โครงการ ปรับปรุงอาคารธนพิพัฒน์สู่อาคารใช้พลังงานเป็นศูนย์

(Net Zero Building)

ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐

ข้อกำหนดและรายการประกอบแบบก่อสร้าง

งานระบบเครื่องกล

(แบบประมูล)

18 ตุลาคม 2567

โดย

สารบัญ

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน

1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา การควบคุมงานติดตั้ง และการทดสอบระบบอุปกรณ์ เครื่องจักรต่างๆ ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ให้สอดคล้องกับแบบงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศและข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์และถูกต้อง

1.2 เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการจัดหาระบบและอุปกรณ์ ผู้รับเหมาจะต้องนำเสนอรายการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ต่อผู้ควบคุมงาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องให้เป็นไปความข้อกำหนดการออกแบบ วัสดุใดๆที่มีความขัดแย้งกับแบบงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ผู้รับเหมาจะต้องให้ความร่วมมือในการนำส่งข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติม หรือนำเสนอรายการวัสดุอุปกรณ์อีกครั้ง เมื่อผู้ควบคุมงานอนุมัติรายการวัสดุอุปกรณ์แล้วเสร็จว่าเป็นไปตามข้อกำหนดการออกแบบ ผู้รับเหมาจึงจะสามารถดำเนินการจัดซื้อและนำเข้ามาในโครงการในขั้นถัดไป

1.3 ผู้รับเหมาจะต้องจัดทำแบบนำเสนอการติดตั้งอุปกรณ์ก่อนการติดตั้งทุกครั้งและนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยแบบการติดตั้งจะต้องมีปรากฏข้อมูลบอกระยะและประเภทวัสดุโดยละเอียด เช่น ท่อ สายไฟ และโครงสร้างเหล็กรับน้ำหนัก

1.4 ผู้รับเหมาจะต้องจะทำการทดสอบและปรับแต่งระบบเพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดการออกแบบ โดยเครื่องมือการตรวจวัดที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบระบบจะต้องถูกจัดเตรียมให้พร้อมก่อนการทดสอบ

1.5 การส่งเอกสารเพื่อขอนุมัติวัสดุอุปกรณ์ รวมไปถึงการส่งแบบนำเสนอการติดตั้งจะต้องใช้หน่อยทางวิศวกรรม (SI Unit หรือ IP Unit) เพื่อให้สอดคล้องกับแบบ

1.6 ระบบปรับอากาศและระบายอากาศประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- 1.6.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 1.6.2 ระบบระบายอากาศ
- 1.6.3 ระบบท่อลม
- 1.6.4 ระบบท่อน้ำ
- 1.6.5 ระบบไฟฟ้าสำหรับเครื่องอุปกรณ์ปรับอากาศและระบายอากาศ

1.7 สถาบันมาตรฐาน (Standard Institute)

มาตรฐานทั่วไปที่ระบุในแบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบก่อสร้าง เพื่อใช้อ้างอิง หรือเปรียบเทียบคุณภาพ หรือทดสอบวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ตลอดจนกรรมวิธีการปฏิบัติ วิธีการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์สำหรับงานก่อสร้างนี้ หากไม่ได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง หรือรายการประกอบแบบก่อสร้าง ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานซึ่งมีชื่อเรียกย่อ และของสถาบันดังต่อไปนี้

AMCA	-	Air Moving and Conditioning Association
ANSI	-	American National Standard Institute
API	-	American Petroleum Institute
AHRI	-	Air0Conditioning Heating and Refrigeration Institute

ASHRAE	-	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASME	-	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	-	American Society of Testing Materials
IEC	-	International Electro-Technical Commissioning
MEA	-	Metropolitan Electricity Authority
NFC	-	National Fire Code
NEC	-	National Electrical Code
NEMA	-	National Electrical Manufacturers
NFPA	-	National Fire Protection Association
PEA	-	Provincial Electricity Authority
SMACNA	-	Sheet Metal and Air-Conditioning Contractors National Association Inc.
TIS	-	Thai Industrial Standard
UL	-	Underwriters Laboratories, Inc.

