบ MICRO PROCESSORS CONTROLLER สามารถควบคุม COMPRESSORS ให้สลับการทำงานทุก ๓๐ นาทีเพื่อกระจายการทำงาน และมีการแสดงผลความผิดปกติของเครื่องเป็นแบบอักษรหรือตัวเลข ๒ ตัว ดังต่อไปนี้

- Low pressure Cut-Off input for Refrigerant
- High pressure Cut-Off input for Refrigerant
- Overload input for Compressor
- High Motor Winding Temperature input for Compressor

๖. รายละเอียดและอุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

- COMPRESSOR CONTACTOR.
- HIGH PRESSURE SWITCH
- LOW PRESSURE SWITCH
- REFRIGERANT FILTER DRIER
- REFRIGERANT CHARGING PORT.
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION DEVICES FOR COMPRESSOR.
- COIL SHALL BE FACTORY LEAK AT ๒๕๐ PSIG AND PROOF TESTED AND ๔๕๐ PSIG.
- UNIT PANELS SHALL BE CONSTRUCTED OF ๐.๙ MM. GALVANIZE STEEL.
- EXTERIOR PANELS SHALL BE CLEANED, CHEMICALLY TREATED AND FINISHED WITH A WEATHER RESISTANT OVER BAKED POLYESTER POWDER PAINT
- BUILD IN CURRENT AND THERMAL OVERLOAD PROTECTION FOR CONDENSER FAN MOTOR (S)

๒. เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) ขนาดมากกว่า ๖๐,๐๐๐ BTUH

๑. เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด สามารถส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่าจำนวนลมที่ระบุไว้ในแบบ และรายการอุปกรณ์

๒. พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ CENTRIFUGAL BLOWER ลมเข้าได้ ๒ ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียวหรือสองตัวตั้งอยู่บนชาฟท์เดียวกัน มอเตอร์ขับพัดลมที่มีขนาดใหญ่กว่า ๑ แรงม้าขึ้นไปต้องมีชุดสตาร์ทแบบ DIRECT-ON-LINE-STARTER

๓. มอเตอร์ขับพัดลมแบบ DIRECT-DRIVE หรือผ่านสายพาน พูเลย์ ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน STATICALLY และ DYNAMICALLY BALANCED มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

๔. ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กชนิด GALVANIZED STEEL และสีภายนอกอย่างดี ด้วยขบวนการ POLYESTER POWDER PAINT ภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวนกันความร้อน FIBERGLASS ความหนา ๑ นิ้ว โดยหุ้มด้วย ALUMINIUM FOIL ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนกันความร้อนประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจาก โรงงานผู้ผลิต

๕. แผงคอยล์เย็น ทำด้วยท่อทองแดงขนาด ๓/๘ นิ้ว จำนวน ๓ แถว (ROW) สำหรับเครื่องไม่เกิน ๕๒๐,๐๐๐ BTUH และขนาด ๑/๒ นิ้ว จำนวน ๔ แถว (ROW) สำหรับเครื่องมากกว่า ๕๒๐,๐๐๐ BTUH มีครีบริบาย

ระบาย ความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมอัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีบบระบายความร้อนไม่น้อยกว่า ๑๔๔ ครีบบต่อความยาว ๑ ฟุต (๑๔๔ FIN/FT)

- ๖.. รายละเอียดและอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้
- GALVANIZED STEEL CABINET COATED WITH A BAKED POLYESTER POWDER PAINT HEAVY GAUGE.
 - COMPLETELY INSULATED WITH FIRE-RETARDANT, PERMANENT, ODORLESS GLASS FIBER MATERIAL COVERED WITH ALUMINIUM FOIL TO UNIT CASING
 - THERMAL EXPANSION VALVE (S), FACTORY INSTALLED.
 - EVAPORATOR COIL SHALL BE PROOF TESTED AT ๓๗๕ PSIG AND LEAK TESTED AT ๒๕๐ PSIG.
 - THERMAL OVERLOAD PROTECTION ON EVAPORATOR FAN MOTOR
 - ๑ INCH WASHABLE AIR FILTERS.

๔. พัดลม (Ventilation Fans)

๑. ความต้องการทั่วไป

พัดลมระบายอากาศใช้ในการดูดอากาศออกนอกบริเวณที่ต้องการระบายอากาศ นำอากาศบริสุทธิ์เข้ามา หรือหมุนเวียนอากาศภายในบริเวณที่ต้องการระบายอากาศ หรืออัดอากาศในที่ที่ต้องการควบคุมความดัน ตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์

- ๑.๑ พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า ๕๐ เฮิร์ต
- ๑.๒ ความดังของเสียงพัดลม โดยทั่วไปจะต้องไม่เกิน ๗๐ dBA (RE ๒ x ๑๐^{-๕} Pa AMCA ๓๐๑-๗๖) และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Freeblow จะต้องไม่เกิน ๕๕ dBA (RE ๒ x ๑๐^{-๕} Pa AMCA ๓๐๑-๗๖) โดยวัดที่ระยะห่างโดยรอบไม่เกิน ๑.๕๐ เมตร (๕ ฟุต) ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้ จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ในเกณฑ์ ที่เทียบเท่ากันนี้
- ๑.๓ มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า ๓๘๐ โวลต์ ๓ เฟส ๕๐ เฮิร์ต หรือ ๒๒๐ โวลต์ ๑ เฟส ๕๐ เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบมาตรฐาน NEMA หรือ IEC Synchro Nons Speed ๑,๕๐๐ RPM, Insulation Class B Rotor Torque Class ๑.๓ สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า ๐.๕๕ กิโลวัตต์ (๓/๔ แรงม้า) และ Rotor Torque Class ๑.๖ สำหรับมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าและเท่ากับ ๐.๕๕ กิโลวัตต์ (๓/๔ แรงม้า), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP ๕๕, การจัดวางติดตั้งต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม
- ๑.๔ พัดลมที่ใช้กับระบบระบายความร้อนต้องเป็นชนิดทนความร้อนและใช้งานในอุณหภูมิเกิน ๒๐๐°C (๓๙๒°F) ได้ไม่น้อยกว่า ๕ ชั่วโมง พัดลมสำหรับระบบควบคุมควันไฟ เช่น พัดลมอัดความดัน และพัดลมระบายควันจะต้องแข็งแรง มอเตอร์สำหรับพัดลมระบายควันไฟต้องติดตั้งอยู่นอก

- แนวกระแสม และออกแบบให้ทำงานได้ที่อุณหภูมิ 80°C (175°F) ส่วนประกอบทางไฟฟ้าทั้งหมดและสายไฟฟ้าควรเป็นแบบกันความร้อนและกันน้ำ
- ๑.๕ พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันจาก Hood ครัว ให้ใช้ชนิด Overhang Type
 - ๑.๖ พัดลมที่ใช้กับบริเวณที่มีการกักความร้อน หรือบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ต้องเป็นแบบ Chemical Proof หรือใช้ Vinyl Chloride ชนิดแข็งกับทุกส่วนที่ต้องสัมผัสกับอากาศ ที่กักความร้อน
 - ๑.๗ ใบพัดของพัดลมต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะที่หยุดนิ่ง และขณะหมุนมาจากโรงงานผู้ผลิต
 - ๑.๘ Vibration Isolator เป็นแบบ Spring หรือตามที่ระบุใน Typical Detail
 - ๑.๙ Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทและเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter ทำด้วยอลูมิเนียม ประกอบอยู่ภายในโครงเหล็กแข็งแรง
 - ๑.๑๐ ตัวถังและใบพัดลม ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต และชุดใบพัด ต้องมีความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว และแรงดันอากาศ
 - ๑.๑๑ พัดลมที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน พร้อมทั้งติดตั้ง Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
 - ๑.๑๒ การต่อสายไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์ให้ใช้ท่อเหล็ก (Steel Pipe) หรือท่อเหล็กอ่อน (Flexible Rod) ในการต่อจากตู้ไฟฟ้าไปยังชุดมอเตอร์ของพัดลม
 - ๑.๑๓ ลูกปืนของมอเตอร์และพัดลมต้องเป็นชนิด Heavy Duty หรือตามมาตรฐาน จากโรงงานผู้ผลิต
 - ๑.๑๔ พัดลมทุกตัวต้องมีสวิทซ์ตัดตอน Service Switch หรือ Circuit Breaker ไว้ใกล้พัดลมในระยาะที่สามารถตัดทางเดินไฟได้อย่างรวดเร็ว ในกรณีฉุกเฉิน หรือขณะทำการซ่อมบำรุง สำหรับพัดลม Propeller ขนาดเล็กกว่า ๓๐๐ มิลลิเมตร (๑๒ นิ้ว) Ceiling Mount Exhaust Fan ขนาดเล็ก และ Ceiling Circulating Fan ไม่จำเป็นต้องมี Circuit Breaker แต่ให้มีปลั๊กเสียบไว้ใกล้ตัวพัดลม

๒. พัดลมแบบ Centrifugal

- ๒.๑ ตัวถังทำด้วยเหล็กกล้า Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Lock Seam หรือ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ พร้อมมีช่องระบายน้ำในกรณีมีน้ำซังในตัวพัดลม และพัดลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า ๗๕๐ มิลลิเมตร (๓๐ นิ้ว) ต้องมี Access Door ในการทำความสะอาดและบำรุงรักษา
- ๒.๒ ใบพัดเป็นแบบ Multi-Blades, Backward Curve, Forward Curve หรือ Air-Foil Blade ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียม
- ๒.๓ เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ในถึง ๒ เท่าของความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน
- ๒.๔ ตลับลูกปืนเป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self Alignment มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ๒๐๐,๐๐๐ ชั่วโมง การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจาระบีออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึง

- ได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้คูควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องมีการมี Bearing Cover และเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้
- ๒.๕ ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน ๑๐ เมตรต่อวินาที (๒,๐๐๐ ฟุตต่ออนาที)
- ๒.๖ ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เลย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพานได้ มีฝารอบสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบ ได้โดยไม่ต้องถอดออก มอเตอร์และฝารอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดขึ้นเดียวกับฐานพัดลม
- ๒.๗ พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน ๓๗๕ ลิตรต่อวินาที (๘๐๐ ลูกบาศก์ฟุตต่ออนาที) ให้เลือกรุ่น Low Noise และอาจเลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ Direct-Drive ตามที่กำหนด ในแบบ, Vibration Isolator ใช้แบบยาง Acoustic Pad ความหนาไม่น้อยกว่า ๙ มิลลิเมตร (๓/๘ นิ้ว) หรือ Rubber-In-Shear
- ๒.๘ Vibration Isolator ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี Acoustic Pad รองและให้ Static Deflection ไม่น้อยกว่า ๑๙ มิลลิเมตร (๓/๔ นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ๒.๙ ปากพัดลมทั้งด้านดูดและด้านเป่าลมออกที่ไม่ต่อกับท่อลม ต้องใส่ตะแกรงไม่เล็กกว่า ๒๕ มิลลิเมตร (๑ นิ้ว)

๓. พัดลมแบบ Propeller

- ๓.๑ ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อนประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงามจะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม
- ๓.๒ Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิท เป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter
- ๓.๓ พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนัง ความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า ๓ มิลลิเมตร (๑/๘ นิ้ว)
- ๓.๔ ใบพัดลมชนิดทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียม ต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตราย ยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

๔. พัดลมแบบ Axial Flow

- ๔.๑ ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กกล้าผ่านกรรมวิธีกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- ๔.๒ ใบพัดเป็นแบบ Airfoil สามารถปรับตำแหน่งมุมใบพัดได้ (Adjustable Pitch) ทำด้วยเหล็กกล้าหรือ Aluminium Alloy ได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
- ๔.๓ การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct-Drive หรือสายพาน มอเตอร์มี ๔, ๖ หรือ ๘ Pole ตามรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต
- ๔.๔ พัดลมที่เลือกใช้งานต้องมีประสิทธิภาพ (Total Efficiency) ตาม Performance Curve ไม่น้อยกว่า ๗๐%

- ๔.๕ ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet) ต้องไม่เกิน ๑๐ เมตรต่อวินาที (๒,๐๐๐ ฟุตต่อนาที)
- ๔.๖ Vibration Isolator เป็นแบบสปริง มี Acoustic Pad รอง และให้ Static Deflection ไม่น้อยกว่า ๒๕ มิลลิเมตร (๑ นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ๔.๗ ต้องมีสายและหัวอัดจาระบี (Grease Fitting) ต่อก่อมาจากตลับลูกปืนไปยังตัวถัง ในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย
- ๔.๘ พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (Flange) พร้อมทั้งติดตั้ง Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- ๔.๙ ปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรง (Screen) เหล็กไม่เป็นสนิม ช่องเปิดของตะแกรงไม่เล็กกว่า ๒๕ มิลลิเมตร (๑ นิ้ว) ปากพัดลมทางเข้าที่ไม่ต่อกับท่อลมจะต้องประกอบด้วยชุด Bell Mount

๕. พัดลมแบบ Ceiling Mount Exhaust

- ๕.๑ ใบพัดลมเป็นแบบ Centrifugal พร้อมตัวดิ่งพัดลมทำจากกล่องเหล็กพ่นสีแล้วอบ (Baked on Enamel), หน้ากากระบายอากาศทำจากอลูมิเนียมหรือพลาสติกที่ถอดได้ และแลดูสวยงาม รวมทั้ง Gravity Shutter ทางด้านออกของพัดลม
- ๕.๒ ในกรณีที่พัดลมต่อกับท่อลมจะต้องมีอลูมิเนียม Flexible Duct ช่วงหนึ่ง ยาวอย่างน้อย ๖๐๐ มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถปลดตัวพัดลมจากท่อระบายอากาศได้จากภายใต้ฝ้าเพดาน โดยที่ไม่ต้องทำช่องเปิดบริการด้านข้างตัวพัดลมอีก การยึดท่อ Flexible Duct กับตัวพัดลมและท่อลมใช้ Clamp รััดให้สนิท แล้วใช้เทปพันทับ

๖. พัดลมแบบ Roof Ventilator

- ๖.๑ ชุดพัดลมจะต้องประกอบไปด้วยพัดลมแบบ Vertical Propeller, Axial Flow Fan หรือ Centrifugal Fan ติดตั้งอยู่ในตัวถังที่มีโครงสร้างแข็งแรง (Heavy Housing) เป็นแบบ Weather Proof ทนต่อการ กัดกร่อน ทำด้วยเหล็กเคลือบสารกันการกัดกร่อน หรือทำด้วย Fiberglass Reinforced Plastic หรือ อลูมิเนียม มีช่องเปิด (Access Door) สำหรับการซ่อมบำรุง
- ๖.๒ ชุดขับเคลื่อนใช้สายพานหรือต่อโดยตรง ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น จะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ๓๘๐ โวลต์ ๓ เฟส ๕๐ เฮิร์ต แบบ Squirrel Cage, Induction Motor มี Degree of Protection เหมาะสมตามสภาพลักษณะการติดตั้ง ความเร็วรอบมอเตอร์ไม่เกิน ๑,๕๐๐ รอบต่อนาที
- ๖.๓ ชุดพัดลมจะต้องติดตั้งอยู่บนฐาน หรือแท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดพอเหมาะกับตัวพัดลม ความสูงของฐานหรือขอบไม่น้อยกว่า ๒๐๐ มิลลิเมตร (๘ นิ้ว) กรอบฐานของพัดลมต้องวางกรอบลงบนแท่นโดยมีแผ่นยางรองใต้ ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐ x ๓ มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว) ขอบนอกอุดด้วยสารกันซึม
- ๖.๔ Gravity Shutter แบบติดตั้งในแนวนอน มีใบปิด-เปิดชนิดหลายใบ (Multi-Blade) ทำด้วยอลูมิเนียมประกอบอยู่ภายในกรอบเหล็กแข็งแรง

๗. พัดลมแบบ Ceiling Circulating

- ๗.๑ ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยพัดลมแบบ Propeller เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัดไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร ซึ่งใบพัดทำด้วยเหล็ก มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนประกอบติดตั้งอยู่ภายใน Fan HUB เป็นแบบปรับความเร็วรอบได้ไม่น้อยกว่า ๓ Speeds มีชุดท่อและฝาครอบที่ใช้หิ้วยึด ชุดพัดลมจากเพดาน รวมทั้งสวิทช์ไฟฟ้าปรับความเร็วรอบพัดลมมากับชุดพัดลมด้วย ชุดพัดลมทั้งหมดจะต้องผ่านการเคลือบสี Baked Enamel Finished สำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต
- ๗.๒ ในการหิ้วยึดพัดลมจะต้องยึดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องเสริมเพิ่มโครงโลหะหรืออื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการยึดหิ้วชุดพัดลม

๘. Ceiling Cabinet Fan

- ๘.๑ ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยตัวถังที่มีโครงสร้างแข็งแรง ตัวพัดลมและช่องเปิดบริการ (Access Panel) พัดลมจะต้องถูกออกแบบมาเฉพาะให้ใช้กับการติดตั้งในฝ้าเพดาน และได้รับการรับรองทั้งทางด้าน Air และ Sound Performance จากมาตรฐาน AMCA
- ๘.๒ ตัวถังของชุดพัดลมทำมาจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยบุด้านในด้วยฉนวนกันเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า ๑๒ มม. (๑/๒ นิ้ว) ฉนวนกันเสียงจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการฉีกขาดของผิวหน้าด้านล่างของตัวถัง ชุดพัดลมจะต้องเป็นช่องเปิดบริการ (Access Panel) ที่สามารถเปิดเข้าซ่อมพัดลม และมอเตอร์ได้จากด้านใต้ตัวถังพัดลม จะต้องมีการรับน้ำหนักที่สามารถหิ้วพัดลมเพื่อแขวนยึดกับ Slab ด้านบนได้ ตัวถังพัดลมจะต้องออกแบบให้ทิศทางการไหลของอากาศเป็นแบบเข้าด้านหลัง และออกด้านหน้า (Horizontal Air Flow)
- ๘.๓ พัดลมเป็นชนิด Forward Curve Centrifugal Fan ชนิด Double Inlet ถูกขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้า ๒๒๐ V/๑ Ø/๕๐ Hz หรือ ๒๘๐ V/๓ Ø/๕๐ Hz ตามที่ระบุในแบบหรือรายการอุปกรณ์ ทั้งชุดพัดลมและมอเตอร์ ถูกออกแบบให้ติดตั้งไว้ด้านหลังของตัวถังที่ทางออกของพัดลม จะต้องมีการปิดกั้นลมย้อนกลับ (Back Draft Damper) ติดตั้งมาพร้อมกับพัดลมจากโรงงานผู้ผลิต
- ๘.๔ ในการติดตั้งจะต้องป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง และ/หรือ ท่อลม โดยการแขวนยึดกับลูกยางกันสะเทือนตามมาตรฐาน และคำแนะนำของผู้ผลิต ทั้งนี้การเลือกลูกยางกันสะเทือนจะต้องคำนึงถึงน้ำหนัก, แรงเหวี่ยงหมุนตัว และค่าการยุบตัวที่เหมาะสมกับพัดลมแต่ละรุ่น เพื่อไม่ให้เกิดการส่งผ่านของการสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง ณ จุดใดที่ตรวจพบปัญหาดังกล่าว ให้ผู้รับจ้างแก้ไขโดยผ่านการเห็นชอบของวิศวกรควบคุมงาน โดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด ทางด้าน ท่อลมถ้ามีการต่อกับพัดลมจะต้องมีผ้าใบ Polyester กันสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วยเสมอ
- ๘.๕ ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เพื่อจัดให้มีช่องเปิดบริการ (Access Panel) ใต้เครื่องพัดลมที่ฝ้าเพดานทุกเครื่อง ขนาดของช่องเปิดบริการจะต้องไม่เล็กกว่า ๑.๒๐ x ๐.๖๐ เพื่อให้สามารถเปิดช่องบริการขึ้นในช่องฝ้า เพื่อซ่อมแซมตัวพัดลมได้ทั้งตัว ช่องเปิดบริการและโครงของช่องเปิดจะต้องทำให้เรียบร้อยแข็งแรง ไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหาย

๙. พัฒนสำหรับ Smoke Extract และ Stair Pressurized

- ๙.๑ ชนิดของพัดลมเป็นไปตามที่ระบุในแบบ ออกแบบมาสำหรับใช้งานที่อุณหภูมิสูงและได้รับการรับรองจาก UL LISTED
- ๙.๒ พัดลมระบายควันจะต้องสามารถใช้งานที่อุณหภูมิ ๒๕๐ °C เป็นเวลา ๒ ชั่วโมง ตามมาตรฐาน SBI ๗๓๔๖ Class B
- ๙.๓ การขับเคลื่อนพัดลมให้ใช้ชนิด Direct Drive เท่านั้น
- ๙.๔ มอเตอร์ที่ใช้จะต้องเป็นชนิด TEFC IP๕๔ Insulation Class H

๕. ระบบส่งลมและอุปกรณ์ (Air Distribution and Accessories)

๑ ความต้องการทั่วไป

- ๑.๑ ท่อลมจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสี หรือแผ่นเหล็กสแตนเลส No.๓๐๔ ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ วิธีการประกอบงานท่อลมและ อุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE และ SMACNA ท่อลมจะต้องเป็น แบบ ตัดและพับสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต โดยใช้เครื่องตัดและพับท่อลมโดยเฉพาะ โรงงานที่ผลิตท่อส่งลมต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑ : ๒๐๐๐ มีผลงานเป็นที่ ยอมรับ ให้ผู้รับจ้างจัดทำข้อกำหนดความหนาของแผ่นสังกะสี รายละเอียดการประกอบ และการ ขึ้นรูปพร้อมทั้งส่งตัวอย่างต่างๆ ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ
- ๑.๒ ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบ อื่น ๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง
- ๑.๓ ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า ๑.๕ เท่า ของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้

๒ วัสดุและโครงสร้าง

๒.๑ วัสดุท่อลม

- ๒.๑.๑ ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลม หรือท่อรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบ ออบสังกะสีปริมาณสังกะสีที่อบไม่น้อยกว่า ๒๗๕ กรัมต่อตารางเมตร (๐.๐๕๖ ปอนด์ ต่อตารางฟุต) ตามมาตรฐาน มอก. ๕๐/๒๕๓๘ ต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสี ที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาห้ด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก
- ๒.๑.๒ แผ่นโลหะ (Sheet Metal) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีหรือ แผ่นอลูมิเนียมเท่านั้น ความหนาของแผ่นโลหะน้ำหนักของสังกะสีที่ใช้ขุขขนาด และ ระยะห่างของเหล็กเสริมความแข็งแรงของท่อลม ต้องเป็นไปตามที่ระบุใน แบบโดยเคร่งครัด การเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษอาจจำเป็นขึ้นอยู่ลักษณะการ แขนง และรองรับท่อลม ความหนาของแผ่นโลหะขึ้นอยู่กับความกว้างของท่อลม ดังต่อไปนี้

Largest Dimension	US Gauge
๓๐๐ mm. (๑๒") AND LESS	NO. ๒๖
๓๒๕ mm. (๑๓") TO ๗๕๐ mm. (๓๐")	NO. ๒๔

๗๗๕ mm. (๓๑") TO ๑๓๕๐ mm. (๕๕")	NO. ๒๒
๑๓๗๕ mm. (๕๕") TO ๒๑๐๐ mm. (๘๕")	NO. ๒๐
๒๑๒๕ mm. (๘๕") AND ABOVE	NO. ๑๘

๒.๑.๓ ท่อลมแบบกลมชนิด Flexible Duct จะต้องทำด้วยวัสดุอลูมิเนียมยึดโดยวิธีทางกลแบบ Triple Lock Seam ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตท่อลมกลม สามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า ๕ kPa (๒๐" WG) และทนความร้อนได้ถึง ๑๒๐ องศาเซลเซียส (๒๕๐ องศาฟาเรนไฮต์)

๒.๒ Damper

๒.๒.๑ Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เกจหนากว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ ๑.๑๐ เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๙ มิลลิเมตร (๓/๘ นิ้ว)

๒.๒.๒ Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิเมตร (๔ นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลม แต่ไม่เกิน ๑,๐๐๐ มิลลิเมตร (๔๐ นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง ๓๕๐ มิลลิเมตร (๑๔ นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีไม่น้อยกว่า ๑.๕ มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Inter-locking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียุ่ปลายด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถังสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบพัดจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade หรือ Gang Operated

๒.๒.๓ Fire Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ที่แนวผนังกันไฟและแนวกำแพงชาฟท์ต่าง ๆ ต่อกับท่อลมที่เดินทะลุผ่าน รวมทั้งที่พื้นคอนกรีตที่ท่อลมทะลุผ่านทุก ๆ จุด ไม่ว่าจะมียุ่ระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตามตัวเรือน (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น ทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี, Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิดหลอมละลายที่อุณหภูมิ ๗๑ องศาเซลเซียส (๑๖๐ องศาฟาเรนไฮต์) เป็นผลิตภัณฑ์ ที่ได้รับการรับรองจาก UL.

๒.๓ หน้ากากกลม

๒.๓.๑ หน้ากากกลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกอัน ต้องมีประกันแบบไม่ติดไฟ หรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามรอบรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน

๒.๓.๒ หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากกลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดในภายหลัง

๒.๓.๓ หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะแบบกลม หรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ ๑ ถึง ๔ ทิศทางตามที่ระบุในแบบ ทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือก้านขอบ หน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume

Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับแต่งได้ โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

- ๒.๓.๔ หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้า ติดตั้งในแนวนอน ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้ง จะต้องใช้ Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- ๒.๓.๕ หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser ทำด้วย Extrude Aluminium มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องพร้อมกล่องลม (Air Plenum) ตามที่ระบุในแบบช่องจ่ายลมแต่ละช่องต้องมีขนาดไม่เกิน ๒๐ มิลลิเมตร (๓/๔ นิ้ว)
- ๒.๓.๖ หน้ากากลมกลับ (Return Air Grill) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ ๔๕ องศา
- ๒.๓.๗ หน้ากากลมกลับแบบ Transfer มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังหน้าต้องมีหน้ากักติดตั้งสองด้านของผนัง
- ๒.๓.๘ หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- ๒.๓.๙ Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงแนวนอน ทำมุมประมาณ ๔๕ องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาด ความหนาของของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตร (๔ นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า ๕ ตารางเซนติเมตร (๑ ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน
- ๒.๓.๑๐ หน้ากากลมระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ หน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุดต้องมี Opposed Blade Volume Damper ด้วย
- ๒.๓.๑๑ Displacement Diffuser Low Velocity หน้ากากลมจะมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ ผลิตจากวัสดุเหล็กกัน สนิมหรือสแตนเลส เจาะรูพรมมีรูปแบบและสีตามความต้องการของผู้ออกแบบ สามารถจ่ายลมเย็นที่อุณหภูมิต่ำ ไม่สูญเสียไปกับการผสมกับลมร้อนภายในห้อง และช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยผลิตจากโรงงานที่ได้รับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO๙๐๐๑:๒๐๐๐ และมีประสบการณ์ในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- ๒.๓.๑๒ หัวจ่ายลมชนิดความเร็วลมต่ำ (Displacement Diffuser Low Velocity) ต้องมีความเร็วลมที่ผ่านไม่เกิน ๐.๔๕ m/sec ผนังด้านหน้าหัวจ่ายลมประกอบขึ้นด้วยเหล็กแผ่น Electro-Galvanized ความหนาไม่น้อยกว่า ๑.๒ มิลลิเมตร เจาะรูเป็นรูปวงรีขนาด ๔ x ๓๑.๗ มิลลิเมตร ประกอบเข้ากันอย่างแข็งแรง ปริมาณลมที่ผ่านอยู่ระหว่าง ๔๐-๕๐% (open area) พร้อมเคลือบ ด้วยสีฝุ่น (Electro static powder coating) โดยมีสีตามความต้องการของผู้ออกแบบกล่องจ่าย ลม ภายในประกอบขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized ความหนาไม่น้อยกว่า ๐.๖

มิลลิเมตร เจาะรูเป็นรูวงกลมขนาด ๓.๐๐ มิลลิเมตร ปริมาณลมที่ผ่าน ๑๐% (open area) พร้อมใบ กำหนดทิศทางลม เคลือบสีกันสถิม (Electro static powder coating) การติดตั้งเข้ากับท่อส่งลม สามารถต่อเข้าได้หลายทิศทางทั้งด้านบน ด้านข้าง และ ด้านล่าง โดยสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ตกแต่งสถานที่ในขณะที่ย้ายลมเย็นได้ด้วย

๒.๔ อุปกรณ์ลดเสียง (Sound Attenuator)

๒.๔.๑ หากต้องการติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียง อุปกรณ์ลดเสียง จะต้องมีการสร้างตามที่แสดงไว้ในแบบและรายละเอียด ความเร็วลมที่ผ่านอุปกรณ์ลดเสียงต้องไม่เกิน ๑๐ เมตรต่อวินาที (๑,๙๗๐ ฟุตต่อนาที)

๒.๔.๒ กล่อง (CASING) ของอุปกรณ์ลดเสียง ทำขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี ขนาดความหนาใช้เบอร์เกจ์เดียวกันกับท่อลมที่ต่ออยู่ด้วยกัน แต่จะไม่บางกว่า ๐.๗ มิลลิเมตร

๒.๔.๓ วัสดุดูดกลืนเสียง เป็นวัสดุพวกใยแก้ว ผิวของวัสดุดูดกลืนเสียงที่อยู่ในทางผ่านของลม (Air Flow Passage) จะต้องเคลือบฝังด้วย Neoprene และมีตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กชุบสังกะสีเป็นตารางขนาดประมาณ ๘ x ๘ มม. ปิดทับ

๒.๔.๔ วัสดุด้วยเสียง ต้องมีค่าการลดเสียง (Dynamic Insertion Loss) ที่ความเร็วลม ๑๐ เมตรต่อวินาที (๑๙๗๐ FPM.) ตามความถี่ของเสียง ดังนี้

ความยาว (มม.)	Hz							
	๖๓	๑๒๕	๒๕๐	๕๐๐	๑๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๘๐๐
๖๐๐	๕	๖	๑๐	๑๖	๒๒	๒๒	๑๘	๑๐
๙๐๐	๗	๙	๑๕	๒๔	๓๔	๓๓	๒๘	๑๕
๑๒๐๐	๗	๑๓	๑๘	๓๐	๓๙	๔๐	๓๖	๒๔
๑๕๐๐	๗	๑๗	๒๐	๓๖	๔๓	๔๗	๔๓	๓๓

๒.๕ ฉนวนบุภายในท่อลม (Duct Liner)

๒.๕.๑ ท่อส่งลมเย็น และลมกลับที่ติดตั้งผ่านห้องหรือโรงที่ไม่มีฝ้า และ/หรือใต้ฝ้าตาม ที่ระบุไว้ในแบบให้บุด้วยฉนวนใยภายใน พื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่บุฉนวนภายใน ต้องไม่เล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อลม ส่วนที่หุ้มฉนวนภายนอกที่มี ขนาดท่อลมเท่ากัน

๒.๕.๒ บุด้วยฉนวน Closed Cell EPDM Elastomeric thermal Insulation ความหนาแน่น ๓-๕ ปอนด์ ต่อลูกบาศก์ฟุต ความหนา ๒๕ มิล (๑ นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ

๒.๕.๓ ฉนวนต้องยึดแน่นติดกับท่อลมด้วยกาวที่ผู้ผลิตฉนวนแนะนำเท่านั้น ช่วงหัว-ท้ายยึดด้วยกรอบสังกะสีเบอร์เกจ์เดียวกับท่อลม

๓ วิธีการก่อสร้าง

๓.๑ ท่อลมและการติดตั้ง

- ๓.๑.๑ ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า ๓๐๐ มิลลิเมตร (๑๒ นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ
- ๓.๑.๒ ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้น หรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามหน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน
- ๓.๑.๓ ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตาต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวด การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
- ๓.๑.๔ ท่อลมที่ต่อกับพัดลม และเครื่องปรับอากาศ ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Cloth เคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ ๑๕ เซนติเมตร (๖ นิ้ว)
- ๓.๑.๕ รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนว ภายนอกและ/หรือภายในท่อลมด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟ รอยต่อท่อลมระหว่างท่อ ลมกลมอ่อนกับท่อลมกลมอ่อน หรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงใน แบบรายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อน โดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ๓.๑.๖ จะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้าง หรือด้านใต้ท่อลมขนาด ประมาณ ๓๐๐ มิลลิเมตร X ๓๐๐ มิลลิเมตร (๑๒ X ๑๒ นิ้ว) ตำแหน่งตามความ เหมาะสมสำหรับเปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดในโตกว่า ๐.๑ ตารางเมตร ทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูป หน้าแปลนและมีประเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่ว และ Access Door ที่ ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มต้องทำเป็น ๒ ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกัน ความร้อนชนิดเดียวกันที่ใช้หุ้มท่อลม
- ๓.๑.๗ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่อการตรวจซ่อม และบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อน การทำฝ้าค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- ๓.๑.๘ สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อ ลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคตเมียม
- ๓.๑.๙ ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pitot tubes หรือเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของ อากาศและ Balance ระบบลมนั้น ต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนด หรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้ เด่นชัด

๓.๒ การแขวนยึดท่อลม

- ๓.๒.๑ การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กกรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อ โดยเด็ดขาด
- ๓.๒.๒ โครงเหล็กต่าง ๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่น ๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลม และให้ทำสีตามรายละเอียดในหมวดการทำสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
- ๓.๒.๓ ที่รองรับท่อลม (Duct Supports) การรองรับท่อลมที่เดินตามแนวนอน และมีขนาดเล็กกว่า ๑๓๕๐ มิลลิเมตร (๕๔ นิ้ว) จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ ๒.๔๐ เมตร (๘ ฟุต) ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก ๑.๒๐ เมตร (๔ ฟุต) ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมา ต้องรองรับในลักษณะที่ให้ น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอที่รองรับท่อทุกอันต้องทำสี หรืออย่างอื่นตามที่กำหนด
- ๓.๒.๔ Duct Sleeves ท่อลมส่วนใดที่ระบุให้เดินผ่านพื้นเพดาน ผนัง หรือหลังคา จะ ต้องเดินเฉพาะในช่องที่เจาะเตรียมไว้ให้เท่านั้นผู้รับจ้างต้องใช้เหล็กแผ่นอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า ๒๐ USG ทำเป็น Sleeve ให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว ๒๕ มิลลิเมตร (๑ นิ้ว) โดยรอบฝังไว้ในช่อง เมื่อเดินท่อลมผ่านเสร็จแล้วจึงใช้แผ่น (Flashing) ปิดช่องว่างที่เหลือให้แลดูเรียบร้อย

๖. ฉนวนหุ้มท่อลม

๑ ความต้องการทั่วไป

- ๑.๑ ท่อลมต้องได้รับการปิดรอยต่อท่อลมให้เรียบร้อยก่อนทำการหุ้มฉนวน
- ๑.๒ การหุ้มฉนวนต้องหุ้มติดตลอดตัวท่อลม

๒ วัสดุและโครงสร้าง

- ๒.๑ วัสดุของฉนวนหุ้มท่อลมต้องเป็นชนิด CLOSED CELL EPDM ELASTOMERIC THERMAL INSULATION ความหนาแน่น ๔๐-๖๔ Kg/m³ โดยฉนวนต้องมีคุณสมบัติดังนี้
- ๒.๑.๑ เป็นฉนวนเซลล์ปิด มีโครงสร้างเป็นเซลล์อิสระที่ผนังไม่ทะลุถึงกัน ชนิดที่ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก ไม่หลอมเหลวเมื่อถูกความร้อน
- ๒.๑.๒ มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ๐.๐๓๓ w/mk. ที่ ๒๔°C เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C ๑๗๗, หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- ๒.๑.๓ มีค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ของเนื้อฉนวนไม่เกิน ๕% โดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM D ๑๐๕๖ หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- ๒.๑.๔ มีค่าการแทรกซึมความชื้นต่ำกว่า ๐.๑๐ PERM-INCH ตามมาตรฐาน ASTM E ๙๖, หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- ๒.๑.๕ ไม่ลามไฟ ไฟดับได้เองไม่เกิดหยดไฟ ตามมาตรฐาน ASTM E ๘๔, ASTM D๖๓๕, หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- ๒.๑.๖ ไม่มีปริมาณไนโตรซามีน ตามมาตรฐาน US.FDA. หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

๓ วิธีการก่อสร้าง

- ๓.๑ ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell ท่อลมกลับที่เดินอยู่ใน ช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่ในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อ ลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดาน และในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chamber จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ท่อลมสำหรับระบาย อากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดิน ในช่องลมกลับ
- ๓.๒ ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องถอดตามตะเข็บ และทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อน ด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ ตรงรอยต่อของฉนวนจะต้องคาดทับด้วย เทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า ๖๕ มิลลิเมตร (๒ ๑/๒ นิ้ว) คาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียม หรือพลาสติกขนาดความกว้าง ๑๐ มิลลิเมตร หนา ๑ มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนใยแก้วที่หุ้มท่อลมทุก ๆ ระยะ ๑.๒ เมตร ป้องกันไม่ให้ ฉนวนใต้ท่อลมตกแอ่นลง การคาดแถบสายรัดจะต้องทำทันทีหลังจากการหุ้มฉนวน และจะต้องหาวิธีป้องกันตรงมุมต่อไม่ให้สายรัดขาด Aluminium Foil ของฉนวน จนฉีกขาดส่วนฉลอกฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape
- ๓.๓ ทุก ๆ จุดที่แขนรองรับท่อลมจะต้องใช้ขีปนขั้มบอร์ดขนาดกว้าง ๑๕ เซนติเมตร (๖ นิ้ว) หนา ๖ มิลลิเมตร รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูก กัดแบนจากการแขวน
- ๓.๔ การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม มีความหนา และความหนาแน่นเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด Condensation ได้ ซึ่งมีผิวด้านนอกเป็นอลูมิเนียมพอยด์ ชนิดทนไฟได้ ทำหน้าที่เป็น Vapor Barrier การยึดแผ่นฉนวนให้ติดกับท่อลมให้ใช้ กาวชนิดไม่ติดไฟทาลงบนตัวท่อ ให้ทั่ว แล้วนำแผ่นฉนวนไปหุ้มทับ พยายามให้รอยต่อของแผ่นฉนวนชนแนบสนิทกัน โดยให้รอยต่อตามยาวอยู่ทางด้านบน ของท่อปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วย Pressure Sensitive Vapor Barrier Aluminum Tape กว้างไม่น้อยกว่า ๖๓ มิลลิเมตร (๒.๕ นิ้ว) รัดให้ตึง เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถยึดแผ่นฉนวนได้แน่นทั้งสองข้าง สำหรับท่อลมที่มีมิติ ใดมิติหนึ่งเกินกว่า ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๔ นิ้ว) ให้ใช้แถบพลาสติกพร้อมปลอกรัด กว้างไม่น้อยกว่า ๑๓ มิลลิเมตร (๑/๒ นิ้ว) รัดรอบอีกทีหนึ่งทุก ๆ ระยะ ๐.๕ เมตร
- ๓.๕ การหุ้มฉนวนภายในท่อลม ฉนวนที่ใช้มีความหนาและความหนาแน่นเช่นเดียวกับ ฉนวนที่ใช้หุ้มภายนอกท่อลม ปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมพอยด์ชนิดทนไฟได้และมีรูพรุน (Perforated Aluminium Foil)

๔. การทำความสะอาดท่อลม

- ๔.๑ ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ใน ระบบท่อลม
- ๔.๒ ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลม ของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม และใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ ที่สามารถขับเศษ ฝุ่น ผง ออกจากท่อลมให้หมด

๔.๓ ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่เปลี่ยนให้กับผู้ว่าจ้าง/เจ้าของ โครงการ

๕. การทดสอบและปรับปริมาณลม

๕.๑ ภายหลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนการส่งมอบงาน ต้องได้รับการ ทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลม ต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง ± 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ

๕.๒ การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pitot Tube ช่องเปิดสำหรับ สอด Pitot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่ง เสร็จเรียบร้อยแล้ว

๕.๓ การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยก ให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดง ตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

๗. หน้ากากลม (Diffusers and Grilles)

๑. ความต้องการทั่วไป

หน้ากากลมจะมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทั้งหมดต้องมีพองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน และหากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีขาวย ซึ่งผ่านการพ่นอบสีเรียบร้อยแล้วมาจากโรงงาน ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้มีสีเช่นเดียวกับผนังอาคาร สีอื่นที่ผู้ควบคุมงาน กำหนดในภายหลัง

๒. Ceiling Diffuser (CD)

หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser เป็นแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ ๑ ถึง ๔ ทิศทางตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่ายและมีก้านปรับปริมาณลม สามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

๓. Supply Air Grille/Supply Air Register (SAG/SAR)

หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและ แนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับ ด้านหน้าติดตั้งในแนวตั้งส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวนอน หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ลักษณะเหมือนกับ Supply Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade

Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

๔. **Linear Slot Diffuser/Linear Slot Return (LSD/LSR)**

หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser และ Linear Slot Return ทำด้วย Extruded Aluminum มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องพร้อมกล่องลมที่มีฉนวนภายนอกและภายในเป็นฉนวนยางที่มีความหนาไม่น้อยกว่า ๑๒ มิลลิเมตร (๑/๒ นิ้ว) และ ๙ มิลลิเมตร (๓/๘ นิ้ว) ตามลำดับ ตามที่ระบุในแบบ ช่องจ่ายลมแต่ละช่องขนาดไม่เกิน ๒๐ มิลลิเมตร (๓/๔ นิ้ว)

๕. **Return Air Grille/Return Air Register (RAG/RAR)**

หน้ากากลมกลับแบบ Return Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอนทำมุมประมาณ ๔๕ องศา หน้ากากลมกลับแบบ Return Air Register ลักษณะเหมือนกับ Return Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากาก

๖. **Transfer Air Grille (TAG)**

หน้ากากลมกลับแบบ Transfer ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้ากากในแนวนอนทำมุมประมาณ ๔๕ องศา ถ้าติดตั้งบนผนังต้องมีหน้ากาทิดทั้งสองด้านของผนัง

๗. **Fresh Air Grille/Fresh Air Register (FAG/FAR)**

หน้ากากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ ๔๕ องศา หน้ากากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Register มีลักษณะเหมือนกับหน้ากาก Fresh Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก Duct Transition ที่ต่อเข้ากับ FAG/FAR ที่รับลมจากภายนอกอาคารโดยตรง จะต้องพับขึ้นรูปโดยทำ Slope เกลงเข้าหา FAG/FAR เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม

๘. **Exhaust Air Grille/Exhaust Air Register (EAG/EAR)**

หน้ากากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ ๔๕ องศา หน้ากากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Register มีลักษณะเหมือนหน้ากาก Exhaust Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก โดยเฉพาะ EAG/EAR ที่ปล่อยลมออกนอกอาคารโดยตรงจะต้องพับ Duct Transition ให้มี Slope เกลงเข้าหา EAG/EAR เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม

๘. ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

ความต้องการทั่วไป

๑. ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า กำลังและ ไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ
๒. มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง
ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ยึดเช่นเดียวกับมาตรฐานงานระบบไฟฟ้าในโครงการ

๙. การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

๑. ความต้องการทั่วไป

- ๑.๑. ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูดขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- ๑.๒. ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียง อื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อน และที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของสีตามรหัสสีและ สัญลักษณ์

๒. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

๒.๑. พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

- ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำหนิต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิมหรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุ แผลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลง เหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือ น้ำมันก๊าดเช็ดถู หลาย ๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
- ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าว ข้างต้น

๒.๒ พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

๒.๓ พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

๒.๔ พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

๓. การทาหรือพ่นสี

๓.๑ ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อ ๆ ไปได้

๓.๒ สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี ๒ ส่วนคือ

- ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

๓.๓ ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ ๔

๔. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ลำดับ	ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผูกเรือนสูง
๑.	- Black Steel Pipe - Black Steel Hanger and Support - Black Steel Sheet - Switchboard, Panel	๑ st Coat : Red Lead Primer ๒ nd Coat : Red Lead Primer ๓ rd Coat : Alkyd Finishing paint ๔ th Coat : Alkyd Finishing paint	๑ st Coat : Epoxy Red Lead Primer ๒ nd Coat : Epoxy Red Lead Primer ๓ rd Coat : Epoxy Finishing Paint ๔ th Coat : Epoxy Finishing Paint

<p>๒.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Galvanized Steel Pipe - Galvanized Steel Hanger and Support - Galvanized Steel Sheet <p>ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสีให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีอะลูมิเนียม</p>	<p>๑st Coat : Wash Primer</p> <p>๒nd Coat : Zinc Chromate</p> <p>๓rd Coat : Alkyd Finishing Paint</p> <p>๔th Coat : Alkyd Finishing paint</p>	<p>๑st Coat : Wash Primer</p> <p>๒nd Coat : Epoxy Red Lead Primer</p> <p>๓rd Coat : Epoxy Finishing Paint</p> <p>๔th Coat : Epoxy Finishing Paint</p>
<p>๓.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - PVC Pipe - Plastic Pipe 	<p>๑st Coat : Wash Primer</p> <p>๒nd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint</p> <p>๓rd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint</p>	<p>๑st Coat : Wash Primer</p> <p>๒nd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint</p> <p>๓rd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint</p>
<p>๔.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cast-Iron Pipe <p>Inclusive of Underground Pipe</p>	<p>๑st Coat : Coal Tar Epoxy</p> <p>๒nd Coat : Coal Tar Epoxy</p>	<p>๑st Coat : Coal Tar Epoxy</p> <p>๒nd Coat : Coal Tar Epoxy</p>
<p>๕.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Copper Tube - Stainless Steel Pipe - Stainless Steel Sheet - Aluminium Steel Pipe - Aluminium Steel Sheet - Light Alloy - Lead - Conduit Clamp 	<p>๑st Coat : Wash Primer</p> <p>๒nd Coat : Alkyd Finishing Paint</p> <p>๓rd Coat : Alkyd Finishing Paint</p>	<p>๑st Coat : Wash Primer</p> <p>๒nd Coat : Epoxy Finishing Paint</p> <p>๓rd Coat : Epoxy Finishing Paint</p>
<p>๖.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Closed Cell Foam Plastic ใช้แถบสีแสดงรหัสสี 	<p style="text-align: center;">-</p>	<p style="text-align: center;">-</p>

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขัดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้น จำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

๕. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

- ๕.๑ การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้น ๆ มีการหุ้มฉนวน ให้ทาเฉพาะสี รองพื้นเท่านั้น
- ๕.๒ ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น และ ภายในกลุ่ม
- ๕.๓ ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้-