หมวดที่ 2 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก ชนิด Cassette Type

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก ชนิด Cassette Type ที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ จะต้องเป็นผลิตภณฑ์ที่ประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศ หรือผลิตภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์ นั้นๆ

1.2 ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องที่เสนอมาเพื่อขอรับการอนุมัติ จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์

1.3 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กชิด Cassette Type โดยพื้นฐานจะต้องปรกอบด้วยโครงเครื่อง, แผงตกแต่งหน้าเครื่อง, คอยล์เย็น, พัดลม, มอเตอร์, ถาดน้ำทิ้ง, แผงกรองอากาศ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตนั้นๆ

1.4 การติดตั้งเครื่องส่งลมเย็นจะเป็นการติดตั้งโดยฝังเข้าไปในฝ้าเพดาน (Ceiling-Recessed Type) รอยต่อระหว่างผ้าเพดานและแผงตกแต่งหน้าเครื่องจะต้องเรียบร้อยไม่มีช่องว่างเกิดขึ้น และแผงตกแต่งหน้าเครื่องจะต้องได้แนวระดับเดียวกับแนวฝ้าเพดาน

1.5 Cooling Capacity ที่ระบุในรายการอุปกรณ์ยังไม่ได้รวมความร้อนจากมอเตอร์ของเครื่องส่งลมเย็น ผู้รับจ้างจะต้องเลือกเครื่องส่งลมเย็นให้ครอบคลุมความร้อนที่เกิดจากมอเตอร์ โดยยังคงผลิตความเย็นสำหรับพื้นที่ปรับอากาศได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในตารางอุปกรณ์

2. โครงเครื่อง

2.1 โครงเครื่องทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร พับขึ้นรูปและประกอบกันอย่างแข็งแรง

2.2 บริเวณที่สัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำ จะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน โครงเครื่องที่สัมผัสกับความเย็นจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Close Cell Foamed Elastomer หรือ Polyurethane Foam ความหนาและความหนาแน่นของฉนวนที่ใช้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตนั้นๆ ซึ่งจะต้องสามารถป้องกันการเกิดหดน้ำกลั่นตัวจับเกาะได้

2.3 ฉนวนที่ติดถายในโคงเครื่อง เสร็จแล้วจะต้องมีสภาพเรียบร้อยและไม่มีรอยฉีกขาด บริเวณผนังด้านข้างของตัวเครื่องจะต้องมีที่สำหรับเตรียมไว้เพื่อเป็นช่องที่สามารถเปิดได้ ในกรณีที่ต้องต่อท่ออากาศบริสุทธิ์เข้าตัวเครื่อง

3. แผงตกแต่งหน้าเครื่อง

3.1 แผงตกแต่งหน้าเครื่องทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านการทำความสะอาด และเคลือบด้วยสีเมลามีนอบแห้ง (Baked-On Epoxy Melamine Primer) พร้อมหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation หรือ Polyurethane Foam ที่ด้านใน เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำกลั่นตัวจับเกาะ

3.2 บริเวณแผงจะประกอบด้วยช่องจ่ายลมเย็นและช่องรับลมกลับ แผงตกแต่งหน้าเครื่องจะต้องมีช่องเปิดบริการเตรียมไว้ ในกรณีที่ต้องการเปิดซ่อมแซมอุปกรณ์ภายใน หรือเพื่อทำความสะอาดแผนกรองอากาศ

4. เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

4.1 ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Condenser)

ชุดระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด Sealed Hermetic หรือ Semi-Hermetic แบบ Rotary, Scroll หรือ Reciprocating และมีวงจรสารความเย็นเป็นแบบ Single หรือ Dual Circuits ใช้กับสารความเย็น R-407C หรือ R-410a ใช้กับระบบไฟฟ้า 400 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท หรือ 230 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลงแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังนี้

ก. คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งบนฐานที่แข็งแรงและมีอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนรองรับ

ข. ตัวถังเครื่องระบายความร้อนทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดีซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

ค. พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ Propeller Type หรือ Centrifugal ขับด้วยมอเตอร์ชนิด Weather Proof