<u>Pipe Diameter</u> มม. (นิ้ว)	<u>ความกว้างของแถบ</u> มม. (นิ้ว)	<u>ขนาดตัวอักษร</u> มม. (นิ้ว)
๒๐ - ๓๒ (๓/๔ - ๑ ๑/๔)	๒๐๐ (๘)	๑๒ (๑/๒) (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน)
๔๐ - ๕๐ (๑ ๑/๒ - ๒)	๒๐๐ (๘)	๒๐ (๓/๔) (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน)
๖๕ - ๑๕๐ (๒ ๑/๒ - ๖)	๓๐๐ (๑๒)	๓๒ (๑ ๑/๔)
๒๐๐ - ๒๕๐ (๘ - ๑๐)	๓๐๐ (๑๒)	๖๕ (๒ ๑/๒)
๓๐๐ - มากกว่า (๑๒ - มากกว่า)	๕๐๐ (๒๐)	๙๐ (๔)

๕.๔ ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้-

- ก. ทุก ๆ ระยะไม่เกิน ๖ เมตร (๒๐ ฟุต) ของท่อในแนวตรง
- ข. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- ค. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก
- ง. เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะเลพื้น
- จ. บริเวณช่องเปิดบริการ

๖. ตารางแสดงรหัสสีและสีสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
๑.	Chilled Water Supply Chilled Water Return	CHS CHR	เขียว	ขาว

๒.	Condenser Water Supply Condenser Water Return	CDS CDR	ส้ม	ขาว
๓.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
๔.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉนวน	E	เหลือง	แดง
๕.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับ อากาศ และระบบระบายอากาศ	AC	ฟ้า	ฟ้า
๖.	อุปกรณ์แขวน ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	-	เทาเข้ม	-
๗.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
๘.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉนวน	-	งาช้าง	แดง

หมายเหตุ.- ท่อที่มีได้ระบุรหัสสี ให้ใช้ประเภทหรือชนิดของสีตามตารางข้อ ๔ ส่วนรหัสของสีทับหน้าให้เป็นไป ตามสีของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

๑๐. การทดสอบทำความสะอาดและการปรับแต่ง

๑. ความต้องการทั่วไป

การทดสอบจะต้องทำในขณะที่มีผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการร่วมอยู่ด้วย ผู้รับจ้างจะต้อง จัดเวลาและเตรียมวิศวกรของผู้รับจ้างซึ่งจะเป็นผู้ทดสอบไว้ให้พร้อม ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบและปรับ แต่งใด ๆ ก็ตามให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบฟอร์มเพื่อ Start-Up และทดสอบมาให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนจะทำการทดสอบจริง

๒. การทดสอบอุปกรณ์

หมายถึงการทดสอบสมรรถนะ (Performance) ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดและจะต้องมีข้อมูลอย่างน้อยตามราย การต่อไปนี้

๒.๑ เครื่องทำน้ำเย็น

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. ขนาดทำความเย็น
- ง. สารทำความเย็น
- จ. ระบบ Starter
- ฉ. Evaporator
 - Evaporator Pressure
 - Evaporator Temperature
 - Entering / Leaving Water Pressure
 - Water Pressure Drop
 - Entering / Leaving Water Temperature
 - Water Temperature Drop
 - Water Flow Rate
- ช. Condenser
 - Condenser Pressure
 - Condenser Temperature
 - Entering / Leaving Water Pressure
 - Water Pressure Drop
 - Entering / Leaving Water Temperature
 - Water Temperature Drop
 - Water Flow Rate
- ซ. Compressor
 - Make / Model
 - Serial Number
 - Suction Pressure / Temperature
 - Discharge Pressure / Temperature
 - Oil Pressure / Temperature
 - RPM
 - Voltage
 - Amperage
 - KW Input
 - Crankcase Heater Amp.
 - Chilled Water Control Setting
 - Condenser Water Control Setting
 - Low Pressure Cutout Setting
 - High Pressure Cutout Setting
- ณ. Refrigeration
 - Oil Level Checked

Oil Failure Switch Differential
Refrigerant Level Checked
Relief Valve Setting
Unloader Set Point
% Cylinder Unloaded / % of Inlet Guide Vane
Purge Operation Checked
Bearing Temperature
Vane Position
Demand Limit
Low Temperature Cutout Setting

๒.๒ ทอระบายความร้อน

ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ

ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง

ค. Fan Data

No. of Fan Motors

Motor Make / Frame

Motor KW / RPM

Volts / Phase / Hertz

Motor Sheave Diam./ Bore

Fan Sheave Diam./ Bore

Sheave & Distance

No. of Belts / Make / Size

ง. Air Data

Air Flow Rate

Inlet Static Pressure

Outlet Static Pressure

Average Entering Wet Bulb

Average Leaving Wet Bulb

Ambient Wet Bulb

Fan RPM

Voltage

Amperage

จ. Pump Data

Make / Model

Pump Serial No.

Motor Make / Frame

Motor KW / RPM

Volts / Phase / Hertz

Water Flow Rate

- ฉ. Water Data
 - Entering / Leaving Water Pressure
 - Water Pressure Drop
 - Entering / Leaving Water Temperature
 - Water Temperature Drop
 - Water Flow Rate
 - Bleed -Off Flow Rate
- ช. ปริมาณน้ำ Bleed - Off ระหว่างคาบของการทดสอบ
- ซ. ความบ่อยครั้งของการ Automatic Bleed - Off
- ฅ. ความบ่อยครั้งของการเติมน้ำ

๒.๓ เครื่องสูบน้ำ

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Serial Number
- ง. Flow Rate / Head
- จ. Pump RPM
- ฉ. Impeller Diam.
- ช. Motor Manufacturer / Frame
- ซ. Motor KW / RPM
- ฅ. Volts / Phase / Hertz
- ญ. Full Load Amps / Service Factor
- ฎ. Seal Type
- ฏ. Pump - Off Pressure
- ท. Discharge Pressure
- ฒ. Suction Pressure
- ณ. Final Dynamic Pressure
- ด. Final Water Flow Rate
- ต. Voltage
- ถ. Amperage

๒.๔ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Serial Number
- ง. Test Data

Primary Side
- Entering / Leaving Temperature

- Temp. Diff.
- Entering / Leaving Pressure
- Pressure Diff.
- Water Flow Rate

Secondary Side

- Entering / Leaving Temperature
- Temp. Diff.
- Entering / Leaving Pressure
- Pressure Diff.
- Water Flow Rate
- Control Set Point
- Exchanger Circuiting

๒.๕ พัดลมระบายอากาศ

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Serial Number
- ง. Delivery Air Flow Rate
- จ. Air Operating Temperature
- ฉ. Toxic / Non-Toxic Air
- ช. Fan Type
- ซ. Fan RPM
- ฅ. Static Pressure In / Out
- ญ. Total Static Pressure
- ฎ. Motor Manufacturer / Frame
- ฏ. Motor KW / RPM
- ท. Volts / Phase / Hertz
- ฒ. Full Load Amps / Service Factor
- ณ. No. of Belts / Make / Size

๒.๖ เครื่องปรับอากาศแบบใช้สารความเย็นโดยตรงระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Direct Expansion Unit)

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Make / Model Number
- ง. Serial Number
- จ. Type of Filter / Size

- ฉ. Evaporator
- Total Air Flow Rate
 - Discharge Static Pressure
 - Suction Static Pressure
 - Total Static Pressure
 - Outside Air Flow Rate
 - Outside Air Condition DB / WB
 - Return Air Flow Rate
 - Return Air Condition DB / WB
 - Entering Air Condition DB / WB
 - Leaving Air Condition DB / WB
 - Fan RPM
 - Voltage
 - Amperage
- ช. Air Cooled Condenser
- Refrigerant No. / lbs.
 - Compressor Manufacturer / Number
 - Compressor Model / Serial Number
 - Suction Pressure / Temperature
 - Condensing Pressure / Temperature
 - Crankcase Heater Amps.
 - Compressor Voltage
 - Compressor Amperage
 - L.P. / H.P. Cutout Setting
 - No. of Fan / Fan RPM
 - Condenser Fan KW.
 - Condensing Air Flow Rate
 - Condenser Fan Volts / Amps / Phase
- ซ. Motor
- Make / Frame
 - KW. / RPM
 - Volts / Phase / Hertz
 - Full Load Amp. / Service Factor

๒.๗ เครื่องส่งลมเย็นชนิดใช้น้ำเย็น

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Make / Model Number
- ง. Serial Number

- ၁. Noise Rating
- ၂. Vibration Isolator
 - Type of Isolator
 - Deflection
- ၃. Unit Data
 - Total Air Flow Rate
 - Total Static Pressure
 - Fan RPM
 - Motor Voltage
 - Motor Amperage
 - Outside Air Flow Rate
 - Return Air Flow Rate
 - Motor Data
 - Make / Frame
 - KW. / RPM
 - Volts / Phase / Hertz
 - Full Load Amps
 - Discharge Static Pressure
 - Suction Static Pressure
 - For VAV Application
 - Duct Static Pressure Setting Point
 - Variable Speed Drive
 - Manufacturer
 - Minimum Speed / Hertz
 - Maximum Speed / Hertz
 - Class of IP
 - Cooling Coil Pressure Drop
 - Air Filter Pressure Drop
 - Pre Filter
 - Secondary Filter
 - Final Filter
 - Inlet Guide Vane Position
 - Discharge Damper Position
 - Outside Air Damper Position
 - Return Air Damper Position
 - Cooling Coil Data
 - System No./ Coil No.
 - Coil Type
 - No. of Rows / Fins

- Manufacturer
- Face Area
- Air Quantity
- Air Velocity
- Air Pressure Drop
- Outside Air DB / WB
- Return Air DB / WB
- Entering Air DB / WB
- Leaving Air DB / WB
- Air Temperature Difference
- Chilled Water Flow Rate
- Water Pressure Drop Through Coil
- Entering Chilled Water Temperature
- Leaving Chilled Water Temperature
- Chilled Water Temperature Difference

๒.๘ ก่อ้งปรับปริมาตร (VAV Box)

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขก่อง
- ค. Make / Model Number
- ง. Serial Number
- จ. ชนิดของก่อง
- ฉ. Unit Data

Inlet Duct Diameter

Occupied Mode Temperature Setting Point

Un-occupied Mode Temperature Setting Point

Maximum Supplied Air Flow Rate

Minimum Supplied Air Flow Rate

Primary Air Temperature

Inlet Pressure

Outlet Pressure

Air Pressure Drop Across Terminal Unit

Supplied Air Flow Rate at Design Temperature

By-Pass Air Flow Rate

๓. **การทดสอบระบบ Lift Pressurizing**

- ๓.๑ ทดสอบการทำงานของพัลตามชั้นตอนของเรื่องพัลลมระบายอากาศ, พัลลมอัดอากาศ และพัลลมระบายควัน

- ๓.๒ กระตุ้นให้พัดลมเกิดการทํางาน โดยสั่งจากระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย และพัดลมต้องทํางาน
- ๓.๓ ปรับตั้งการทํางานของ Relief Damper โดยการปรับตั้งค่า Pressure Switch หรือปรับขนาดน้ำหนักรถใช้ถ่วง Damper ให้ได้ค่าความดันแตกต่างระหว่างภายใน ช่องลิฟท์ และภายนอกไม่น้อยกว่า ๔๐ ปาสคาล
- ๓.๔ ทดสอบการทํางานของ Smoke Detector แบบ Duct Type โดยใช้ควันพ่นที่ทางดูดของพัดลม พัดลมต้องถูกตัดการทํางาน (ไม่หมุน)
- ๓.๕ ตรวจสอบระบบไฟฟ้ากำลังและควบคุมต้องมาจากระบบจ่ายไฟสำรองฉุกเฉิน

๔. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- ๔.๑ ภายหลังกการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงาน ต้องได้รับการ ทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง +๑๐ เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ
- ๔.๒ การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับ สอบ Pilot Tube ต้องมีปลั๊กอุดกันรั่วทุกจุดหลังจกการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- ๔.๓ การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจกการปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดง ตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

๕. การทำความสะดวกท่อลม

- ๕.๑ ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบ ท่อลม
- ๕.๒ ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่อง ปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษ ฝุ่น ผงออก จากท่อลมให้หมด
- ๕.๓ ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจกการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่

บทที่ ๘

ระบบประปา (Plumbing System) และสุขาภิบาล (Sanitary System)

๑. ข้อกำหนดทั่วไป

1 บทนำ

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์จะจัดหา และติดตั้งระบบสุขาภิบาล และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ สำหรับใช้ในโครงการนี้ โดยที่การดำเนินการดังกล่าว ต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

รวมถึงการสำรวจตำแหน่งและขนาดท่อเมนน้ำประปาภายในโครงการเพื่อการเชื่อมต่อท่อน้ำประปาเข้าอาคาร , ท่อระบายน้ำฝนของเดิมรอบอาคารภายในโครงการเพื่อการเชื่อมต่อท่อระบายน้ำฝนภายในอาคารเข้าบ่อพักน้ำฝนของเดิม ,บ่อบำบัดน้ำเสียของเดิมเพื่อย้ายในพื้นที่ที่มีการปรับปรุงอาคาร

2 สภาพแวดล้อม

วัสดุ และอุปกรณ์ในระบบสุขาภิบาล และตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ ต้องมีความเหมาะสมที่ใช้งานในประเทศร้อนได้ดี ภายใต้สภาพแวดล้อมดังนี้ -

- ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
- อุณหภูมิสูงสุด 40 °C
- อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 28 °C
- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 55 %
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79 %

3 มาตรฐาน และเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุ และอุปกรณ์ การประกอบแบบ และการติดตั้งต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ ข้อกำหนด มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง โดยที่มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง แต่ละประเภทของอุปกรณ์ หรือแต่ละประเภทของงานมีดังต่อไปนี้

ANSI	-	American National Standard Institute
ASPE	-	American Society of Plumbing Engineer
ASTM	-	Americian Society of Testing Materials
BS	-	British Standard
EIT	-	The Engineering Institute of Thailand
FM	-	Factory Mutual System
PWWA	-	Province Water Work Authority
NEC	-	National Electrical Code
NEMA	-	National Electrical Manufacturers Association
NESC	-	National Electrical Safety Code
NFPA	-	National Fire Protection Association
TISI	-	Thai Industrial Standard Institute
UL	-	Underwriter's Laboratories Inc.

4 ขอบเขตของงาน

- ก. ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ระบบสุขาภิบาล ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอก และภายในโครงการ ดังแสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

- ข. ผู้รับจ้างจะต้องทำรายการคำนวณที่จำเป็น เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาตรวจสอบกับสมรรถนะของเครื่องจักร และอุปกรณ์เมื่อผู้รับจ้างเสนอขออนุมัติเครื่องจักร และอุปกรณ์ รวมถึงระบบบำบัดน้ำเสีย
- ค. แบบรูปที่แสดงไว้เป็นแบบไดอะแกรม ที่แสดงให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทาง และหลักการของระบบรวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง แบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินทางท่อต่างๆ และตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องจักร และอุปกรณ์ใกล้เคียงเกี่ยวกับความเป็นจริงอย่างไรก็ตาม ในการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง และแบบงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำแบบ Shop Drawing เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้งเพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปโดยสะดวกไม่ขัดแย้งกับระบบงานอื่น มีความถูกต้องทางด้านเทคนิคในทุกๆ ทาง และสามารถทำการบริการในภายหลังได้เป็นอย่างดี
- ง. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการขออนุญาตในส่วนที่เกี่ยวกับงานติดตั้งระบบสุขาภิบาล และอื่นๆ กับหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องที่อาจจะมีและจะต้องจัดเอกสารที่จำเป็น หากมีการเรียกขอจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องเหล่านั้นด้วย

5 พนักงาน

- ก. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบงานระบบสุขาภิบาล โดยให้พนักงานดำเนินงานให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดต่างๆ อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
- ข. ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรสุขาภิบาลที่จดทะเบียนอย่างต่ำในชั้นสามัญตาม พ.ร.บ. วิชาชีพวิศวกรรมที่มี ความรู้และความสามารถในการควบคุมการติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล และเป็นผู้ลงนามรับรองผลงาน ในเอกสารการส่งมอบงานทั้งหมด
- ค. ผู้รับจ้างต้องมีช่างประปาที่ชำนาญงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล
- ง. ผู้รับจ้างต้องมีพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติงานให้เสร็จทันความต้องการของผู้ว่าจ้าง
- จ. ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ถอนพนักงานคนใดของผู้รับจ้างได้ เมื่อเห็นว่าปฏิบัติงานไม่ถูกต้องหรืออาจเกิดความเสียหายหรืออันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานคนใหม่ที่มีความชำนาญมาแทนโดยทันที และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
- ฉ. ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการ รายชื่อ และผลงานของผู้รับจ้างช่วง เพื่อให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณาอนุมัติก่อนเสมอ
- ช. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิตบุคคล และทรัพย์สินของพนักงานของผู้รับจ้างเอง

6 วัสดุ และอุปกรณ์

- ก. ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารรายละเอียด และ/หรือ ตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ติดตั้งพร้อมด้วย ข้อมูลทางด้านเทคนิคให้ผู้ว่าจ้างได้ตรวจอนุมัติล่วงหน้าอย่างน้อย 60 วันก่อนนำไปทำการติดตั้งและวัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับการอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากตรวจพบ ข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- ข. วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่แบบล่าสุด ได้มาตรฐานสากล อยู่ในสภาพเรียบร้อย สมบูรณ์ และไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- ค. วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งเสียหายในระหว่างการขนส่ง การติดตั้งหรือการทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ ตามสภาพและความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง
- ง. ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่เท่าที่แสดงไว้ในแบบ และระบุไว้ในข้อ กำหนด ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่ไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่ ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้ สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของ ผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยทันที และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
- จ. หากมีความจำเป็นเกิดขึ้นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่ได้แสดงไว้ใน แบบ และระบุในข้อกำหนด และ/หรือแสดงตัวอย่างแก่ผู้ว่าจ้างไว้ และต้องจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์อื่นๆ มาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งแสดง หลักฐานข้อพิสูจน์จนเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้าง เพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างโดยทันที โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ทั้งสิ้น

- ฉ. วัสดุ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการช่วยทำให้งานระบบสุขาภิบาล ใช้งานได้ดีตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ถึงแม้ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดก็ตาม แต่หากเป็นหลักปฏิบัติทั่วไปทางด้านวิชาชีพ วิศวกรรม ก็เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้ง โดยการพิจารณาเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง
- ช. ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อความสะดวก สำหรับการขนส่ง และการซ่อมแซมบำรุงรักษา

7 เครื่องมือ

- ก. ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับ ใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวนที่เพียงพอ
- ข. ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ให้ผู้รับจ้างเพิ่ม และ/หรือเปลี่ยนแปลงจำนวน และ/หรือชนิดของเครื่องมือให้ถูกต้อง เหมาะสมกับงาน

8 ป้าย และเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา หรือจัดทำป้ายชื่อเป็นตัวหนังสือ และ/หรือเครื่องหมายต่างๆ เพื่อแสดงชื่อ และขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ
- ข. ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกพื้นสีดำ แกะสลักตัวอักษรสีขาว ขนาดอย่างน้อย 1/2" และ เคลือบ พลาสติกอีกชั้นหนึ่ง ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดทำให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้คือ.-
 - แผงควบคุมไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำทั้งหมด
 - เครื่องสูบน้ำทั้งหมด
- ค. สีที่ใช้พ่นเป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋องได้โดยจะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสี
- ง. วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องมีเครื่องหมาย และอักษรย่อ หรือข้อความที่สั้นกระชับ ง่ายต่อการเข้าใจ

9 การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- ก. ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง และแจ้งให้ผู้ควบคุมงาน ทราบล่วงหน้า และประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
- ข. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ เข้ามายังสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการยกเข้า ไปยังสถานที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- ค. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย และ/หรือ ความล่าช้าอันเกิดจากการขนส่งเครื่องมือ วัสดุและ อุปกรณ์ต่างๆ มายังสถานที่ติดตั้ง
- ง. ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเมื่อวัสดุและอุปกรณ์เข้าถึงยังสถานที่ติดตั้ง เพื่อจะได้ตรวจสอบ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวให้ถูกต้องตามที่ได้รับอนุมัติ ก่อนที่จะนำไปสถานที่เก็บรักษาต่อไป

10 การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- ก. ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายใน บริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง
- ข. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้อง รับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ อันอาจจะเกิดขึ้น เช่น การสูญหาย เสื่อมสภาพหรือถูกทำลาย เป็นต้น จนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์และส่งมอบงานแล้ว
- ค. การจะเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรโครงการเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษา วัสดุ และอุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่าน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น กับโครงสร้างอาคารการเก็บรักษาท่อ จะต้องทำชั้นที่เก็บในร่มให้ถูกต้อง

11 การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด

- ก. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนด และเงื่อนไขต่างๆ โดยแจ้งข้อขัด
- ข. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปนิก และโครงสร้างพร้อมๆ ไปด้วยแบบทางวิศวกรรมเครื่องกล และไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ
- ค. เมื่อมีข้อขัดแย้ง ข้อสงสัยหรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบ และข้อกำหนด ให้สอบถามจากผู้ว่าจ้าง และ/หรือผู้ออกแบบโดยตรง และการตีความในข้อขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่วัสดุ และอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า และ/หรือจำนวนครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

12 การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด และวัสดุอุปกรณ์

- ก. การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบ ข้อกำหนด วัสดุและอุปกรณ์ อันเนื่องจากแบบ และข้อกำหนดขัดกัน หรือความจำเป็นอันใดก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งแก่ผู้ว่าจ้าง โดยทำหนังสือ และ แบบประกอบเพื่ออนุมัติขอความเห็นชอบก่อนอย่างน้อย 14 วัน จึงจะดำเนินการได้
- ข. ถ้างานระบบสุขาภิบาล ส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้ง หรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ได้ ผิดไปจากแบบ และข้อกำหนด หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการสั่งให้ ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่วคราว และต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันที แต่ความล่าช้าอันเนื่องมาจาก เหตุดังกล่าว ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืดวันทำการออกไป หรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จ สมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้
- ค. ในกรณีที่มีผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีลักษณะสมบัติอันเป็นเหตุให้วัสดุ และอุปกรณ์ที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือทำงานไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบ จากผู้ออกแบบในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

13 แบบใช้งาน (Shop Drawing)

- ก. ผู้รับจ้างต้องส่งแบบที่จะใช้ติดตั้งอย่างน้อย 4 ชุด ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 30 วัน
- ข. แบบที่ใช้ติดตั้ง ต้องใช้มาตรฐานกระดาษ การเขียนแบบและสัญลักษณ์เดียวกับต้นแบบ
- ค. แบบที่ใช้ติดตั้ง ต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับงานระบบสุขาภิบาล และรายละเอียดอื่นๆ อันอาจเกี่ยวกับงานก่อสร้างหรือผู้รับจ้างรายอื่นๆ
- ง. แบบใช้งาน มีรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้
 - การติดตั้ง และแนวการเดินท่อเมนประปา
 - การติดตั้งเครื่องสูบน้ำประปา เครื่องสูบน้ำเสีย เครื่องสูบน้ำระบายน้ำฝน เครื่องเติมอากาศ และแผงควบคุม
 - การติดตั้ง และแนวการเดินท่อน้ำทั้งหมด
 - รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึดรวมถึงแสดงตำแหน่งของการติดตั้งหรือคุณสมบัติอื่นๆ

14 แบบสร้างจริง (As-Built Drawings)

- ก. ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผัง และแบบตามทีสร้างจริงแสดงตำแหน่งของ อุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง
- ข. แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งจะต้องลงนามรับรองความถูกต้อง และส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด ในวันส่งมอบงานแบบนี้ประกอบด้วย แบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 3 ชุด มีขนาด และมาตราส่วนเดียวกันกับผู้ออกแบบ หรือแบบใช้งาน พร้อม CD 1 ชุด

15 การใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่นๆ

- ก. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปาและท่อน้ำอื่นๆ รวมทั้งมาตรวัดต่างๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้งานการติดตั้ง และการทดสอบด้วย
- ข. ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในหัวข้อ (ก) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่างการใช้งานจนกระทั่ง วันส่งมอบงานเรียบร้อย

- ค. การรื้อถอนวัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมภายหลังจากการ ส่งมอบงานแล้ว ก็ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน
- ง. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวให้เพียงพอสำหรับแสงสว่างตามจุดต่างๆ ภายใน อาคาร ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง หรือตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง และความปลอดภัย ในการทำงาน ของส่วนระบบ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมไฟ สำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ ผู้รับจ้างต้อง เป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

16 ความรับผิดชอบ ณ.สถานที่ติดตั้ง

- ก. ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังความปลอดภัยรวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง และบุคคลร่วมปฏิบัติงาน
- ข. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานการติดตั้ง และทดลองเครื่อง
- ค. ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงาน ที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อย และอยู่ในสภาพ ปลอดภัยตลอดเวลา
- ง. ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เจียบ และสิ้นเสียน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อน และมีผลกระทบต่อคนหรืองานอื่นๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง
- จ. เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนรื้อถอนอาคาร ชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่จนสิ้นเชิง สิ่งใดที่จะต้องส่ง คืนให้แก่ผู้ว่าจ้าง ก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน
- ฉ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้ สะดวกแก่การขนส่ง และการซ่อมบำรุงรักษา

17 การประสานงาน

- ก. ผู้รับจ้างต้องกำหนดตารางและรายละเอียดประกอบการประสานงาน ทั้งทางด้านช่างการส่งของ การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆ อันอาจเป็นผลกระทบต่อ การแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมด
- ข. ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ เช่นผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างงานเครื่องกล ผู้รับจ้างงานไฟฟ้า และผู้รับจ้างงานตกแต่งภายใน เป็นต้น เพื่อลดปัญหาความขัดแย้ง และให้การดำเนินการเป็นไปด้วยดีไม่มีอุปสรรค
- ค. ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับหน่วยราชการ ที่เกี่ยวข้องกับการขออนุญาตงานระบบสุขาภิบาลทั้งหมด และต้องจัดหาเอกสารที่จำเป็น หากมีการเรียกขอจากหน่วยราชการดังกล่าวด้วย โดยที่ค่าใช้จ่ายทั้งหมด อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และให้ผู้รับจ้างรวมอยู่ในการเสนอราคาด้วย
- ง. ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงาน และรายละเอียดประกอบการประสานงานซึ่งสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างเกี่ยวกับการจัดหา การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานในแต่ละขั้นตอน และส่งให้ผู้ว่าจ้างอย่างน้อยทุก 7 วัน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆ

18 การรายงานผล และความคืบหน้าของงาน

- ก. ผู้รับจ้างต้องส่งรายงาน สรุปลงความคืบหน้าของการปฏิบัติงานติดตั้ง เป็นลายลักษณ์อักษร จำนวน 4ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้างโดยสม่ำเสมอ ทุกๆ 7 วัน
- ข. รายงานดังกล่าวในข้อ ก. ต้องเริ่มทำนับจากวันที่ลงนามในสัญญาว่าจ้าง และสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบ งานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว
- ค. รายงานดังกล่าวต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆอย่างน้อยดังนี้
 - พนักงานที่ปฏิบัติงานทั้งหมด
 - วัสดุและอุปกรณ์ที่เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง
 - งานที่ได้ติดตั้งไปแล้ว
 - งานที่ล่าช้า (ถ้ามี)
 - การแก้ไข และ/หรือเปลี่ยนแปลงงาน

19 การทดสอบเครื่องจักร และระบบ

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตารางแผนงาน แสดงกำหนดการทดสอบเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ เสนอต่อผู้ว่า จ้าง รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารข้อเสนอแนะจากผู้ผลิต ในการทดสอบเครื่องจักรเสนอต่อผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด
- ข. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องจักร และอุปกรณ์ การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการและ มาตรฐานเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบ และข้อกำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของ ผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น
- ค. อุปกรณ์ และเครื่องมือใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาทั้งหมด
- ง. การทดสอบเครื่อง และระบบต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

20 การฝึกอบรม เจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และรักษาเครื่องจักรของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน
- ข. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่างๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 15 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

21 หนังสือคู่มือการใช้ และการบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

- ก. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีใช้ วิธี และระยะเวลาของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่นๆ เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ สำหรับเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้น ที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 1 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน
- ข. หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 2 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการ ส่งฉบับจริง
- ค. บทความโฆษณาของผู้ผลิต หรือแคตตาล็อก ไม่ถือว่าเป็นหนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษา

22 การรับประกัน

- ก. ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยน และ/หรือแก้ไขวัสดุ อุปกรณ์ และงานตามที่แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนด รวมทั้งข้อผิดพลาด และสิ่งตกหล่นที่เกิดขึ้นในกรณีการเสนอราคาของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน
- ข. ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นทำการแก้ไขที่ไม่ถูกต้องเปลี่ยนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ รวมทั้งการบริการรายเดือน และในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลา 365 วัน นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อย ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

23 การบริการ

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้ สำหรับการตรวจซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือน ภายในระยะเวลา 1 ปีแรก รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง
- ข. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อ ผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ
- ค. ในกรณีผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉินนอกเวลาทำงานปกติ ผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำโดยไม่ ชักช้า

24 การส่งมอบงาน

- ก. ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มที่หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน

- ข. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่า จะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และแน่ใจ ของผู้ว่าจ้าง ว่าเครื่องจักร วัสดุ และ อุปกรณ์เหล่านั้นสามารถ ทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ
- ค. รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่ง ของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ.-
 - แบบสร้างจริง
 - หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
 - เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
 - อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด
- ง. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- จ. ผู้รับจ้างต้องทำการ Start up ระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะ ใช้งานได้ตลอดเวลา และต้องทำการเก็บตัวอย่างน้ำเข้า (Influent) และน้ำออก (Effluent) เพื่อหาค่า BOD และ SS จัดส่งให้ผู้ว่าจ้าง และผู้ออกแบบเป็นประจำทุกเดือน ในเวลาอย่างน้อย 12 เดือน

2. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

1 ฝีมีองาน

ผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างฝีมือดี ซึ่งชำนาญงานโดยเฉพาะในแต่ละประเภท มาปฏิบัติงานติดตั้งระบบท่อ เครื่อง สุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ และจะต้องควบคุมการทำงานของช่างเหล่านี้ ให้ดำเนินไปโดยชอบด้วยหลักปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

- ก. การตัดท่อแต่ละท่อนจะต้องให้ได้ระยะสั้นพอ ตามความต้องการที่จะใช้ ณ.จุดนั้นๆ ซึ่งเมื่อต่อท่อบรรจบ กันแล้วจะได้แนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คดโค้งและคลาดเคลื่อนจากแนวไป
- ข. การวางท่อจะต้องวางในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือขยายตัวของท่อเนื่องจาก การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ การหดตัวหรือการขยายตัวของท่อนั้นจะไม่ทำให้เกิดการเสียหายขึ้นแก่ตัวท่อนั้นเองหรือแก่สิ่ง ใกล้เคียง
- ค. การตัดท่อให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และจะต้องคว้านปากท่อชุดเศษท่อที่ยังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากจะทำเกลียวจะต้องใช้เครื่องทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ฟันเกลียวเรียบและได้ขนาด ตามมาตรฐาน
- ง. ทุกที่ ที่จะต้องเปลี่ยนแนว หรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม (ข้อต่อหมายถึง ข้อโค้ง ข้องอ สามตา เป็นต้น) และหากมีการเปลี่ยนขนาดของท่อ ณ จุดใด ให้ใช้ข้อลดเท่านั้น

2 ลักษณะการเดินท่อ

การติดตั้งท่อจะต้องกระทำด้วยความปราณีต ปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อย แก่สายตา การเลี้ยว การหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับจะต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสมให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วนนั้นๆ แนว ท่อต้องให้ขนาน หรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ หรือให้เฉ หรือเอียง จากแนวอาคาร หากที่ใดจะต้องแขวน ท่อจากเพดาน หรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมีได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้ว จะต้องแขวนให้ท่อนั้นชิดด้านบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่สิ่งที่ติดตั้ง เพดาน หรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบท่อต่าง ๆ ให้แน่นอนเสียก่อนการติดตั้งระบบท่อระบบใดระบบหนึ่ง เพื่อไม่ให้ท่อเหล่านั้นกีดขวางกัน

3 การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ

บรรดาค่าส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบท่อ เช่น วาล์วน้ำ มาตรวัดน้ำ มาตรวัดความดัน เป็นต้น จะต้องวาง ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติ และสามารถ ถอดซ่อมบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนใหม่ได้ โดยง่าย

4 ข้อห้ามในการต่อท่อร่วมระหว่างระบบท่อ

ระบบท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคนั้น ห้ามต่อบรรจบกับระบบท่อโสโครกและท่อระบายน้ำซึ่งเป็นอันตราย หากแนวของท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคจะต้องเดินขนาน หรือตัดกับแนวของท่อโสโครก หรือท่อระบายน้ำทิ้ง แล้ว แนวที่ขนานหรือตัด

กันนั้น ท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคจะต้องอยู่เหนือท่อโสโครก หรือท่อระบายน้ำซึ่งเป็น ระยะไม่น้อยกว่า 0.30 ม. หรือท่อระบายน้ำทั้งส่วนนี้ จะต้องเป็นท่อชนิดเหล็กหล่อ และมีระยะที่ต่อยาว ออกไปจากจุดตัด หรือส่วนที่ขนานกันเป็น ระยะทางไม่น้อยกว่าข้างละ 3.00 ม. ทั้งสองข้าง

5 ปลายทางของท่อน้ำ และท่อระบายน้ำ

หากในแผนผังปรากฏว่ามีท่อน้ำหรือท่อระบายน้ำแสดงไว้ สำหรับต่อเติมขยายออกไปในอนาคตแล้ว จะต้องต่อ ท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากตัวอาคารไม่น้อยกว่า 1.50 ม. แล้วใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวปิดไว้ และหาก จำเป็นจะต้องกลบดินในระยะนี้เสียก่อน ก็อาจทำได้โดย ตอกหลักปักป้าย แสดงตำแหน่ง ปลายท่อเหล่านี้ไว้

6 การป้องกันการชำรุดระหว่างการติดตั้ง

ให้ปฏิบัติตามแนวทางดังต่อไปนี้.-

- ก. ปลายท่อทุกปลายให้ใช้ปลั๊กอุด หรือฝาครอบเกลียวครอบไว้ หากจะต้องละจากงานต่อท่อในส่วนนั้น ไปชั่วคราว
- ข. เครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ ให้หุ้มท่อหรือป้องกันท่อไว้ เพื่อมิให้เกิดการแตกหักบอบสลาย
- ค. วาล์วน้ำ ข้อต่อ และส่วนประกอบอื่นๆสำหรับการติดตั้งท่อ ให้ตรวจดูภายใน และทำความสะอาดภายใน ให้ทั่วถึงก่อนนำมาประกอบติดตั้ง
- ง. เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะต้องตรวจดูความเรียบร้อย และทำความสะอาดเครื่อง สุขภัณฑ์ และอุปกรณ์เหล่านี้อย่างทั่วถึง เพื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างในสถานที่ปราศจากตำหนิ และข้อบกพร่อง

7 การแขวนโยงท่อ และการยึดท่อ

ท่อที่เดินภายในอาคาร และไม่ได้ฝังจะต้องแขวนโยงหรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรงโยกคลอนแกว่งไกวไม่ได้ การแขวนโยงท่อที่เดินตามแนวราบให้ใช้เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้ แล้วให้แขวนยึดติดกับโครงสร้างอาคาร อย่างแข็งแรง หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกันเป็นแพ จะใช้เสาแทรกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้ เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ที่แขวนท่อ และเสาแทรกดังกล่าวนั้น หากในแบบระบุไว้จะต้องมีชะนะ (Turnbuckle) ประกอบให้ได้เสร็จเพื่อจัดท่อให้ได้ระดับเดียวกันได้ ในกรณีที่ไม่ว่าจะใช้ชะนะเกลียวได้ ผู้รับเหมาจะต้องจัดหาอุปกรณ์อื่นที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง

ก. ท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวตั้ง

- ท่อเหล็กอาบสังกะสีที่มีขนาดตั้งแต่ 3" ขึ้นไป ทุกๆ ระยะครึ่งหนึ่งของความยาวของท่อแต่ละ ท่อนจะต้องมีที่ยึด หรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
- ท่อเหล็กอาบสังกะสีที่มีขนาดตั้งแต่ 2 1/2" ลงมา ทุกๆ ระยะไม่ต่ำกว่า 1.20 ม. จะต้องมีที่ยึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
- ท่อ พีวีซี ทุกๆระยะ 1.00 ม. และทุกๆรอยต่อจะต้องมีที่ยึดหรือรองรับ หรืออย่างน้อยหนึ่งแห่ง
- ท่อเหล็กหล่อ จะต้องมีที่ยึดหรือแขวนหรือรองรับท่อทุกๆชั้นของอาคารหรือไม่น้อยกว่าทุกช่วง ของความยาว ท่อแต่ละท่อ และตรงฐานล่าง

ข. ท่อที่วางไว้ในแนวราบหรือแนวระดับ

- ท่อเหล็กอาบสังกะสี ทุกๆ ระยะไม่เกิน 2.00 ม. จะต้องมีที่ยึด หรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
- ท่อ พีวีซี ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.00 ม. และทุกๆรอยต่อจะต้องมีที่ยึด หรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
- ท่อเหล็กหล่อที่ต่อกันด้วยปากแตร หรือปลอกเหล็กอัดด้วยแหวนยาง จะต้องมีที่ยึดหรือแขวน หรือรองรับ ทุกๆระยะข้อต่อ และทุกๆ ระยะครึ่งท่อนของท่อ

ค. ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ในดิน จะต้องวางอยู่บนพื้นที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อ และเมื่อกลบดิน แล้ว จะต้องอัดดินเป็นชั้น ๆ

ง. ท่อโลหะที่วางอยู่ในดิน จะต้องทาด้วยฟลีนโค้ท 1 ชั้น แล้วพับด้วยผ้าดิบ จากนั้นให้ทาด้วยฟลีนโค้ทอีก 1 ชั้น

จ. ที่รองรับท่อทุกชนิดที่วางอยู่ในดินหรือใต้พื้นชั้นล่าง จะต้องทำด้วย Stainless Steel เท่านั้น รวมถึง Nut & Expansion Bolt ด้วย

ฉ. ท่อที่เดินในแนวระดับ จะต้องรองรับด้วยที่แขวนหรือที่รองรับแบบชิงช้าเหล็กเส้นที่ใช้แขวนให้มี ขนาดดังนี้ .-

<u>ขนาดของท่อ</u>	<u>ขนาดของเหล็กเส้น</u>
φ 1/2" - φ 1 1/2"	φ 9 มม.
φ 2 " - φ 3"	φ 12 มม.
φ 4 " - φ 6"	φ 15 มม.

ข. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการยึดท่อ และอุปกรณ์ในระบบสุขาภิบาล กับโครงสร้าง อาคาร เช่น โครงเหล็ก เหล็กยึดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หากจะใช้ Expansion Bolt จะต้องเป็น Expansion Bolt ที่ผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักตามต้องการได้โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่า (Safety Factor = 3)

8 การตัดเจาะ และซ่อมสิ่งกีดขวาง

หากมีสิ่งก่อสร้างใดๆ กีดขวางแนวของท่อแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งรายละเอียดให้แก่ ผู้ว่าจ้างทราบพร้อม กับเสนอวิธีการที่จะตัดเจาะสิ่งกีดขวางนั้นกับวิธีการซ่อมกลับคืนด้วย และจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง เสียก่อนจึงจะปฏิบัติงานได้ การตัดเจาะและซ่อมสิ่งกีดขวางนี้ ผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ ในการนั้นๆ โดยเฉพาะ และจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบก่อน ที่จะดำเนินการตัดเจาะด้วย

9 การป้องกันการผุกร่อน

วัสดุที่เป็นโลหะที่นำมาใช้ในโครงการนี้ทุกชนิด จะต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิม และการผุกร่อน ที่เหมาะสมมาแล้วทั้งสิ้น เช่น การพ่นอสีจากโรงงาน การทำความสะอาดผิวโลหะ และทาด้วยสีกันสนิม หรือการชุบสังกะสีตามความเหมาะสมหรือตามที่ได้ระบุไว้ หากใช้สีกันสนิมจะต้องสีกันสนิมชนิด Lead Oxide โดยจะต้องส่งสัปดาห์ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการกำหนดการ

10 ปลอกกรองท่อ (Sleeves)

ท่อที่เดินผ่านฐานราก พื้นผนัง ฝ้ากั้น และเพดานนอกอาคาร จะต้องรองด้วยปลอกตามขนาดที่ พอเหมาะกับท่อ เสียก่อน หากท่อที่จะผ่านทะลุพื้นอาคารมีจำนวนหลายท่อด้วยกันให้เจาะพื้นอาคารเป็น ช่องให้ท่อผ่าน แทนการใช้ปลอกกรอง ช่องที่เจาะนี้จะต้องเสริมกำลัง ตามความจำเป็น และเหมาะสมใน อาคารคอนกรีต หากประสงค์จะติดตั้งปลอกกรองท่อน้ำไว้ ณ จุดใดก็ให้ติดตั้งในขณะเทคอนกรีตเลยก็เหียว ในผนังอิฐให้ติดตั้งปลอกกรองท่อนี้ ในขณะที่ก่ออิฐมาถึงที่จุดนั้น ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบรายละเอียด ของแบบ และติดตั้งปลอกกรองท่อไว้ตามจุดที่จำเป็น ถึงแม้จะไม่ได้แสดงไว้ในรายละเอียดของแบบก็ตาม การใช้ปลอกกรองท่ออาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้-

- ก. ขนาดของปลอกกรองท่อ ปลอกกรองท่อที่จะนำมาใช้ในการรองท่อ จะต้องให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายในโตกว่าขนาดผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อไม่น้อยกว่า 10 มม. เว้นไว้แต่เมื่อท่อนั้นจะต้อง เดินทะลุผ่านฐานราก หรือผนังที่รับน้ำหนัก ในกรณีเช่นนี้จะต้องให้ปลอกโตกว่าท่อไม่น้อยกว่า 15 มม.
- ข. ชนิดของวัสดุ ปลอกกรองท่อจะต้องเป็นชนิดที่ทำด้วยวัสดุดังต่อไปนี้
 - สำหรับรากฐานให้ใช้ปลอกเหล็กหล่อ
 - สำหรับผนังที่รับน้ำหนัก หรือฝ้ากั้น ให้ใช้ปลอกเหล็กหล่อ เหล็กเหนียว หรือ เหล็กกล้า
 - สำหรับคอนกรีต ให้ใช้ปลอกเหล็กเหนียว หรือเหล็กกล้า
 - สำหรับพื้นที่อาคารธรรมดา ให้ใช้ปลอกเหล็กเหนียว หรือเหล็กกล้า
- ค. ปลอกกรองท่อที่พื้นอาคาร จะต้องฝังให้ปากปลอกกรองท่อสูงกว่าระดับพื้นที่ยังไม่ได้ตบแต่ง 25 มม. และหลังจากที่เดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อุดช่องระหว่างท่อกับปลอกท่อด้วยวัสดุประเภทพลาสติก ให้แน่น และเรียบร้อย จนแน่ใจว่าน้ำรั่วซึมผ่านไม่ได้ หรือถ้าเป็นผนังกันไฟให้อุดช่องว่างด้วยสารทน ไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมง โดยจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบก่อน

11 แผ่นปิดพื้นผนัง และเพดาน

ทุกๆ จุดที่ท่อเดินทะลุผ่านผนัง ฝ้าเพดาน และพื้นอาคารซึ่งตบแต่งผิวหน้าแล้วผู้รับจ้าง จะต้องจัดการปิดช่องโหว่ทั้งทางเข้า และทางออกของท่อด้วยแผ่นตะกั่ว ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะปิดช่องรอบๆ ท่อได้อย่างมิดชิด แผ่นตะกั่วที่ใช้ที่เพดาน และผนังจะต้องปิดด้วยสลักแบบเข็ทสกกรุหุ้มใช้คลิปลสปริง

12 การติดตั้งท่อระบบต่างๆ

ก. การต่อท่อน้ำ

- ท่อน้ำ และข้อต่อของท่อ ท่อน้ำให้ใช้ท่อ และข้อต่อตามที่ได้กำหนดไว้ในบทที่กล่าวถึงภายใต้หัวข้อมาตรฐานของคุณภาพวัสดุ และผลิตภัณฑ์
- วาล์วน้ำ ให้ติดตั้งวาล์วน้ำไว้ที่ท่อน้ำก่อนเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ทุกแห่ง ณ ตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแผนผังโดยกำหนดชนิดของวาล์วไว้ดังนี้-
 - . วาล์วประตู วาล์วตัดตอนน้ำให้ใช้วาล์วประตูทุกแห่ง วาล์วประตูขนาด 2 " หรือเล็กกว่าให้ใช้วาล์วบรอนซ์ชนิดเกลียว
 - . โกลบวาล์ว ในระบบท่อที่ต้องการปรับความดัน และอัตราการไหลของน้ำให้ติดตั้งโกลบวาล์วไว้ ทุกแห่ง และให้ใช้วาล์วบรอนซ์ชนิดเกลียว
 - . วาล์วกักน้ำกลับ ในระบบท่อที่จำเป็น และไม่ต้องให้น้ำไหลกลับจะต้องติดตั้งวาล์วกักน้ำกลับไว้ทุกแห่ง
 - . ยูนีเยน ให้ติดตั้งยูนีเยนไว้ทางด้านได้น้ำของวาล์วทุกตัว และก่อนท่อจะเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ทั้งหมด เว้นไว้แต่กรณีที่เครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์นั้น ๆ ได้มีข้อต่อชนิดที่สามารถ ถอดท่อออกได้ง่ายติดมาด้วยแล้ว การติดตั้งยูนีเยนนั้นห้ามติดฝังไว้ในกำแพง เพดาน หรือฝ้าเพดาน
 - ตำแหน่ง และชนิดของวาล์วน้ำ มีข้อกำหนดในการติดตั้งดังนี้
 - . วาล์วน้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ และ/หรือระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
 - . ท่อน้ำที่แยกหรือตรงเข้าอาคารทุก ๆ ท่อ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งวาล์วประตูน้ำให้ ณ บริเวณจุดที่ท่อจะเข้าอาคารแห่งละตัว ทั้งนี้ไม่ว่าจะแสดงไว้ในแผนผังหรือไม่ก็ตาม
 - . วาล์วทุกตัวจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอด เพื่อซ่อมหรือเปลี่ยน หรือมีฉนวนกันก็จะต้องจัดให้มีช่องทางที่จะจัดการถอดออกเพื่อซ่อม หรือเปลี่ยนได้
 - . การติดตั้งวาล์วทุกตัวบนท่อที่เดินในระดับดินนั้น จะต้องไม่ให้ก้านวาล์วอยู่ต่ำกว่าระดับดิน
 - . วาล์วทุกตัวจะต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อให้เข้ากับแรงดันปกติภายในท่อไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของความดันใช้งาน หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- ความลาดเอียงของท่อระบายน้ำ ท่อน้ำจะต้องเดินให้มีความลาดเอียงลงสู่ทางระบายน้ำทิ้ง ถ้ามีท่อสาขาแยกออกจากท่อเมนซึ่งติดตั้งไว้ในแนวดิ่ง ให้ต่อท่อสาขานี้เอียงลงสู่ท่อเมน และ ณ จุดที่มีระดับต่ำที่สุดในระบบท่อน้ำนี้ให้ติดตั้งวาล์วสำหรับเปิดระบายน้ำทิ้ง เพื่อจะได้ระบายน้ำ จากระบบได้หมดสิ้น
- ท่อสาขา ท่อสาขาที่แยกจากท่อเมนนั้น จะแยกจากส่วนบน ตอนกลาง หรือใต้ของท่อเมนก็ได้ทั้ง โดยใช้ข้อต่อประกอบให้เหมาะสม
- ข้อต่อ (แบบเกลียว) การต่อแบบเกลียวให้ใช้สำหรับท่อประปาเท่านั้น โดยตัดฟันเฉพาะเกลียว ตัวผู้เท่านั้น แล้วสวมข้อต่อเกลียวเข้าไป เมื่ออัดแน่นแล้วเกลียวจะต้องเหลือไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม เกลียวท่อนี้จะต้องตัดฟันให้คมเรียบไปทางปลายท่อ และทุกท่อเมื่อตัด และทำเกลียวเสร็จแล้ว จะต้องคว้านปากในปาดเอาเศษที่ติดอยู่รอบๆ ทั้งให้หมด
- Water Hammer Arrester ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Water Hammer Arrester ไว้ที่ปลายสุดของท่อแยกที่ต่อกับเครื่องสุขภัณฑ์ที่เป็น Flush Valve จะต้องมีขนาดตามตารางที่กำหนดไว้ในแบบ