ง. แผงระบายความร้อนประกอบด้วยแผงครีบระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียม (หรือทองแดง) อัดด้วยวิธีกลติดกับขดท่อทองแดงชนิดไร้ตะเข็บ จำนวนครีบระบายความร้อนมีไม่น้อยกว่า 480 ครีบต่อเมตร (12 ครีบต่อนิ้ว)

จ. อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

- Thermal Overload Protection Devices for Compressor
- Overload Protection Device for Fan Motor
- Compressor Magnetic Contactor
- Hi / Low Pressure Switch
- Suction / Liquid / Hot Gas Line Shut-Off Valve
- Refrigerant Filter Drier
- Sight Glass

- Refrigerant Charging Port
- Crankcase Heater (สำหรับเครื่องขนาดความเย็น 35.2 kW ขึ้นไป)

4.2 ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-cooled Condenser)

ชุดระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด Sealed Hermetic หรือ Semi-Hermetic แบบ Rotary, Scroll หรือ Reciprocating และมีวงจรสารความเย็นเป็นแบบ Single หรือ Dual Circuits ใช้กับสารความเย็นตามมาตรฐานผู้ผลิต ใช้กับระบบไฟฟ้า 400 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท หรือ 230 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลงแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังนี้

ก. คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งบนฐานที่แข็งแรงและมีอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนรองรับ

ข. ตัวถังเครื่องระบายความร้อนทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดีซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

ค. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ระหว่างสารความเย็นกับน้ำเป็นแบบ Plate Heat Exchanger ทำด้วย AISI-316 Stainless steel หรือชนิด Tube-in-Tube Heat Exchanger ทำด้วยท่อทองแดงทั้งชั้นในและชั้นนอก ออกแบบให้ทนต่อความดันด้านน้ำได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสคาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และจะต้องออกแบบให้สามารถเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในได้ง่าย

ง. อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

- Thermal Overload Protection Devices for Compressor
- Overload Protection Devices for Fan Motor
- Compressor Magnetic Contactor
- Hi / Low Pressure Switch
- Suction / Liquid / Hot Gas Line Shut-Off Valve
- Refrigerant Filter Drier
- Sight Glass
- Refrigerant Charging Port
- Crankcase Heater (สำหรับเครื่องขนาดความเย็น 35 kW ขึ้นไป)

5. คอยล์เย็น

5.1 คอยล์เย็นทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาไม่มีตะเข็บ ประกอบครีบอลูมิเนียมซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอ โดยวิธีกล (Mechanical Bonded) และความดันน้ำตกคล่อมคอยล์เย็นจะต้องไม่น้อยกว่า 35 kPa (5.0 Psi)

5.2 คอยล์เย็นจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 1,034 kPa (150 Psi) ความเร็วลมที่ผ่านคอยล์เย็นจะต้องไม่เกิน 2.25 m/s (450 CFM) ที่ความเร็วรอบสูงสุด และที่ด้านบนสุดของคอยล์ต้องจัดเตรียมให้มี Manual Air Vent Cock ไว้ด้วย

6. พัดลม

6.1 พัดลมเป็นชนิด Centrifugal, Double Width-Double Inlet และใบพัดเป็นชนิด Forward Curved ทำจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสี ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์

6.2 ตัวใบพัดและมอเตอร์จะต้องได้รับการตรวจสอบและปรับสมดุลทั้งในขณะที่หมุนและหยุดนิ่งจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งจะต้องไม่เกิดเสียงดังหรือสั่นขณะพัดลมทำงาน

หมวดที่ 3 พัดลมระบายอากาศ (Explosion Proofed - Ventilation Fans)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 พัดลมระบายอากาศจะต้องเป็นรุ่นกันระเบิด สำหรับพื้นที่ห้อง H2 Tank, ห้อง Electrolyser & Fuel Cell และห้อง Battery และจะต้องสามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 50 Hz ซึ่งมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์