ข. การติดตั้งท่อโสโครก และท่อระบายน้ำ

- ท่อใต้ดิน ท่อโสโครก ท่อระบายน้ำ และข้อต่อต่าง ๆ ที่ฝังใต้ดินให้ใช้วิธีการ และวัสดุตามที่ กำหนดไว้ในข้อต่อไป:-
 - . การอุดรอยต่อ สำหรับท่อเคลือบให้ใช้เชือกมะลิลา หรือเชือกแอสเบสตอสพันโดยรอบ แล้วใช้ตะกั่วเทอูดให้เรียบร้อยไม่ให้รั่ว ถ้าเป็นท่อตีพลาสติกและท่อพลาสติกให้ใช้น้ำยาต่อท่อ ของผู้ผลิตแทน
 - . กันร่อง ต้องกระทุ้งดินให้แน่นโดยตลอด ถ้าดินเดิมไม่ตึงต้องขุดออกให้หมด แล้วนำวัสดุ อื่นซึ่งได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างมาใส่แทน แล้วกระทุ้งให้แน่น

- . แนวต่อ ต้องตรงไม่คดไปมา ความลาดต้องถูกต้องตามแบบ
- . รอยต่อ ทุกอันจะต้องแน่นสนิท น้ำซึมไม่ได้ เมื่อหยุดพักงานจะต้องปิดปากท่อ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำ ทราย ดิน เข้าไปในท่อ
- . ท่อลอดถนน จะต้องเทหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.10 ม. และดินที่อยู่ใต้และเหนือ ที่ส่วนนี้ จะต้องกระทุ้งให้แน่นเป็นชั้นๆ ไป
- ท่อเหนือพื้นดิน สำหรับท่อระบาย ท่อโสโครกให้ใช้ท่อ และอุปกรณ์ตามที่กำหนดในบทที่กล่าวถึง การใช้ ข้อต่อและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตท่อแต่ละชนิดแนะนำ การหักมุมให้ใช้ข้อโค้ง เสมอ เว้นไว้แต่ ในกรณีพิเศษซึ่งระบุให้ใช้ข้องอการต่อในระยะสั้นๆ อาจใช้ข้อต่อด้วยข้อต่อเหล็ก เหนียวชนิดเกลียว หรือ ด้วยข้อต่อเหล็กหล่อประเภทที่ใช้กับระบบท่อระบายน้ำก็ได้
- ความลาดเอียง ท่อโสโครก และท่อระบายจะต้องติดตั้งให้มีความลาดเอียงลงไปสู่ปลายท่อ 1 : 50 แต่ไม่ เกิน 1:100 เว้นไว้แต่จะแสดงไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น
- การประกอบท่อ การประกอบท่อให้กระทำตามข้อกำหนดดังนี้:-
 - . การลดขนาดของท่อ ให้ใช้ข้อลดด้วยขนาดและแบบที่เหมาะสม
 - . การหักเลี้ยว ให้ใช้ข้อต่อรูป Y ประกอบกับข้อโค้งเพื่อให้ได้แนวตามต้องการเว้นไว้แต่การ หักเลี้ยวใน แนวตั้ง อาจใช้สามตา TY ได้
 - . ในกรณีที่น้ำโสโครกไหลจากแนวราบขึ้นสู่แนวตั้ง จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 ° ก็ได้ หรือการหักเลี้ยว ของท่อ ส่งน้ำโสโครกจากหม้อส้วม จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 ° ก็ได้
- ที่ดักผง การติดตั้งที่ดักผง ซึ่งรวมถึงคอห่าน และถั่วสำหรับท่อระบายน้ำ มีข้อกำหนดดังนี้-
 - . ท่อทุกท่อที่เดินจากเครื่องสุขภัณฑ์ หรืออุปกรณ์ทุกชิ้นลงสู่ท่อระบายผู้รับจ้างจะต้องจัดทา และติดตั้ง ที่ดักผงให้ด้วย ยกเว้นในกรณีที่สุขภัณฑ์หรืออุปกรณ์นั้นๆ มีที่ดักผง หรืออุปกรณ์อื่น อันมีความมุ่ง หมายทำนองเดียวกับประกอบติดอยู่ในตัวแล้ว
 - . ที่ดักผงจะต้องติดตั้งใกล้เคียงกับเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - . เครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์แต่ละชุด ห้ามมิให้ติดเครื่องดักผงมากกว่า 1 ที่
 - . ที่ดักผงซึ่งติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายนั้น จะต้องติดปลั๊กหรืออุปกรณ์อื่นใดที่ผู้ว่าจ้าง เห็น เหมาะสมในการถอดออก เพื่อถ่ายผงทิ้ง และทำความสะอาดภายในได้สะดวก
 - . ข้อต่อแบบสวม จะนำมาใช้ต่อเข้ากับที่ดักผงได้ก็เฉพาะเมื่อต่อเหนือที่ดักผงขึ้นมาเท่านั้น
- ช่องทำความสะอาด (Pipe Cleanout) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งช่องทำความสะอาดสำหรับท่อส้วม หรือท่อ ระบายน้ำตามจุดต่างๆ และขนาดต่างๆ ดังนี้
 - . ช่องที่ทำความสะอาดที่พื้น ทุกๆ ระยะ 50 ฟุต สำหรับท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งในแนวนอนที่มีขนาด 4" หรือเล็กกว่า และติดตั้งทุกๆ ระยะ 100 ฟุต สำหรับท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้ง ในแนวนอน ที่มีขนาดใหญ่ กว่า 4" ขึ้นไป
 - . ในตำแหน่งที่ท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งเปลี่ยนทิศทางเกินกว่า 45 °
 - . ที่ฐานของท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งในแนวตั้ง (Base of Stack)
 - . ในส่วนที่ใกล้ส่วนต่อระหว่างท่อส้วม ท่อน้ำทิ้งภายในอาคาร และภายนอกอาคาร
 - . ท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งที่ฝังดิน จะต้องมียช่องทำความสะอาดต่อขึ้นมาจนถึงระดับดิน
 - . ช่องทำความสะอาดจะต้องมีขนาด เท่ากับท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้ง และมีขนาดไม่ใหญ่กว่า 4"

ค. การติดตั้งท่อระบายอากาศ

การจัดระบบท่อระบายอากาศ ได้อาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้-

- หากกระทำได้ ถ้ามีท่อระบายอากาศจากท่อโสโครกมากกว่าท่อเดียว ให้รวมเป็นท่อเดียวกัน แล้วต่อท่อนี้ให้ สูงพ้นระดับหลังคาอาคาร
- ท่อระบายอากาศที่ติดตั้งตามแนวตั้งเหนือเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหลาย อาจต่อรวมเข้าเป็นท่อเดียว กันได้
- ท่อรับน้ำโสโครก ซึ่งรับน้ำโสโครกจากเครื่องสุขภัณฑ์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป จะต้องต่อท่อระบาย อากาศ ออกทางปลายข้างของท่อ เว้นไว้แต่จะปรากฏว่าเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละเครื่องมีท่อระบาย อากาศของตนเอง แล้ว

- การต่อท่ออากาศเข้ากับท่อระบายที่วางตามแนวนอนนั้น ให้ต่อที่ด้านบนของท่อระบายนั้น
- ปลายล่างของท่ออากาศ ให้ต่อในลักษณะที่ว่าหากเกิดสนิมหรือคราบเกาะติดข้างในท่อแล้ว จะถูกน้ำชะให้ไหลออกไปทางท่อระบายได้
- ท่อระบายอากาศ จะต้องติดตั้งให้ปลายท่อบนอยู่พ้นหลังคาขึ้นไปเป็นระยะไม่น้อยกว่า 1.00 ม. พร้อมข้อต่อสามทาง และตะแกรงกันแมลงความถี่ไม่น้อยกว่า 100 ช่องต่อตารางนิ้ว ห้ามปลายท่อทุกจุด

13 การทาสี

ผู้รับจ้างจะต้องทาสีวัสดุ และอุปกรณ์ตามที่ระบุ การทาสีให้ยึดถือการปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี คุณภาพของสี จะต้องเทียบเท่ากับคุณภาพของสีตามที่ใช้ในงานก่อสร้าง ก่อนทาสีจะต้องเตรียมผิวโลหะให้ สะอาด และก่อนทาสีจริงจะต้องมีสีรองพื้นเพื่อป้องกันการผุกร่อนเสมอ สีกันสนิมจะต้องทาทิ้งอย่างน้อย 2 ชั้น

14 การจัดทำแทนเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดทำแทนเครื่อง, แทนแผงไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น ตามความเหมาะสม และมีความแข็งแรง แทนคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็กให้ถูกต้องทางวิชาการ มุมแทนคอนกรีตจะต้องปาด เป็นมุมเอียง และความความหนาอย่างน้อย 0.1 ม.

15 การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่อง และอุปกรณ์

ในการติดตั้งเครื่อง และวัสดุอุปกรณ์ทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อแน่ใจ ว่าการติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์อย่างถูกต้อง สามารถทำการซ่อมบำรุง และสามารถเปลี่ยนทดแทน ได้โดยสะดวก ระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการ และเตรียมช่องทางต่างๆ ในการนำเครื่องจักร และอุปกรณ์เข้ายังสถานที่ติดตั้ง เพื่อมิให้เกิดปัญหาขัดแย้งกับการก่อสร้างอาคาร

16 การทดสอบ ตรวจสอบ และทำความสะอาด

- การตรวจ และทดสอบ ระบบท่อทั้งหมดมีท่อโสโครก ท่อระบายน้ำ ท่อระบายอากาศ และท่อน้ำ จะต้องได้รับการตรวจสอบ และทดสอบคุณภาพ สำหรับวิธีการติดตั้งจะได้กล่าวต่อไป ท่อโสโครก หรือท่อระบายที่ฝังไว้ใต้ดินนั้นจะต้องทำการทดสอบก่อนกลบดิน
- การทดสอบท่อรั่ว จะปฏิบัติดังนี้
 - ใช้ปลั๊กอุดท่อระบายน้ำ และท่อระบายอากาศ แล้วเติมน้ำให้เข้าเต็มท่อจนกระทั่งระดับน้ำขึ้น ถึงจุดสูงสุดของท่อระบายอากาศเหนือหลังคา
 - ทิ้งให้อยู่ในสภาพเช่นนี้เป็นเวลา 30 นาที แล้วตรวจระดับน้ำ ถ้าระดับน้ำลดต่ำลงไม่เกิน 0.10 ม. ก็ถือว่าใช้ได้
 - ถ้าจะทดสอบท่อส่วนใดส่วนหนึ่ง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกันที่ได้กล่าวมาแล้ว เว้นไว้แต่ว่า ให้ต่อ ท่อจากส่วนที่จะทำการทดสอบขึ้นตามแนวตั้งจากระดับที่จะทำการทดสอบ 3 ม. และเติมน้ำ จนถึงระดับสูงสุดของท่อน้ำ เพื่อให้เกิดแรงกดดันจากน้ำ (อาจใช้เครื่องสูบน้ำเพื่อให้เกิดแรงกดดัน ตามขนาดก็ได้) และถ้าระดับน้ำลดต่ำลงไม่เกิน 0.10 ม. ก็ถือว่าใช้ได้
- การทดสอบด้วยแรงดัน เมื่อได้ทำการติดตั้งวางท่อเสร็จ และก่อนที่จะต่อท่อเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ และ อุปกรณ์ทั้งหมด สำหรับท่อน้ำให้ใช้สูบลมอัดน้ำเข้าในระบบท่อจนได้แรงดัน 100 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว (08.55 กก. ต่อ ตารางซ.ม.) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 120 นาที แล้ว ให้ตรวจรอยรั่ว ท่อท่อนใด จะต้องฝังในผนัง ก่อนงานต่อท่อทั้งหมดจะแล้วเสร็จให้ทดสอบเฉพาะตอนนั้นๆ โดยวิธีทำนองเดียวกัน กับที่กล่าวแล้วในท่อนก่อนที่จะฝัง
- ท่อรั่วหรือชำรุด หากผลของการทดสอบ หรือตรวจสอบปรากฏว่ามีท่อรั่ว หรือชำรุด ไม่ว่าจะ เป็น ด้วยความบกพร่องในคุณภาพของวัสดุ หรือฝีมือการติดตั้งก็ดี ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข หรือเปลี่ยนใหม่ ให้ทันที และผู้ว่าจ้าง จะทำการตรวจสอบใหม่อีกครั้งหนึ่ง จนปรากฏผลว่าระบบท่อที่ติดตั้งนั้นเรียบร้อยใช้งานได้ถูกต้องกับความประสงค์ทุกประการการซ่อมท่อรั่วซึมนั้นให้ซ่อมโดยวิธีถอดออก ต่อใหม่ หรือเปลี่ยนของใหม่ให้เท่านั้นห้ามใช้ค้อนย้ำที่รูรั่วซึม หรือที่ข้อต่อเป็นอันขาด

- จ. การทำความสะอาดหลังจากงานติดตั้งระบบท่อได้เสร็จสิ้นลงเป็นการเรียบร้อยทุกประการแล้ว ผู้รับจ้าง จะต้องทำความสะอาดระบบท่อทั้งหมด รวมทั้งเครื่องสุขภัณฑ์บริภัณฑ์ และอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้ง ในระบบนั้นอย่างทั่วถึงทั้งภายใน และภายนอก โดยเช็ดถูขัดล้างน้ำมันจารบี เศษโลหะ และสิ่งสกปรก ต่างๆ ออกให้หมด หากการติดตั้ง หรือทำความสะอาดระบบท่อนี้ได้กระทำความชำรุดเสียหายเกิดขึ้นแก่ ส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร หรืองานตกแต่งอาคารแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมส่วนนั้นๆ ให้ดีดังเดิมด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- ฉ. การทำลายเชื้อ (Sterilization) ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำให้การติดตั้งระบบท่อน้ำประปา บริสุทธิ์ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้ยาที่มีส่วนผสมของคลอรีนไม่ต่ำกว่า 50 ส่วน ในล้านส่วน (50 PPM.) ซึ่ง Chlorine ที่ใช้อาจเป็นโซเดียมไฮโปคลอไรต์ หรือ แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ โดยให้บรรจุ น้ำยาดังกล่าวเข้าไปในระบบท่อ ทั้งไว้เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง และในระหว่างระยะเวลานี้ให้เปิด-ปิด บรรดาวาล์วทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบเป็นครั้งคราวให้น้ำยาไหลผ่านลงท่อระบายไปหลายๆ ครั้ง เมื่อครบ กำหนดแล้วให้เปิดวาล์วทุกวาล์ว รวมทั้งวาล์วระบายน้ำทิ้งด้วย แล้วใช้น้ำสะอาดไล่น้ำยาให้ออกจากระบบ จนปรากฏว่าน้ำยาที่ออกมามีคลอรีนเหลืออยู่ไม่ถึง 0.2 PPM. จึงหยุดได้ และถือว่างานทำลายเชื้อในระบบได้เสร็จสิ้นแล้ว

3. มาตรฐานของคุณภาพ วัสดุ และผลิตภัณฑ์

ในการปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โดยสมบูรณ์นั้น ผู้ว่าจ้างได้นำข้อกำหนด กฎเกณฑ์ และมาตรฐานดังต่อไปนี้มาเป็นบรรทัดฐาน เพื่อบังคับควบคุมคุณภาพของวัสดุที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้งานนี้คือ.-

- 1 ความต้องการทั่วไป
 - 1) ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้เป็นวัสดุที่ผลิตภายในประเทศ ภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม หรือ มอก. และได้รับใบรับรองจาก มอก. ด้วย
 - 2) ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ จะต้องได้รับการรับรองจากมาตรฐาน BS Standard หรือ ASTM Standard หรือ JIS Standard หรือ มาตรฐานสากลอื่นๆที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป
- 2 วัสดุและโครงสร้าง
 - 1) ท่อน้ำประปา
 1. ท่อภายในอาคาร (ท่อน้ำเย็น) ให้ใช้ท่อ PP-R80 SDR11 (PN10) โดยข้อต่อที่ใช้ต้องเป็นโรงงาน และยึดเหนี่ยวกับท่อที่ใช้ และการต่อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต
 2. ท่อภายนอกอาคารให้ใช้ท่อ PB ตามมาตรฐาน AWWA C902 และ มาตรฐาน มอก. 910-2532 ขนาดมาตรฐาน SDR13.5 และท่อที่ร้อยผ่านถนนต้องมีปลอกหุ้มท่อทำด้วยท่อเหล็กอบสังกะสีมีขนาดใหญ่กว่าท่อตลอด 2 ขนาด
 - 2) ท่อน้ำดื่ม

ท่อน้ำดื่มภายในอาคาร ให้ใช้ท่อ Stainless Steel ตามมาตรฐาน ASTM A312, ANSI-B3619 และ มอก. 1006-2533 TYPE 316
 - 3) ท่อส้วมและท่อน้ำทิ้ง
 1. ท่อโดยทั่วไปในห้องน้ำ และท่อในแนวตั้ง ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride (PVC.) Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532
 2. ท่อที่ฝังดินในส่วนที่ไม่ได้มีจุดรองรับท่ออยู่บนโครงสร้างเดียวกับท่อในอาคาร ให้ใช้ท่อ High - Density Polyethylene (HDPE) ตามมาตรฐาน ASTM D-2239 และมาตรฐาน มอก. 982-2533 ขนาดมาตรฐาน PN 10
 - 4) ท่อระบายอากาศ
 1. ท่อโดยทั่วไปในห้องน้ำ และท่อในแนวตั้ง ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride (PVC.) Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532

2. ท่อที่ฝังดินในส่วนที่ไม่ได้มีจุดรองรับท่ออยู่บนโครงสร้างเดียวกับท่อในอาคาร ให้ใช้ท่อ High - Density Polyethylene (HDPE) ตามมาตรฐาน ASTM D-2239 และมาตรฐาน มอก. 982-2533 ขนาดมาตรฐาน PN 10
- 5) ท่อระบายน้ำฝน
 1. ท่อโดยทั่วไปให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride (PVC.) Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532
 2. ท่อที่ฝังดินในส่วนที่ไม่ได้มีจุดรองรับท่ออยู่บนโครงสร้างเดียวกับท่อในอาคาร ให้ใช้ท่อ High - Density Polyethylene (HDPE) ตามมาตรฐาน ASTM D-2239 และมาตรฐาน มอก. 982-2533 ขนาดมาตรฐาน PN 10
 3. ท่อระบายน้ำฝนระบบไฮโพนิกให้ใช้ตามมาตรฐานผู้ผลิตแนะนำ
- 6) ท่อระบายน้ำรอบบริเวณ

ให้ใช้ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดปากลิ้นรางตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมที่ มอก. 128-2528 ชั้นที่ 3
- 7) ท่อระบายน้ำเสีรอบบริเวณ

ท่อระบายน้ำเสีที่ติดตั้งภายนอกอาคาร และต่ออยู่ระหว่างบ่อบำบัดน้ำเสีเบื้องต้น ให้ใช้เป็นท่อ High Density Polyethylene (HDPE) ขนาดตามมาตรฐาน ASTM D-2239 และมาตรฐาน มอก. 982-2533 PN 10
- 8) ท่อระบายน้ำทิ้งจากครัว (Kitchen Waste Pipe)

ให้ใช้ท่อโพลีโพรพิลีน (Polypropylene Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ BS 4991 หรือใช้ท่อโพลีโพรพิลีน (PP) แบบ 3 ชั้นตามมาตรฐาน EN1451-1, EN12056Pat 1-5, DIN1986PART100, EN14366 และ DIN4109 โดยข้อและการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานและคำแนะนำจากผู้ผลิต
- 9) ข้อต่อท่อ PB

การเชื่อมท่อพีอีต้องเป็นแบบ Butt Fusion Welding หรือการเชื่อมแบบหน้างาน โดยใช้ Stub end และ Backing Ring ให้เป็นไปตามการออกแบบของผู้ผลิต
- 10) ข้อต่อท่อ HDPE
 1. การเชื่อมท่อพีอีต้องเป็นแบบ Butt Fusion Welding หรือการเชื่อมแบบหน้างาน โดยใช้ Stub end และ Backing Ring ให้เป็นไปตามการออกแบบของผู้ผลิต
 2. การต่อเชื่อมแบบ Butt-Fusion Melt Flow Index ของวัสดุที่ใช้ทำท่อและอุปกรณ์ที่นำมาต่อจะต้องมีค่าต่างกันไม่เกิน 0.5
 3. ความหนาและการเจาะรู Backing Ring ให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน ISO 13
- 11) ข้อต่อท่อ PP-R

การต่อท่อให้เป็นไปตามมาตรฐานและคำแนะนำจากผู้ผลิต
- 12) ข้อต่อท่อ PP, Silent

การต่อท่อให้เป็นไปตามมาตรฐานและคำแนะนำจากผู้ผลิต
- 3 **วาล์วน้ำแบบประตู (Gate Valve)**

วาล์วเปิด-ปิดทางน้ำเข้าให้ใช้วาล์วประตูทั้งลิ้น สำหรับขนาด 1/2 - 2" ทำด้วยบรอนซ์ ชนิด Inside Screw, Non Rising Stem วาล์วประตูที่ใช้ต้องสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 125 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วของน้ำ
- 4 **Globe Valve**

รายละเอียดเหมือน Gate Valve แต่ต้องสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 250 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ของน้ำ
- 5 **Check Valve**

สำหรับ Water Supply Pump และ Booster Pump ให้ใช้ Non-Slam Check Valve Diaphragm Type ตัว Valve ประกอบด้วย Main Valve กับ Pilot Valve ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ของน้ำ และสำหรับที่ไม่ใช่ Water Supply Pump และ Booster Pump ให้ใช้แบบ Dual Disc Check Valve ตัว Valve ทำด้วย Cast Iron และ Disc ทำด้วย Aluminium Bronze สามารถทนแรงดันขณะใช้งานได้ ไม่น้อยกว่า 125 ปอนด์ต่อตารางนิ้วของน้ำ

6 Ball Valve

สำหรับติดตั้งเป็นวาล์วเปิด-ปิดทางน้ำเข้า ทำด้วยบรอนซ์ ลูกบอลสำหรับปิด-เปิดน้ำทำด้วยบรอนซ์ และต้องสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 125 ปอนด์ต่อตารางนิ้วของน้ำ

7 Water Strainer

เป็นรูปตัว Y มีแผงตะแกรงทำด้วย Bronze ที่สามารถถอดออกล้างได้

ก. ขนาด 2" หรือเล็กกว่า ตัว Strainer ทำด้วย Bronze แบบเกลียว

ข. ขนาด 2 1/2" หรือใหญ่กว่า ตัว Strainer ทำด้วยเหล็กหล่อหน้าแปลนทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 200 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วของไอน้ำอิมิตัว และต้องมีวาล์วระบายน้ำทิ้ง ขนาด 1/2" ประกอบอยู่ด้วย

8 Butterfly Valve

ใช้สำหรับท่อขนาด 2 1/2" หรือใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วย Grey Cast Iron ส่วน Disc ทำด้วย Aluminium Bronze สามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วของน้ำ และไม่น้อยกว่า 200 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ของน้ำ สำหรับติดตั้งที่ Water Supply Pump

9 Pressure Reducing Valve

ใช้สำหรับควบคุมแรงดันของน้ำ ให้คงที่อยู่ตลอดเวลาไม่ว่า Inlet Pressure จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ตัววาล์วมี 2 ชุดคือ Pilot Valve และ Main Valve โดย Pilot Valve จะต้องมี Screw สำหรับ Adjusted Pressure ที่ต้องการได้ตัว Main Valve เป็น Globe Pattern, Diaphragm Actuated Valve สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 250 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วของน้ำ และต้องเป็นชนิดที่ปิดได้เอง เมื่อ Valve เกิดขัดข้อง

10 Float Valve

เป็นแบบ Modulating Remoted Controlled ตัว Valve ประกอบด้วย Main Valve และ Modulating Float Control ตัว Main Valve รายละเอียดเหมือนกับ Pressure Reducing Valve สำหรับตัว Modulating Float Control จะประกอบด้วย Moving Part 2 ส่วนคือ ลูกลอยกับคานซึ่งทำด้วยทองเหลือง ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วของน้ำ

11 ข้อต่ออ่อน (Flexible Connection)

ใช้ต่อทางด้านน้ำเข้าและออกจากเครื่องสูบน้ำประปา ใช้ชนิด Twin flex sphere ทำด้วย Neoprene และ Multiple Plys or Nylon Tire Core Fabric และเป็นชนิดหน้าแปลน เมื่อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 mm. และใหญ่กว่า หรือต่อเกลียวเมื่อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 65 mm. ทนแรงดันใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSI

สำหรับระบบท่อส้วม ท่อน้ำทิ้งและบ่อน้ำฝน ให้ใช้แบบ Flexible Rubber Joint สามารถให้ระยะการ เคลื่อนตัวได้ไม่น้อยกว่า 10 cm. (Axial Movement) เป็นแบบ Reinforced Natural Rubber และมีเข็มขัดรัด ทำจาก Stainless Steel

สำหรับท่อที่มีความดันให้ใช้แบบ Annular Corrugation Close Pitch ทำจาก Stainless Steel 304 หรือ 316L โดยมี Safety Factor ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของแรงดันใช้งาน และมีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เท่าของขนาดท่อ ที่ต่อเชื่อม

- 12 **มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge)**
เป็นแบบ Bourdon สำหรับวัดความดันของน้ำ กรอบทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 4" มีสเกลบนหน้าปัทมไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของแรงดันใช้งานปกติ วัดค่าได้เที่ยงตรงแน่นอน คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.5% ของสเกลบนหน้าปัทม และมีอุปกรณ์วัดค่าที่ถูกต้องได้สเกลอ่านเป็น ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มาตรวัดความดันแต่ละชุดจะต้องมี Shunt Off Needle Valve หรือ Ball Valve และ Snubber Connector
- 13 **มาตรวัดน้ำ (Water Meter)**
มาตรวัดน้ำที่ติดตั้งเป็นแบบใบพัด (Turbine Type) Multi Jet Magnetic Drive และผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงโดยมีหนังสือรับรองจากการประปา สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้ง และแนวราบ โดยไม่เกิดความ คลาดเคลื่อน
- 14 **ก๊อกสนาม (Hose Bibb)**
เป็นวาล์วเปิด-ปิดน้ำ ให้ใช้เป็น Ball Valve Casing ทำด้วย Nickel Plated Brass ทนแรงดันใช้งานได้ไม่ น้อยกว่า 125 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- 15 **ที่ระบายน้ำที่พื้น (Floor Drain)**
ทำด้วยเหล็กหล่อพร้อมตะแกรงปิด และจะต้องมีที่สำหรับดักกลิ่น (Aluminium Bell Trap) ในตัวตะแกรง ปิดทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียมสามารถเปิดทำความสะอาดได้ง่าย ส่วนภายในมีตะแกรงดักผง (Cast-Brass Strainer)
- 16 **ช่องระบายน้ำฝน (Roof Drain)**
ช่องระบายน้ำฝน ตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มีปีกโดยรอบป้องกัน น้ำรั่วจากพื้น มีช่องระบาย น้ำฝนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) และจะต้องทำการติดตั้งให้ได้ระดับถูกต้องก่อน การเทคอนกรีต ส่วนรางระบายน้ำ ที่เป็นโลหะหรือสแตนเลส ตัวเรือนของช่องระบายน้ำฝนจะต้องทำด้วยวัสดุที่สามารถติดตั้งกับรางระบายน้ำฝน
- 17 **ช่องสำหรับทำความสะอาดท่อ (Floor Cleanout)**
ช่องสำหรับทำความสะอาดท่อตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มีฝาปิดทึบแบบเกลียวทำด้วยทองเหลือง ชัดมันหรือทองเหลืองชุบโครเมียม ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างขออนุมัติ ฝาปิดช่องสำหรับทำความสะอาดท่อจะ ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง ฝาปิดสำหรับช่องทำความสะอาดท่อจะต้องมี 2 รูตั้ง ๆ แบบไม่ทะลุหรือแบบสี่เหลี่ยมมุมไว้สำหรับการใช้เครื่องมือเปิด-ปิดฝาหรือขันสกรูได้ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายใน ประเทศที่มีคุณภาพการใช้งานเทียบเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด
- 18 **อุปกรณ์ป้องกันการกระแทกของน้ำ (Water Hammer Arrestors)**
Water Hammer Arrestors เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในระบบท่อน้ำสำหรับลดการกระแทกของน้ำหรือกำจัด การกระแทกของน้ำในวงจรระบายท่อน้ำ ป้องกันมิให้เครื่อง, อุปกรณ์, วาล์วและข้อต่อต่างๆ เกิดการเสียหาย ติดตั้งที่ท่อน้ำทางด้านน้ำส่งของเครื่องสูบน้ำ, ส่วนที่ใกล้กับวาล์ว หรือปลายท่อซึ่งเกิด การกระแทกของน้ำ หรือติดตั้งตามแบบ ตัวเรือน (Body) ทำด้วย Copper Tube Type K หรือ Type L ภายในบรรจุ One Moving Part เป็นแบบ Spherical Piston Which Floats Inside The Surge Chamber และมี Rubber “O” Rings ป้องกันมิให้อากาศที่อัดไว้ภายในรั่วออกมาได้และน้ำไม่สามารถผ่านเข้าไป Chamber ได้
- 19 **อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ (Automatic Air Vent)**
Automatic Air Vent เป็นแบบ Direct Acting Float Type ลูกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย Stainless Steel Body and Cover ทำด้วย Cast Iron ขนาดของท่อต่อเข้า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ จะต้องติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำและในตำแหน่งที่มีอากาศสะสมอยู่ในระบบท่อหรือตามที่ระบุในแบบ
- ๒๐ **อุปกรณ์ชุดขับวาล์ว (Motor for Butterfly Valve)**

อุปกรณ์ที่นำมาใช้งานต้องแสดงรายการคำนวณก่อนว่าสามารถใช้เปิด-ปิด Butterfly Valve ขนาดนั้นๆได้หรือไม่ โดยใน
ตัว อุปกรณ์จะประกอบไปด้วยระบบไฟฟ้า (AUTO MATIC) และระบบมือหมุน (MANUAL) ใช้ไฟฟ้า 220 หรือ 380 VAC
และจะต้องมี Heater เพื่อป้องกันการเกิดความร้อนภายใน

4. เครื่องสูบน้ำ สำหรับระบบสุขาภิบาล

๑. เครื่องสูบน้ำทิ้ง (Sewage Submersible Pumps)

๑.1 รายละเอียดทั่วไป (General)

- ก. เป็นเครื่องสูบน้ำใต้น้ำ ติดตั้งในบ่อน้ำทิ้ง (Sewage Sump) ออกแบบเหมาะสำหรับสูบน้ำทิ้ง โดยเฉพาะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดแช่อยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา ขนาดมอเตอร์มีสมรรถนะตามที่ระบุไว้ในแบบและรายการความเป็นฉนวนมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Class E (ฉนวนของขดลวดทนอุณหภูมิได้ถึง 120°C) ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรตซ์ ส่วนของมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นหน่วยเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำ โดยมี อุปกรณ์ป้องกันการรั่วซึมของน้ำที่จะผ่านเข้ามอเตอร์คือ Oil Chamber กับ Silicon Carbide Mechanical Seal ใบพัด (Impeller) และ Suction Cover จะต้องออกแบบให้สามารถ ตัดขยะต่างๆ ได้
- ข. อัตราการสูบน้ำ (Flow Rate and Head) ให้เป็นไปตามแบบและรายการพร้อมด้วย อุปกรณ์พิเศษ เพื่อติดตั้งหรือยกเครื่องสูบน้ำขึ้นจากบ่อ โดยไม่ต้องถอดหรือประกอบ ท่อส่งน้ำ (Guide Rail Fitting & Duck Foot Bend)

๑.2 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำทิ้ง (Structure of Pump)

- ก. ใบพัด (Impeller)
ใบพัด (Impeller) เป็นแบบ Single Vane Open Type ทำด้วย Gray Iron Casting ใบพัดจะต้องได้รับการถ่วงสมดุล ทั้งทางด้านสถิตศาสตร์ และจลศาสตร์ ที่ปลายใบพัดติดตั้งใบมีดทำด้วย Tungsten Carbide สำหรับตัดขยะต่างๆ (Statically and Dynamically Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- ข. Suction Cover
Suction Cover ทำด้วย Gray Iron Casting
- ค. Mechanical Seal
Mechanical Seal ทำด้วย Silicon Carbideหล่อลื่นด้วย Turbine Oil ภายใน Oil Chamber
- ง. เพลา (Shaft)
เพลา (Shaft) จะต้องเป็นเพลาเดี่ยวยาวตลอด ทำด้วย Stainless Steel
- จ. ลูกปืน (Bearing)
ลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing
- ฉ. มอเตอร์ (Motor)
มอเตอร์ (Motor) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความร้อน (Overheat) ด้วย Motor Protection (Built-In Thermal Protection) ชนิดสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ได้เมื่อมอเตอร์มีความร้อนสูง และเมื่อมอเตอร์เย็นลงจะสามารถ Reset ได้เอง
- ช. สกรู (Screw)
สกรู (Screw) ทุกตัวต้องเป็น Stainless Steel

๑.3 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

- ก. Duck Foot Bend ทำด้วย Gray Iron Casting พร้อมด้วย Discharge Flange มี Anchor Bolts, น๊อตและสกรูทำด้วย Stainless Steel
- ข. Quick Connector ทำด้วย Gray Iron Casting ยึดติดกับ Discharge Bore ของตัวเครื่องสูบน้ำใช้สำหรับเกาะยึด Duck Foot Bend

- ค. Guide Rail Fittings ประกอบด้วย Guide Rail ซึ่งทำด้วยท่อเหล็กอบสังกะสีหรือวัสดุอื่นที่ไม่เป็นสนิมเมื่อแช่อยู่ในน้ำ, Upper Guide Holder ทำด้วย Gray Iron Casting สำหรับยึด Guide Rail
- ง. โซ่ (Lifting Chain) ทำด้วย Structural Steel ชุบ Galvanized ความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร

๑.4 การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำทิ้ง (Controller)

การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำทิ้ง โดยอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำเป็นแบบ Float Switch ให้เครื่องสูบน้ำทำงานสลับกันในเวลาปกติ และจะทำงานร่วมกันในเวลาที่มีน้ำมากกว่าปกติโดยเป็นแบบ อัตโนมติ ระดับของลูกลอยประกอบด้วยระดับเครื่องสูบน้ำ 2 ชุดทำงานพร้อมกัน, ระดับทำงาน 1 ชุด, ระดับตัดเครื่องสูบน้ำทั้งหมดโดยที่ระดับดังกล่าวได้กำหนดไว้ในแบบหรือจะกำหนดให้ในงานสนาม

๒ **โค้ดสี และสัญลักษณ์**

ชนิดของท่อ	รหัสสี	ตัวหนังสือและ/หรือลูกศร
ท่อน้ำประปา	ฟ้า	ดำ
ท่อน้ำดับเพลิง	แดง	ดำ
ท่อดีดน้ำและท่อน้ำทิ้ง	ดำ	ขาว
ท่อระบายอากาศ	ม่วง	ดำ
ท่อน้ำฝน	เขียว	ขาว
ท่อร้อยสายไฟระบบควบคุม	-	น้ำเงิน (แถบสี)
ท่อร้อยสายไฟระบบดับเพลิง	-	แดง (แถบสี)
เครื่องจักรต่างๆ	-	ดำหรือขาว ตามความเหมาะสม

โดยการทาสีท่อให้ทาตลอดทั้งท่อเฉพาะท่อที่เดินลอย (ยกเว้นท่อที่เดินฝังในคอนกรีตหรือเดินในฝ้าเพดานไม่ต้องทาสีชั้นสุดท้าย) การทาสีท่อเหล็กอบสังกะสีให้ทาสีประเภท Wash Primer ก่อนทุกครั้ง และสำหรับท่อเหล็กหล่อให้ทาสีประเภทอีพ็อกซี โดยขนาดของตัวหนังสือ และลูกศรให้ใช้ขนาดดังนี้

ขนาดของท่อ	ความสูงของตัวอักษร และลูกศร
φ 1/2" - 1 1/4"	1/2"
φ 1 1/2" - 3"	1"
φ 4" - 6"	1 1/2"
φ ใหญ่กว่า 6"	2"

๕. ระบบไฟฟ้า (Electrical System)

ความต้องการทั่วไป

- 1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ
 - 2 มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง
- ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ยึดเช่นเดียวกับมาตรฐานงานระบบไฟฟ้าในโครงการ

๖. การป้องกันไฟ และควันลาม

การป้องกันไฟ และควันลาม

- ก. ทั่วไป การป้องกันไฟ และควันลามต้องเป็นตามหัวข้อ 300-21 ของ NEC และ ASTM
- ข. ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้ง วัสดุ หรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟ และควัน ตามช่องเปิดของท่อต่างๆ ซึ่งผ่านผนังป้องกันไฟและพื้นทุกชั้น
- ค. ความต้องการทางด้านเทคนิค
- วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือเกิดเพลิงไหม้ สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
 - ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดีและติดตั้งง่าย
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อน หรือหลังเกิดเพลิงไหม้
- ขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง สำหรับท่อพลาสติก
- ง. การติดตั้ง
- ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง หรือพื้นห้อง หรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์ หรือวัสดุป้องกันไฟ และควันลาม
 - การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต อุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว
 - ช่องเปิดทุกช่องสำหรับท่อต่างๆ ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตต้องหุ้มปิดไว้ด้วยวัสดุป้องกันไฟ และควันลามด้วย

บทที่ 9

ระบบป้องกันเพลิงไหม้

1. ข้อกำหนดโดยทั่วไป

- ก. มาตรฐานการติดตั้งระบบ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้
 - NFPA 13 – Standard for the installation of Sprinkler System
 - NFPA 14 – Standard and Hose System
- ข. Valve ทั้งหมดที่ใช้ในระบบนี้ต้องได้รับการรับรองจาก UL หรือ FM
- ค. ท่อน้ำดับเพลิง, อุปกรณ์และเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องทาสีแดง โดยจะต้องทำความสะอาดพื้นผิว และทาสีกันสนิม (Red Lead Primer) ก่อนทาสีจริง
- ง. ท่อน้ำที่ฝังดินจะต้องทาเคลือบด้วย Coal-Tar Enamel แล้วใช้แผ่น Asbestos พันทับอีกชั้นหนึ่ง หลังจากนั้นจึงค่อยทาเคลือบด้วยสารกันน้ำ(เพิ่มเติม)

2. มาตรฐานเครื่อง, วัสดุและอุปกรณ์

ก. ระบบวาล์วสัญญาณ (Alarm Valve)

เป็นวาล์วควบคุมการเปิดน้ำเข้าระบบท่อเย็น และสายส่งน้ำดับเพลิงจะต้องติดตั้งเข้าในระบบด้วยแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า 250 PSI ท่อระบายน้ำทิ้งจากกระฆังน้ำให้ระบายทิ้งยังท่อระบายน้ำเลย และกระฆังน้ำจะต้องอยู่ในตำแหน่งบริเวณห้องควบคุม

ข. Graphic Annunciator Board

จะต้องมี Flow Diagram แสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบ พร้อม Alarm เมื่อมีความผิดปกติของระบบ

ค. ตู้อุปกรณ์ดับเพลิง (FHC)

- สายฉีดน้ำ (Fire Hose Reel, Swing Type) ผลิตตามมาตรฐาน BS 5274 ขนาด 1 นิ้ว ยาว 100 ฟุต เสริมให้แข็งแรงทำให้ไม่หักงอ ทนความดันทดสอบไม่ต่ำกว่า 300 PSI อยู่ในม้วนสายทำจากโลหะไม่เป็นสนิมพ่นสีแดง มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้
 - Jet / Spray / Shut-Off Nozzle
 - Ball Valve Dia.1”
- Angle Valve Dia. 2 ½” Cast Brass Valve with Red Hand Wheel 175 PSI Rated Complete with Female Quick Coupling and Cap
- Fire Extinguisher ABC 10 lbs (6A 20B)

ง. Fire Department Connection

- UL list 175 PSI Working Pressure Dia. 6” x 2 ½” x 2 ½”
- Polished Chrome Plated , Individual Drop Clapper Valve, Plug & Chains

จ. Valve

- Working Pressure 175 PSI water at 30 องศาเซลเซียส
- ขนาด ½’ – 2” ต่อด้วยเกลียวตัวเรือนทำจากบรอนซ์

- ขนาด 2 1/2" – Over ต่อด้วยหน้าแปลนตัวเรือนทำจาก Cast Iron
- ต้องได้มาตรฐาน UL/FM รับรอง

ฉ. ท่อน้ำดับเพลิง

- ให้ใช้ท่อเหล็กดำชนิดมีตะเข็บ Schedule 40 ASTM A53 หรือ Schedule 10 ASTM A795 ที่ได้รับการรับรองจาก UL และ FM และผ่านการทดสอบแรงดันไม่น้อยกว่า 1200 PSI ทุกเส้น ส่วนท่อระบายน้ำจาก Relief Valve, Flow meter & Test line ให้ใช้ท่อเหล็กออบสังกะสี Schedule 40 และท่อดับเพลิงส่วนฝังดินให้ใช้ท่อเหล็กออบสังกะสี Schedule 40 ASTM A53 และทาสีพอร์คซีและพันผ้าดิบทับ 2 รอบ
- การต่อท่อจะใช้การเชื่อมให้ใช้ข้อต่อตามมาตรฐาน ASTM A53 หรือต่อด้วยวิธี GROOVE COUPLING ก็ได้ หากใช้การ GROOVE COUPLING จะต้อง ใช้ข้อต่อที่ได้รับการรับรองจาก UL และ FM และการติดตั้งตามคำแนะนำจากผู้ผลิต
- การทดสอบท่อด้วยแรงดัน 250 PSI เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที

ข. อุปกรณ์การส่งสัญญาณการไหลของน้ำ (Water Flow Switch)

- อุปกรณ์การส่งสัญญาณการไหลของน้ำทุกตัวจะต้องส่งสัญญาณ แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งไปยังแผงแจ้งเหตุ (Annunciator Panel) ในศูนย์บัญชาการดับเพลิง (Fire Command Center) หรือจุดที่ต้องการ เพื่อบอกบริเวณที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ได้
- อุปกรณ์การส่งสัญญาณการไหลของน้ำแบบ Vane Type ให้ใช้สำหรับระบบท่อเปียกเท่านั้น
- สามารถตรวจจับอัตราไหลของน้ำในท่อได้ที่อัตราการไหล 4-10 แกลลอนต่อนาที โดยมีอุปกรณ์หน่วงเวลา(Retard) ซึ่งสามารถตั้งปรับเวลาได้ตั้งแต่ 0-90 วินาที
- ตัวเรือนครอบทำด้วย Cast Aluminium ยึดด้วยสกรูชนิดพิเศษซึ่งต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะมาขัน
- Contacts เป็นชนิด S.P.D.T. 2ชุดโดยมี Contact Rating = 2.5 Amps ที่ 24 VDC

ช. ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler Systems)

1. เป็นชนิดหัวทองเหลืองและชุบโครเมียมที่ระบุให้ใช้ในแบบรายละเอียดและข้อกำหนด
- ข. อุณหภูมิทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Temperature Rating) ให้ใช้ที่ 68 องศาเซลเซียส หรือ 155 องศาฟาเรนไฮต์ รหัสสีกระเปาะแก้ว (Glass Bulb) สีแดง ยกเว้นบริเวณห้องครัวทั้งหมด ห้องเครื่องระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง ห้องเครื่องระบบปรับอากาศ ให้ใช้ที่อุณหภูมิ 93 องศาเซลเซียส หรือ 200 องศาฟาเรนไฮต์ รหัสสีกระเปาะแก้ว (Glass Bulb) สีเขียว หรือให้ใช้ตามที่ระบุในแบบ ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 12 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร(175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- ค. ชิ้นส่วนของหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องสร้างขึ้นและประกอบกันตามมาตรฐาน และผ่านการรับรองจาก UL หรือ FM ของสหรัฐอเมริกาแล้ว

- ง. ที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องมีตัวเลขแสดงอุณหภูมิทำงานของกระเปาะแก้ว (Temperature Rating) เป็นองศาฟาเรนไฮต์หรือเซลเซียสอย่างใดอย่างหนึ่ง และจะต้องมีตัวเลขบอกปีที่ผลิตพิมพ์ติดไว้ที่ Frame หรือตัวเรือนด้วย
- จ. หัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบ Pendent ให้ใช้สำหรับบริเวณที่มีฝ้าเพดาน เชื่อมต่อกับเกลียวขนาด $\varnothing 1/2$ “ NPT. Thread มีค่า K-Factor = 5.6
- ฉ. ส่วนหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบ Upright ให้ใช้บริเวณที่ไม่มีฝ้าเพดาน เช่น ที่จอดรถ เป็นต้น เชื่อมต่อกับเกลียวขนาด $\varnothing 1/2$ “ NPT. Thread มีค่า K-Factor = 5.6
 7. หัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบ Side Wall ให้ใช้สำหรับบริเวณห้องที่ไม่มีฝ้าเพดานและตาม ตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ
8. หัวกระจายน้ำดับเพลิงสำรอง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำรอง ซึ่งมีขนาดอุณหภูมิการทำงาน และคุณสมบัติอื่น เช่นเดียวกันกับที่ใช้ติดตั้งในระบบ พร้อมตู้บรรจุและประแจพิเศษสำหรับการถอด โดยหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำรองจะต้องมีจำนวนและชนิดของหัวกระจายน้ำดับเพลิง เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA

3. การติดตั้งท่อในในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

- ก. การติดตั้งท่อน้ำและอุปกรณ์ต่างๆมีรายละเอียดเช่นเดียวกับการติดตั้งระบบท่ออื่นและสายฉีดน้ำดับเพลิง
- ข. การแขวนท่อและรองรับท่อ (Hanger) สำหรับท่อในแนวขวาง (Cross Main) แขวนท่อทุกๆ ช่วงของท่อแยก (Branch Line)
 - ระยะแขวนบนท่อแยก (Branch Line) ระหว่างศูนย์กลางของหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบหัวหางกับที่แขวนท่อจะต้องไม่น้อยกว่า 76 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)
 - ความยาวของท่อแยกจากจุดที่แขวนท่อน้ำอันสุดท้ายของท่อแยกจะต้องไม่เกิน 0.89 เมตร (35 นิ้ว) สำหรับท่อแยกขนาด 25 มม. (1 นิ้ว) หรือไม่เกิน 1.21 เมตร (48 นิ้ว) สำหรับท่อแยกขนาด 32 มม. (1 1/4 นิ้ว) ในกรณีที่มีความยาวเกินกว่านี้จะต้องเพิ่มที่แขวนท่อรองรับที่ปลายของท่อแยกด้วย
3. ระยะลาดเอียงของท่อแยก ท่อขวาง และ Feed Main
 - การแขวนท่อน้ำในระบบ จะต้องมีความลาดเอียงเพียงพอเพื่อระบายน้ำในระบบทิ้ง
 - ความลาดเอียงของท่อแยก (Branch Line) ไปยังท่อขวาง (Cross Main) ต้องไม่น้อยกว่า 1 : 250 และไม่น้อยกว่า 1 : 500 สำหรับท่อแยกช่วงสั้น ๆ
 - ความลาดเอียงของท่อขวาง (Cross Main) และความลาดเอียงของท่อ Feed Main ไปยังท่อ Riser จะต้องไม่น้อยกว่า 1 : 500

บทที่ ๑๐

อุปกรณ์มาตรฐาน (Standard Equipment)

รายละเอียดในหมวดนี้ เป็นการแจ้งรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ โดยคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ โดยหากต้องการเทียบเท่า จะต้องมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่จะทำการเทียบเท่า กับคุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้ โดยการทดสอบ และรับรองผลการทดสอบว่ามีคุณสมบัติเทียบเท่า หรือดีกว่า โดยสถาบันที่มีการระบุไว้ในรายละเอียด ประกอบแบบหมวดนั้นๆ ของอุปกรณ์ หรือสถาบันที่เป็นที่ยอมรับว่า เป็นสถาบันที่ทำการทดสอบอุปกรณ์หรือรายละเอียดของอุปกรณ์ดังกล่าว

งานระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสาร

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1. UNIT SUBSTATION | : SCHNEIDER ELECTRIC , AREVA , SIEMENS |
| 2. Ring Main Unit | : SCHNEIDER ELECTRIC , AREVA , SIEMENS |
| 3. หม้อแปลงไฟฟ้า | : เกร็รัฐ , เจริญชัย , ธิรไทย |
| 4. สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ | : SIEMENS , GE , SCHNEIDER ELECTRIC |
| 5. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงแรงต่ำ | : ASEFA , C&I ,SCI |
| 6. สายไฟฟ้า | : Thai-Yazaki , Phelps Dodge , CTW |
| 7. สายทวนไฟ | : Studer , Thai-Yazaki , Phelps Dodge |
| 8. สายทวนไฟชนิด MI | : BICC, MICC, PYROTENAX, Phelps Dodge |
| 9. สาย Fiber optic , UTP | : Panduit, NEXAN , SYSTIMAX |
| 10. ท่อร้อยสายไฟฟ้า | : Arrow-pipe, TAS , ABSO |
| 11. รางเดินสายไฟ | : ASEFA , BMI , TUSCO |
| 12. ระบบต่อลงดิน | : Eritech , Cadweld , Protel, Kumwell |
| 13. แผงสวิตช์ย่อย | : SIEMENS , GE , SCHNEIDER ELECTRIC |
| 14. ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ | |
| ดวงโคมภายในอาคาร ทั่วไป | : Luso , optex , litex , lanex, Endo |
| ดวงโคมภายในอาคาร หลอดก๊าซดิสชาร์จ | : Zill , we-ef , BEGA, Thorn |
| ดวงโคมภายนอกอาคาร | : Zill , we-ef , BEGA, Thorn |
| หลอดไฟ | : OSRAM , Philips , GE, Silvania, L&E |
| บัลลาสต์ | : Vossloh-schwabe , Philips , Bovo , MK , Armstrong |
| บัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์ | : Econowatt , Vossloh-schwabe , Philips |
| สตาร์ทเตอร์ | : OSRAM , Philips , Sylvania |
| ขาหลอด | : BJB , Vossloh-schwabe , Philips |
| โคมไฟฉุกเฉิน หรือไฟทางออก | : CEE, SUNNY, MAXBRIGHT |
| 15. สวิตช์ และเต้ารับ | : Panasonic , Bticino , Siemens |
| 16. วัสดุป้องกันไฟลาม และควันลาม | : 3M , GE , KBS |
| 17. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า | : Cummins , MTU , Catterpillar |

18. ATS

: ASCO , KOHLER , GE

งานระบบสื่อสาร และรักษาความปลอดภัย

1. เต้ารับโทรศัพท์ : ผลิตภัณฑ์ เดียวกันกับเต้ารับไฟฟ้า
2. ขั้วต่อสายโทรศัพท์ และอุปกรณ์ : Krone , 3M , Bell
3. ระบบกล้องวงจรปิด : BOSCH , Vicon , Siqua, Milesight
4. ระบบแจ้งเหตุสัญญาณเพลิงไหม้ : Hochiki, Siemens, Simplex, EST
5. ระบบเสียง / ประกาศเรียก : Bosch, Electro-Voice, Bose, DSPPA

งานระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ

1. VRF / VRF : Trane, Mcquay, Daikin, Dunhambush, Mitsubishi or equal
2. AHU & FCU : Trane, Mcquay, Daikin, Dunhambush, Mitsubishi or equal
3. CENTRIFUGAL FAN : Panasonic, Kruger, Cook, Wolter, GreenHeck, or equal
4. PROPELLER FAN : Panasonic, Mitsubishi, Kruger, Cook, Wolter, GreenHeck, or equal
5. INLINE CABINET FAN: Panasonic, Kruger, Mitsubishi, Cook, Wolter, GreenHeck, or equal
6. AXIAL FLOW FAN : Panasonic, Kruger, Mitsubishi, Cook, Wolter, GreenHeck, or equal
7. ELECTRIC MOTOR : Hascon, Venz, Teco, Tatund, or equal
8. GALVANIZED STEEL PIPE : Siam Steel Pipe, Samchai(Thai Unoin Steel Pipe), Thai Steel Pipe, Saha Steel Pipe
9. CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION : Aeroflex, RUBATEX, A-FLEX, Cellflex or equal
10. INSULATION PIPE SUPPORT : Aerofix, Interfixx or equal
11. VIBRATION ISOLATOR : Mason, Metraflex, Tozen, or equal
12. AUTOMATIC CONTROL EQUIPMENT : Barber Colman, Honeywell, Johnson Control., ยี่ห้อเดียวกับเครื่องปรับอากาศ or equal
13. GALVANIZED STEEL SHEET : SINGHA, SIGA or equal
14. FLEXIBLE ROUND DUCT : Aeroduct, Siam Inter Duct or equal
15. Duct (Complete from factory) : Escoduct , AS&D , JSV
16. FIBERGLASS INSULATION : Micro-Fiber, S.F.G. or equal
17. DIFFUSERS, GRILLES, LOUVERS, REGISTERS : Titus, AMC, Metal Aire, Betec, Comfort Flow, Escoflow, or equal
18. DAMPER HARD WARE : Ruskin, Betec, Metal Aire, or equal
19. AIR FILTER (High & Medium Efficiency) : AAF, Micro Air, FARR, or equal
20. FILTER GAUGE : Trerice, Dwyer, AAF, or equal

21. ELECTRICAL CONDUCTOR : Phelps Dodge, Thai Yazaki, CWT, or equal

งานระบบประปา และสุขาภิบาล

- 1) PACKAGE SEPTIC TANK, PACKAGE GREASE TRAP TANK: Entech, Aqua, PP
- 2) Syphonic system: Jas flow, Diamond flow, Fast flow

งานท่อประปา และท่อสุขาภิบาล

- 1) GALVANIZED STEEL PIPE Seamless : NKK Pipe, Sumitomo Pipe, Nippon Steel Pipe
- 2) GALVANIZED STEEL PIPE Seam : Siam Steel Pipe, Thai Steel Pipe, Thai Union Steel Pipe
- 3) CAST IRON PIPE: Siam Syndicate, Knack, Wenco
- 4) POLYVINYL CHLORIDE PIPE (PVC): Thai Pipe, Siam Pipe
- 5) POLYBUTHYLENE PIPE (PB): Super Tube, Siam Pipe, Wiik & Hougland
- 6) HIGH DENSITY POLYETHYLENE PIPE (HDPE): TAP, TGG, Wiik & Hougland ,Arrow
- 7) PP-R Pipe:
 - a. Drinking Water : Fusiotherm, Wefatherm, Thai PPR, Poloplast
 - b. Cold Water : Arrow, Green Pipe, SCG
- 8) REINFORCE CONCRETE PIPE: CCP, MCON, CCM
- 9) GATE VALVE, GLOBE VALVE: Nibco, Kitz, Crane, Mech
- 10) CHECK VALVE (Non-Slam): Bermad, Muesco, Clayton, Mech
- 11) CHECK VALVE (Silent Type): Amri, Duo-check, Val-Matic
- 12) STRAINER : Nibco, Kitz, Crane, Mech
- 13) BUTTERFLY VALVE: Amri, Nibco., Keystone, Mech
- 14) PRESSURE REDUCING VALVE: Bermad, Singer, Muesco ,
- 15) FLOAT VALVE: Bermad, Singer, Muesco
- 16) PRESSURE RELIEF VALVE: Bermad, Singer, Muesco,OCV
- 17) FLEXIBLE CONNECTION (For Cold Water Pipe System): Metraflex, Tozen, Mason, Mech
- 18) FLEXIBLE CONNECTION: Tozen, Mason, Metraflex, Mech
- 19) FOOT VALVE: Socla, Val-Matic
- 20) PRESSURE GAUGE: Trerice, Weksler, Tumo,Winters
- 21) METER: Azahi, Aichi, Kent
- 22) FLOOR DRAIN, ROOF DRAIN, FLOOR CLEANOUT : Knack, Local., Wenco, Local., Modern Drain, Local.
- 23) WATER HAMMER ARRESTOR: Hydra-Restor, Wilkin, PPP
- 24) AUTOMATIC AIR VENT: Metraflex, Armstrong, Val-Matic , Crispin
- 25) VIBRATION ISOLATOR: Mason, Tozen, Vibration Mounting

งานระบบดับเพลิง

- 1) GALVANIZED STEEL PIPE
 - a. Seamless : NKK Pipe, Sumitomo Pipe, Nippon Steel Pipe
 - b. Seam : Siam Steel Pipe, Thai Steel Pipe, Thai Union Steel Pipe
- 2) BLACK STEEL PIPE (Seam)
 - a. Schedule 40 : Siam Steel Pipe, Thai Steel Pipe, Thai Union Steel Pipe
 - b. Schedule 10 : Firex, Pacific, Sahathai Steel Pipe
- 3) VALVE : Nibco, Kenndy, Viking, or equal
- 4) Supervisory switch, Flow switch : System sensor, Iron man, Potter electric, or equal
- 5) FIRE HOSE REEL : Zero fire, Moyne, Fire guard, Angus, or equal
- 6) SRINKLER HEAD : Viking, Victaulic, Tyco, or equal
- 7) DIESEL FIRE PUMP : Peerless, Patterson , Armstrong or equal
- 8) Jockey Pump : MTH, Grundfos or equal
- 9) Fire department Connection , Hydrant , Roof Manifold : Potter Reomer , Powhatan , Giacomini,Change Der
- 10) FIRE EXTHINGUISHER : Kidde, Badger, Zero fire, Ansul, or equal

บทที่ ๑๑

งานสายพานขนส่งสัมภาระ

๑. มาตรฐานที่กำหนด

- ๑.๑ วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้เป็นของใหม่ ๑๐๐ % ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- ๑.๒ การติดตั้งระบบไฟฟ้าตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- ๑.๓ ต้องมีผลงานผลิตและติดตั้งระบบสายพานลำเลียงกระเป๋าผู้โดยสารจากท่าอากาศยาน
- ๑.๔ มาตรฐานผลิตต้องได้รับการรับรองทางด้านวิศวกรรม และมีเอกสารรับรอง (กว.) จากสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

๑.๕ เงื่อนไขการออกแบบ (Design Criteria)

๑. ขนาดของสัมภาระผู้โดยสาร

ขนาดใหญ่สุด กว้าง x ยาว x สูง = ๕๐๐ x ๙๐๐ x ๗๐๐ มิลลิเมตร

ขนาดเล็กสุด กว้าง x ยาว x สูง = ๒๕๐ x ๔๐๐ x ๒๕๐ มิลลิเมตร

๒. น้ำหนักของสัมภาระผู้โดยสาร

น้ำหนักสูงสุด ๕๐ กิโลกรัม/ชิ้น

น้ำหนักเฉลี่ย ๑๕ กิโลกรัม/ชิ้น

๓. สมมุติฐานผู้โดยสารมีสัมภาระเฉลี่ยคนละ ๑.๕ ชิ้น

๔. ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างสายพานไม่น้อยกว่า ๙๐ กิโลกรัม/เมตร และสามารถลำเลียงสัมภาระผู้โดยสารได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ กิโลกรัม/เมตร

๕. สามารถรองรับการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑๖ ชั่วโมงต่อวัน

๖. สามารถรองรับการใช้งานในสภาวะ Relative Humidity ตั้งแต่ ๐ ถึง ๘๕%

๗. ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลัง ๓๘๐/๒๒๐ VAC, ๓ Phase ๔ Wire ๕๐ Hz.

ระบบไฟฟ้าควบคุม ๒๔ VDC หรือ ๒๒๐ VAC, Single Phase

๘. การคำนวณขนาดของมอเตอร์ให้คำนวณจาก Fully Loaded Design และต้องไม่น้อยกว่า ๑๒๕% แรงม้า

๙. สายพาน และแผ่น Slat ที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติไม่ลามไฟ (Fire Retardant Belting) ตามข้อกำหนดของ ISO ๓๔๐-๒๐๐๔ หรือ DIN ๕๓๕๐๕ หรือมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับ

๑๐. ข้อกำหนดระดับความดังของเสียงในการทำงานของอุปกรณ์ไม่เกิน ๗๐ dB. ที่ระยะ ๑ เมตร

๑.๖ มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการผลิตและการติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานในการผลิตและการติดตั้งที่ผู้ผลิตกำหนดการประกอบและการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดให้สอดคล้องกับมาตรฐานต่อไปนี้

- International Standardization Organization (ISO)
- Thai Industrial Standard (TIS)
- Metropolitan Electricity Authority (MEA)
- American National Standard Institute (ANSI)
- NEMA & UL

- Institute of Electrical and Electronics Engineers USA (IEEE)
- Canadian Standard Association (CSA)
- European Standard Association (EAS)
- Japanese Industrial Standard (JIS)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- American Welding Society (AWS)
- Bangkok Metropolitan Administration (BMA)
- British Standard Institute (BSI)
- International Commission on Rule for the Approval of Electrical Equipment (ICEE)
- Engineer Institute of Thailand (EIT)

๒. ลักษณะทั่วไป

๒.๑ ติดตั้งระบบสายพานลำเลียงสัมภาระผู้โดยสารประกอบด้วย

- ๒.๑.๑ สายพานลำเลียงหลัก ยาวประมาณ ๑๐.๔๐ เมตร จำนวน ๒ ชุด
- ๒.๑.๒ สายพานโค้ง ๙๐ องศา จำนวน ๒ ชุด
- ๒.๑.๓ สายพานชุดแบบจัดช่องว่าง ยาวประมาณ ๑.๒๐ เมตร จำนวน ๘ ชุด
- ๒.๑.๔ สายพานชุดแบบจัดช่องว่าง ยาวประมาณ ๑.๘๐ เมตร จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๑.๕ สายพานชุดแบบจัดช่องว่าง ยาวประมาณ ๒.๕๐ เมตร จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๑.๖ สายพานลูกกลิ้งเอียง ยาวประมาณ ๒.๕๐ เมตร จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๑.๗ สายพานลำเลียงตัวสัมภาระผู้โดยสารขาเข้า จำนวน ๒ ชุด

๒.๒ งานระบบไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียงทั้งหมด จำนวน ๑ งาน

๓. คุณสมบัติทางเทคนิค

๓.๑ สายพานลำเลียงหลัก มีคุณสมบัติดังนี้

- ๓.๑.๑ โครงสร้างจากเหล็กพับความหนาไม่น้อยกว่า ๓.๐ มิลลิเมตร พ่นสี Steel powder coating
- ๓.๑.๒ แผ่นปิดด้านข้างทำจากเหล็กพับความหนาไม่น้อยกว่า ๓.๐ มิลลิเมตร พ่นสี Steel powder coating
- ๓.๑.๓ ผิวของสายพานด้านบนทำจากวัสดุ Flex am PVC เป็น PVC หรือ PU (Polyurethane) ชนิด ๒ ply ความหนาไม่น้อยกว่า ๒.๕ มิลลิเมตร ผิวสายพานด้านบนเป็นแบบ Smooth สีดำ ได้มาตรฐานตาม DIN, ISO, ASTM หรือมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับ ความกว้างของสายพาน (Belt Width) ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า ๙๐๐ มิลลิเมตร มี Working Tensile Strength per Ply ไม่น้อยกว่า ๑๐ N/mm. (ของความกว้างสายพาน) ต้องมีรอยต่อเดียว เป็นชนิด Mechanical Connection หรือเป็นแบบเชื่อมร้อน (Stepped-Connection)
- ๓.๑.๔ ส่งสัมภาระในแต่ละช่วงต้องมีความเร็วคงที่ตลอดเวลา ไม่น้อยกว่า ๒๕ เมตร/นาที ทั้งในขณะมี Load เต็มตามข้อกำหนด และขณะในไม่มี Load เต็มตามข้อกำหนด

- ๓.๑.๕ ชุดขับเคลื่อนสายพาน ต้องมีลูกกลิ้งทั้งหมดไม่น้อยกว่า ๕ ลูกรวมชุดลูกกลิ้ง Take-up สำหรับปรับความตึง ตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
 - ๓.๑.๖ ชุดขับ (Drive Unit) แบบ Hollow shaft mounting เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต ใช้กับระบบไฟ ๓๘๐V, ๓Ph, ๕๐Hz, ฉนวน Class F, IP๕๕ โดยชุดมอเตอร์และเกียร์ต้องประกอบเป็นชุดเดียวกันเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน EU หรือมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับ
 - ๓.๑.๗ แผ่นรองรับด้านล่างของสายพาน เป็นเหล็กพ่นสี ความหนาไม่น้อยกว่า ๓.๐ มิลลิเมตร
 - ๓.๑.๘ มีชุด Take-up Section สำหรับปรับความตึง ตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - ๓.๑.๙ ลูกล้อ (Guide Wheel) สำหรับป้องกันสายพานไม่ตรงแนว ทำด้วย Polyurethane หรือ Nylon ขนาดเป็นไปตามแบบมาตรฐานของผู้ผลิต
- ๓.๒ สายพานโค้ง ๙๐ องศา มีรายละเอียดดังนี้**
- ๓.๒.๑ ความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า ๙๐๐ มิลลิเมตร
 - ๓.๒.๒ รัศมีโค้งกลางสายพาน ๑๐๓๐ mm.
 - ๓.๒.๓ ความเร็ว (Belt Speed) ไม่น้อยกว่า ๒๕ เมตร/นาที
 - ๓.๒.๔ สายพาน (Belt) ใช้เป็น PVC หรือ PU (Polyurethane) ชนิด ๒ ply (min) ได้มาตรฐานตาม DIN, ISO, ASTM, and BSI. ESA หรือ JIS มี Working Tensile Strength per Ply ไม่น้อยกว่า ๑๐ N/mm. (ของความกว้างสายพาน) ต้องมีรอยต่อเดียว เป็นชนิดเชื่อมร็อน (Stepped-Connection)
 - ๓.๒.๕ ชุดขับ (Drive Unit) แบบ Hollow shaft mounting เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต ใช้กับระบบไฟ ๓๘๐V, ๓Ph, ๕๐Hz, ฉนวน Class F, IP๕๕ โดยชุดมอเตอร์และเกียร์ต้องประกอบเป็นชุดเดียวกันเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน EU หรือมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับ
- ๓.๓ สายพานชุดแบบจัดช่องว่าง มีรายละเอียดดังนี้**
- ๓.๓.๑ โครงสร้างจากเหล็กพ่นสีความหนาไม่น้อยกว่า ๓.๐ มิลลิเมตร พ่นสี Steel powder coating
 - ๓.๓.๒ แผ่นปิดด้านข้างทำจากเหล็กพ่นสีความหนาไม่น้อยกว่า ๓.๐ มิลลิเมตร พ่นสี Steel powder coating
 - ๓.๓.๓ ผิวของสายพานด้านบนทำจากวัสดุ Flex am PVC เป็น PVC หรือ PU (Polyurethane) ชนิด ๒ ply ความหนาไม่น้อยกว่า ๒.๕ มิลลิเมตร ผิวสายพานด้านบนเป็นแบบ Smooth สีดำ ได้มาตรฐานตาม DIN, ISO, ASTM หรือมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับ ความกว้างของสายพาน (Belt Width) ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า ๙๐๐ มิลลิเมตร มี Working Tensile Strength per Ply ไม่น้อยกว่า ๑๐ N/mm. (ของความกว้างสายพาน) ต้องมีรอยต่อเดียว เป็นชนิด Mechanical Connection หรือเป็นแบบเชื่อมร็อน (Stepped-Connection)
 - ๓.๓.๔ ส่งสัมภาระในแต่ละช่วงต้องมีความเร็วคงที่ตลอดเวลา ไม่น้อยกว่า ๒๕ เมตร/นาที ทั้งในขณะมี Load เต็มตามข้อกำหนด และขณะไม่มี Load เต็มตามข้อกำหนด

- ๓.๓.๕ ชุดขับเคลื่อนสายพาน ต้องมีลูกกลิ้งทั้งหมดไม่น้อยกว่า ๒ ลูกรวมชุดลูกกลิ้ง Take-up สำหรับปรับความตึง ตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- ๓.๓.๖ ชุดขับ (Drive Unit) แบบ Hollow shaft mounting เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต ใช้กับระบบไฟ ๓๘๐V, ๓Ph, ๕๐Hz, ฉนวน Class F, IP๕๕ โดยชุดมอเตอร์และเกียร์ต้องประกอบเป็นชุดเดียวกันเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน EU หรือมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับ
- ๓.๓.๗ แผ่นรองรับด้านล่างของสายพาน เป็นเหล็กพ่นสี ความหนาไม่น้อยกว่า ๓.๐ มิลลิเมตร
- ๓.๓.๘ มีชุด Take-up Section สำหรับปรับความตึง ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ๓.๓.๙ ลูกล้อ (Guide Wheel) สำหรับป้องกันสายพานไม่ตรงแนว ทำด้วย Polyurethane หรือ Nylon ขนาดเป็นไปตามแบบมาตรฐานของผู้ผลิต

๓.๔ สายพานลูกกลิ้งเอียง มีรายละเอียดดังนี้

มีความกว้างไม่น้อยกว่า ๙๐๐ มิลลิเมตร ลูกกลิ้งเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๖๐ มิลลิเมตร ติดตั้งตามมาตรฐานบริษัทผู้ผลิต

๓.๕ ชุดสายพานลำเลียงสัมภาระผู้โดยสารขาเข้า มีรายละเอียดดังนี้

- ๓.๕.๑ สายพานงานหมุนคัดแยกสัมภาระขาเข้ารูปตัว T มีความยาวไม่น้อยกว่า ๔๘ เมตร
- ๓.๕.๒ สายพานส่วนโค้งมีรัศมีอยู่ระหว่าง ๑.๐ - ๑.๕ เมตร
- ๓.๕.๓ ความเร็วในการลำเลียงไม่น้อยกว่า ๒๕ เมตรต่อนาที
- ๓.๕.๔ ระบบขับเคลื่อนของสายพานเป็นแบบ Friction Drive (Belt Drive)
- ๓.๕.๖ แผ่น Slat ทำจากวัสดุ PVC, POLYURETHANE, ABS, POLYMER หรือ Rubber
- ๓.๕.๗ แผ่น Slat มีความกว้าง (Sheet Width) ไม่น้อยกว่า ๘๕๐ มิลลิเมตร
- ๓.๕.๘ แผ่น Slat ออกแบบมาให้สามารถถอดเข้า-ออกได้ง่าย
- ๓.๕.๙ ความสามารถในการรับน้ำหนักของสายพานงานหมุนขณะทำงานไม่น้อยกว่า ๙๐ กิโลกรัม ต่อเมตร
- ๓.๕.๑๐ ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างสายพานงานหมุนไม่น้อยกว่า ๑๕๐ กิโลกรัม ต่อเมตร
- ๓.๕.๑๑ ปุ่มกดสวิตช์ (Emergency stop) ติดตั้งอยู่ด้านข้างสายพานลำเลียงงานหมุน
- ๓.๕.๑๒ ข้อกำหนดระดับความดังของเสียงในการทำงานของอุปกรณ์ไม่เกิน ๗๐ dB (A)
- ๓.๕.๑๓ ชุดขับ (Drive Unit) เป็นไปตามแบบมาตรฐานของผู้ผลิตใช้กับระบบไฟ ๓๘๐V, ๓Ph, ๕๐Hz, ฉนวน Class F, IP๕๕ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒.๒ kW
- ๓.๕.๑๔ มีชุด Take-up Section สำหรับปรับความตึง ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ๓.๕.๑๕ ลูกล้อ (Guide Wheel) ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๒ มิลลิเมตร ทำด้วย Polyurethane
- ๓.๕.๑๖ แผ่นปิดด้านข้าง (Side Cover) บริเวณผู้โดยสารรับสัมภาระ (Passenger Area) ทำจากแผ่นสแตนเลสความหนาไม่น้อยกว่า ๒ มิลลิเมตร และความสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มิลลิเมตร
- ๓.๕.๑๗ แผ่นปิดด้านข้าง (Side Cover) บริเวณจุดวางสัมภาระ (Loading area) ทำจากเหล็กพ่นสี Powder Coating หรืออีพอกซี (Epoxy) ความหนาไม่น้อยกว่า ๒ มิลลิเมตร และความสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มิลลิเมตร

- ๓.๕.๑๘ แผ่นกันสัมภาระตกด้านข้างใน(Side Guard) บริเวณจุดวางสัมภาระ (Passenger area) ทำจากแผ่นสแตนเลสความหนาไม่น้อยกว่า ๒ มิลลิเมตร และความสูงจากแผ่นไม่น้อยกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตร
- ๓.๕.๑๙ แผ่นกันสัมภาระตกด้านข้างใน(Side Guard) บริเวณจุดวางสัมภาระ (Loading Area) ทำจากเหล็กพ่นสี Powder Coating หรืออีพอกซี (Epoxy) ความหนาไม่น้อยกว่า ๒.๓ มิลลิเมตร และความสูงจากแผ่น Slat ไม่น้อยกว่า ๓๐๐ มิลลิเมตร
- ๓.๕.๒๐ แผ่นกันเตะด้านล่าง(Kicking Plate) ทำจากเหล็กพ่นสี Powder Coating หรืออีพอกซี (Epoxy) ความหนาและความสูงตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ๓.๕.๒๑ เมนสายไฟฟ้ากำลังเข้ามอเตอร์ให้เดินสายใหม่จาก ชุด Soft Starter เข้ามามอเตอร์ (ห้ามมิให้ตัดต่อสายไฟในช่วงนี้)
- ๓.๕.๒๒ ขั้นตอนการทำงานของสายลำเลียงกระบะเป่าขาเข้าเป็นไปตามรายละเอียดดังนี้
 - เมื่อกดปุ่มสวิทช์ START สายพานลำเลียงกระบะเป่า จะมีเสียงสัญญาณดังเตือนพร้อม กับไฟสัญญาณแสดงว่าสายพานลำเลียงกระบะเป่ากำลังจะเริ่มทำงาน โดยจะมีการหน่วงเวลาประมาณ ๑๐ วินาที จากนั้นสายพานลำเลียงกระบะเป่าจะทำงาน จนผู้โดยสารหยิบ กระเป๋าจนหมด จึงกดปุ่มสวิทช์ STOP ในระหว่างสายพานกำลังทำงานถ้าเกิดกรณีฉุกเฉินสามารถกดปุ่มสวิทช์ EMERGENCY STOP ที่ติดตั้งอยู่ด้านข้างสายพานลำเลียง กระเป๋าและหน้าตู้ควบคุมได้

๓.๖ อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและระบบควบคุมติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

๓.๖.๑ Power Supply

Power: Ac ๓๘๐/๒๒๐ V ๓ Phase ๕๐ Hz ๔ Wire

Control: ๒๔ VDC หรือ ๒๒๐ VAC, Single Phase

๓.๖.๒ Ambient Temperature : ไม่น้อยกว่า ๔๐ °C

๓.๖.๓ อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Equipment)

- Control Boards เป็นชนิด Programmable Logic Controller (PLC) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานข้อกำหนดของ NEMA หรือ IEC โดยไฟฟ้าป้อนสำหรับ PLC กำหนดให้ใช้เป็น ๒๒๐ VAC, Single Phase และระบบควบคุมเป็น ๒๔ VDC หรือ ๒๒๐ VAC, Single Phase

- Enclosure ได้มาตรฐานของ NEMA Class I หรือ IP๖๕

- Disconnects ทั้งหมดเป็น Circuit Breakers และเป็น Molded Case Type

- Starters ทั้งหมดเป็น Thermal Overloads and Short Circuit Protection ระบบ Magnetic Type, Motor Controller เป็นแบบ Over-Under Voltage Protection , ชุดอุปกรณ์ Overload Protective Devices เป็นแบบ Thermal Inverse-Time-Limit Type

- อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์และสายไฟทุกชนิดทั้งหมด ต้องติดป้ายชื่อให้ครบทุกตำแหน่ง อย่างเรียบร้อย

๓.๖.๔ ติดตั้ง Surge Arrester ที่ตู้เมนไฟฟ้าของใหม่ ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์สายพานลำเลียง กระเป๋าขาเข้า มีรายละเอียดดังนี้

- Rated Voltage ๓๘๐ V

- Frequency ๕๐ Hz.
- Lighting Impulse Current ที่ ๘/๘๐ μ s \geq ๑๐๐ kA
- Voltage Protection Level Residual Voltage \leq ๒.๕ kA
- Response Time \leq ๒.๕ ns
- Degree of Protection IP ๒๐ หรือ NEMA ๔

- ๓.๖.๕ การติดตั้งอุปกรณ์ และการเดินสาย (Wiring) ระบบไฟฟ้าในตู้ควบคุมต้องดำเนินการดังนี้
- ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า จะต้องมียุติ Rotary Handle ปิดเบรกเกอร์ก่อนเปิดฝาตู้ เพื่อป้องกันอันตราย และต้องมี Phase Protection เพื่อป้องกันการต่อสลับเฟสและมีชุด Protection Over/Under Voltage ติดตั้งด้วย
 - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า สามารถทำงานได้ทั้งระบบ Auto และ Manual
 - การ Wiring ต้องมีการ Mark สายไฟโดยเป็นปลอกสีขาวยิมพ์ด้วยตัวหนังสือสีดำ มองเห็นได้ชัดเจนโดยขนาดสาย Control wiring ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า ๐.๗๕ ตารางมิลลิเมตร
 - อุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าควบคุมต้องเป็น ๒๔ VDC หรือ ๒๒๐ VAC, Single Phase
 - สัญญาณ Output ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ออกจากชุด Output PLC ต้องมี Relay buffer เพื่อป้องกันความเสียหาย

๓.๖.๖ ระบบสายไฟฟ้า

- สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องเป็น Copper Conductors และได้มาตรฐาน มอก. ๑๑-๒๕๓๑
- ส่วนประกอบของสายไฟฟ้า (Cables) ที่ใช้ใน Control Boards ต้องเป็นสายอ่อน (Flexible Copper Conductor Multi-Strand) และ Vinyl Polychloride Sheath Designed
- การเดินสายไฟฟ้าทั้งหมดให้เดินในท่อร้อยสายโดยการร้อยสายจะทำต่อเมื่อได้ทำการติดตั้งท่อร้อยสายทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว

๓.๖.๗ ท่อและรางสายไฟฟ้า (Conduit and Raceways)

- ท่อสายไฟฟ้าที่เดินในผนังหรือพื้นอาคาร จะต้องใช้เป็นชนิด Intermediate Metal Conduit (IMC) แบบ Rigid Steel Conduit
- ให้แสดงตำแหน่งแนวท่อและรางสายไฟฟ้าและ Raceway Boxes และวงจรถัดไปชัดเจนใน Shop Drawing ที่เสนอให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ติดตั้งซ่อนในผนังและฝ้าเพดานสำหรับกรณีติดตั้งท่อร้อยสายซ่อนไม่ได้ให้ใช้ Wire Ways
- การเชื่อมสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ เช่น มอเตอร์ หรืออุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือนหรือมีการปรับตัวได้ ให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบบ Flexible Conduit
- การต่อสายไฟฟ้าต้องต่อในอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ Junction Box เท่านั้น

๓.๗ ระบบแจ้งเตือนสัมภาระ

- ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบการแจ้งเตือนสัมภาระที่เข้ารับการตรวจค้นหลังผ่านเครื่อง X-Ray แล้ว ซึ่งแสดงการตรวจพบ และไม่พบวัตถุต้องสงสัยต่อผู้โดยสารโดยกำหนดรูปแบบและเสนอรายละเอียดกับผู้ออกแบบก่อนทำการติดตั้ง

๔. การทดสอบ

- ๔.๑ ผู้รับจ้างต้องทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามระบบที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด โดยเสนอกรรมวิธี ขั้นตอนวิธีการทดสอบ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ ก่อนทดสอบ
- ๔.๒ ผู้รับจ้างต้องทดสอบอุปกรณ์ระบบสายพานลำเลียงสัมภาระดังนี้
 - ทดสอบอุปกรณ์ระบบสายพานลำเลียงสัมภาระให้ทำงานแบบต่อเนื่องตลอดเวลาไม่น้อยกว่า ๘ ชั่วโมง ในสภาวะที่ไม่มีน้ำหนัก
 - ทดสอบอุปกรณ์ระบบสายพานลำเลียงสัมภาระให้ทำงานเต็มระบบเหมือนใช้งานจริง โดยมีน้ำหนักเต็มตามอัตราข้อกำหนด ตลอดเวลา ๘ ชั่วโมง
- ๔.๓ ตรวจสอบ Sequence, Function การทำงานทุกระบบตาม Operating Flow ที่กำหนด
- ๔.๔ ผู้รับจ้างจะต้องทำ Test Report จำนวน ๓ ชุด

๕. หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งคู่มือตามรายละเอียดต่อไปนี้ภายในระยะเวลา ๗ วัน ก่อนที่จะส่งมอบงานจำนวน ๔ ชุด ดังนี้

- ๕.๑ Operating Instruction Manual (คู่มือการใช้งาน) ต้องประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้
 - รายละเอียดขั้นตอนการควบคุมการใช้งาน (Operation Procedures)
 - รายละเอียดของอุปกรณ์ควบคุม และหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ในระบบ
 - แสดงลำดับวิธีการใช้งานซึ่งเกี่ยวกับความปลอดภัยของผู้ใช้ และระบบอุปกรณ์
 - ลำดับวิธีการแก้ปัญหากรณีฉุกเฉิน เช่น อุปกรณ์ขัดข้อง และกระแสไฟฟ้าขัดข้อง เป็นต้น
- ๕.๒ Maintenance Manual (คู่มือการซ่อมบำรุง) ต้องประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้
 - แสดงแผนระยะเวลาการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทุกระบบ
 - อธิบายวิธีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทุกระบบ
 - Inspection Check List ตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต
 - รายละเอียดแสดงจุดตำแหน่ง การใช้งานหล่อลื่นตลอดจนข้อแนะนำในการเลือกใช้ชนิดประเภทสารหล่อลื่น และความถี่ในการบริการ
 - ข้อแนะนำในการแก้ไขขัดข้องของอุปกรณ์ (Trouble-Shooting Guide)
 - ผู้รับจ้างต้องทำ Recommended Spare Part Lists ที่จำเป็นในการซ่อมบำรุงในระยะเวลา ๒ ปี หลังจากส่งมอบงานเรียบร้อยแล้วกับผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสำรองอะไหล่ที่จำเป็นและเร่งด่วนในการซ่อมบำรุง
- ๕.๓ CD-ROM ที่แสดงรายละเอียดในหนังสือคู่มือตามข้อ ๕.๑ และข้อ ๕.๒ จำนวน ๓ ชุด

๖. การส่งมอบ

ส่งมอบแบบ และวงจรไฟฟ้าติดตั้งงานจริง (AS BUILT DRAWING) ที่เขียนด้วยโปรแกรม AUTO CAD โดยส่งมอบเป็น CD-ROM จำนวน ๓ ชุด

๗. การรับประกัน

- ๗.๑ ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัยเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๓๖๕ วัน นับจากวันที่คณะกรรมการได้ตรวจรับไว้เรียบร้อยแล้ว และหากอุปกรณ์ชนิดหนึ่งชนิดใด ที่ติดตั้งใหม่ขัดข้องในระหว่างรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตรวจสอบและแก้ไขให้แล้วภายในระยะเวลาไม่เกิน ๗ วัน หลังจากได้รับแจ้ง

๗.๒ ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจเช็คให้บริการ (SERVICE) ในการซ่อมบำรุงทุกระยะตามคำแนะนำของผู้ผลิต หรืออย่างน้อยทุก ๓ เดือนๆละ ๑ ครั้ง และทำรายงานเสนอต่อผู้ว่าจ้างทุกครั้งที่มาตรวจเช็ค โดยบริษัทผู้ขายต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ตลอดระยะเวลารับประกัน

บทที่ ๑๒ งานบันไดเลื่อน

หมวดที่ ๑ รายละเอียดบันไดเลื่อน ST-๑,ST-๒

๑. รายละเอียดทั่วไป

๑.๑ ความสูงระหว่างชั้น	๕.๐๐ เมตร
๑.๒ ระยะมุมเอียง	๓๐ องศา
๑.๓ ความกว้างของชั้นบันได	๑.๐๐ เมตร (+/- ตามมาตรฐานผู้ผลิต)
๑.๔ ความกว้างระหว่างราวบันได	๑.๒๔ เมตร (+/- ตามมาตรฐานผู้ผลิต)
๑.๕ ความเร็ว สมรรถนะในการทำงาน	๓๐ เมตร/นาที สามารถรับ-ส่งผู้โดยสารได้ ๙,๐๐๐ คนต่อชั่วโมง
๑.๖ มุมเอียงบันไดเลื่อน	๓๐ องศา
๑.๗ ระบบไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า AC ๓๘๐ โวลต์ ๓ เฟส ๔ สาย ๕๐ เฮิรท์ แสงสว่าง AC ๒๒๐ โวลต์ ๑ เฟส ๕๐ เฮิรท์
๑.๘ ระบบขับเคลื่อนบันไดเลื่อน	เป็นชนิด Helical Gear Type ติดตั้งอยู่ส่วนบนสุด ระบบเบรก ใช้เบรกแม่เหล็กไฟฟ้า Electro Magnetic Brake
๑.๙ ระบบควบคุมบันไดเลื่อน	เป็นแบบใช้สวิทช์ควบคุม (Key Switch Operation) และสามารถเปลี่ยนทิศทางการขับเคลื่อนให้ขึ้นหรือลงได้ พร้อมทั้งปุ่มหยุดฉุกเฉินติดตั้งที่ราวบันไดทั้งด้านบน และด้านล่างสามารถหยุดบันไดเลื่อนได้ในกรณีฉุกเฉิน
๑.๑๐ แผงราวบันไดเลื่อน	- Interior Panel เป็นกระจกนิรภัยชนิดหนาตามมาตรฐานบริษัทผู้ผลิตไม่มีเสารองรับราวบันได - Deck Board Finish: SUS-H - Skirt Guard Finish: LOW-FRICTION PAINT - Handrail เป็น Synthetic rubber ชนิด Linear Type เคลื่อนที่พร้อมบันไดเลื่อน กำหนดสีภายหลัง
๑.๑๑ ทางเข้าออกบันไดเลื่อน	- Comb ทำด้วยยางสังเคราะห์สีเหลืองอย่างดี - Comb Plate เป็นสแตนเลสพร้อมลายกันลื่น - Landing Plate and Manhole Cover เป็นสแตนเลส พร้อมลายกันลื่น โดยมีลายแตกต่างจากแนวราวมือจับ เพื่อให้ผู้โดยสารสามารถสังเกตเห็นได้ง่ายและช่วยในการขนถ่ายผู้โดยสารมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
๑.๑๒ แผงควบคุมบันไดเลื่อน	ประกอบด้วย - ปุ่มกดหยุดเครื่องฉุกเฉิน - กุญแจเปิดบันไดเลื่อนขึ้น - กุญแจเปิดบันไดเลื่อนลง
๑.๑๓ อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	- No Fuse Breaker สำหรับป้องกันความเสียหายของการลัดวงจรไฟฟ้า

- Overcurrency Relay มีระบบป้องกันมอเตอร์เสียหายในกรณีไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือลดลงมากเกินไปจากที่กำหนด
- Handrail inlet Safety Device มีสวิตช์ที่หยุดบันไดเลื่อนตำแหน่งใต้ราวบันไดเลื่อน (Handrail Inlet) กรณีที่มีสิ่งของติดค้าง
- Step Chain Safety Device มีสวิตช์หยุดบันไดเลื่อน ในกรณีที่โซ่ขับเคลื่อนขับเคลื่อนขึ้นบันไดเลื่อนตึง,หย่อน หรือขาด
- Driver Chain Safety Device มีสวิตช์หยุดบันไดเลื่อน ในกรณีที่โซ่ขับเคลื่อนบันไดเลื่อนตึง,หย่อน หรือขาด
- Speed Governor มี Speed Governor ซึ่งจะหยุดบันไดเลื่อน ในกรณีที่บันไดเลื่อนวิ่งเร็วกว่า ๒๐ % ของความเร็วปกติ
- Colored Demarcation Comb เป็นแถบสีเหลืองในแต่ละขั้นบันได โดยอยู่บริเวณด้านหลัง และด้านข้างทั้งสองด้านของบันไดเลื่อน เพื่อให้ผู้โดยสารสังเกตตำแหน่งและป้องกันการหล่นหรือสะดุดบันไดเลื่อน
- Step with Anti-Slip Groove มีร่องยาวตลอดแนวขอบของขั้นบันไดเลื่อน เพื่อป้องกันการลื่นล้มและสามารถมองเห็นขั้นบันไดได้ชัดเจน
- Stepped Demarcation Line เป็นแถบสีเหลืองที่ยื่นสูงกว่าพื้นผิวของบันไดเลื่อน โดยอยู่บริเวณด้านข้างทั้ง ๒ ด้านของบันไดเลื่อน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากร่องเท้าของผู้โดยสารถูกับแผ่นกระโปรง
- Comb with Smaller Angle มุมมองของหีบับันได ๑๐ องศา วัดจากแนวนอน เพื่อป้องกันผู้โดยสารหรือสิ่งของสะดุด หรือติดระหว่างหีบับันไดกับขั้นบันไดเลื่อน
- Skirt Guard Safety Device
- Step Motion Safety Device
- Step Level Safety Device

๑.๑๔ ระบบการหล่อลื่น

๑.๑๕ อุปกรณ์เพิ่มเติม

มีระบบการหล่อลื่นอัตโนมัติ อยู่ในทุกส่วนของบันไดเลื่อน

๒. การรับประกัน

รับประกันอุปกรณ์และบริการบำรุงรักษบบันไดเลื่อนที่ติดตั้งใหม่โดย ไม่คิดมูลค่าแต่ประการใด เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๒ ปี โดยจัดส่งฝ่ายบริการเพื่อดูแลและบำรุงรักษา ตรวจสอบเครื่อง ทำความสะอาด และปรับเครื่องให้ใช้งานได้เป็นประจำทุกเดือน อย่างน้อยเดือนละ ๑ ครั้ง ในเวลาทำการปกติดังแสดงในตารางการบำรุงรักษาประจำเดือน มีอะไหล่พร้อมสำหรับเปลี่ยนส่วนที่เสียให้ใหม่ โดยไม่คิดมูลค่า และจะให้บริการในกรณีฉุกเฉินตลอด ๒๔ ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาการรับประกันบำรุงรักษบบันไดเลื่อน

๓. มาตรฐานโรงงานผลิต

มาตรฐาน ISO-๙๐๐๑, ISO-๑๔๐๐๐

๔. มาตรฐานผลิตภัณฑ์

มาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศญี่ปุ่น(JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD:JIS) หรือมาตรฐานสากลอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๕. คุณสมบัติและมาตรฐานของบันไดเลื่อนและอุปกรณ์

บันไดเลื่อนและอุปกรณ์จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานของยี่ห้อ MITSUBISHI, HITACHI หรือเทียบเท่า