1.2 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนโดยตรง (Direct Drive) เป็นแบบ Squirrel Cage, สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้า 380 Volt, 3 Phase, 50 Hz หรือ 220 Volt, 1 Phase, 50 Hz, Insulation Class B

1.3 พัดลมระบายอากาศจะต้องมีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์จะต้องใหญ่กว่าความต้องการกำลังการขับเคลื่อนพัดลมสูงสุดที่จุดใช้งาน

1.4 MOUNTING ARRANGEMENT จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม

1.5 สำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ FORWARD CURVE ขนาดของมอเตอร์ (NAME PLATE KW RATING) จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30%

2. พัดลมระบายอากาศแบบ AXIAL FLOW FAN

2.1 ตัวถัง (cabinet) ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้าอาบสังกะสี ความหนาและกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

2.2 ใบพัดเป็นแบบ MIXED FLOW WITH GUIDE VANE หรือ AIRFOIL ทำด้วยเหล็กหรือ ALUMINIUM ได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง STATIC และ DYNAMIC มาจากโรงงานผู้ผลิต

2.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นมอเตอร์แบบมี 4,6 หรือ 8 POLE ตามรุ่นมาตรฐาน (STANDARD MODEL) ของผู้ผลิต

2.4 ในกรณีที่กำหนดให้พัดลมเป็นแบบ ADJUSTABLE PITCH ชุดใบพัดจะต้องสามารถปรับมุมของใบพัดได้ทุกใบ พร้อมมี SCALE กำหนดมุมของใบพัด การเลือกขนาดพัดลมให้เลือกพัดลมที่จุด OPERATE อยู่กลางช่วงมุม PITCH ของพัดลมนั้น

2.5 VIBRATION ISOLATOR เป็นแบบยาง ACOUSTIC PAD หรือ RUBBER-IN-SHEAR สำหรับพัดลมขนาดเล็กและเป็นแบบสปริง ACOUSTIC PAD สำหรับพัดลมขนาดใหญ่ (LARGE SIZE)

2.6 พัดลมทุกชุดที่ต้องต่อกับท่อลมจะต้องติดตั้ง Canvas joint connection ไว้ติดกับพัดลม

2.7 พัดลมทุกชุดที่ต้องต่อกับช่องเปิดจะต้องมีการติดตั้ง LOUVRE บริเวณช่องเปิด

3. พัดลมระบายอากาศแบบ CEILING MOUNTED

3.1 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้ โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ

3.2 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งปริมาณลม และ STATIC PRESSURE รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย

3.3 ในกรณีที่พัดลมต่อกับท่อลมจะต้องมีอลูมิเนียม Flexible Duct ช่วงหนึ่ง ยาวอย่างน้อย 600 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถปลดตัวพัดลมจากท่อระบายอากาศได้จากภายใต้ฝ้าเพดาน โดยที่ไม่ต้องทำช่องเปิดบริการด้านข้างตัวพัดลมอีก การยึดท่อ Flexible Duct กับตัวพัดลมและท่อลมใช้ Clamp รัดให้สนิทแล้วใช้เทปพันทับ

3.4 การปิด-เปิดพัดลม ต้องเป็นแบบสวิทซ์

4. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารอย่างน้อยดังต่อไปนี้

4.1 ตารางเปรียบเทียบ PROJECT SPECIFICATION กับ SPECIFICATION ที่เสนอ

4.2 ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลพัดลมที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์

4.3 FAN PERFORMANCE CURVES โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วง STABLE

4.4 FAN SOUND-POWER RATING ในแต่ละย่านความถี่ทั้ง 8 ย่านมา รวมทั้ง dBA ที่ระยะ 1.0 เมตร

4.5 ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้า รวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้

4.6 ข้อมูล SPECIAL COATING และ SPECIAL CONSTRUCTION

4.7 เอกสารต่างๆ รวมถึง CATALOG ให้เน้น (HIGHLIGHT) รุ่นและรายละเอียดทางเทคนิคที่เลือกใช้กับโครงการด้วย

หมวดที่ 4 ระบบกรองอากาศ (Air Filtration System)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 สำหรับพื้นที่ห้อง Electrolyser & Fuel Cell และห้อง Battery จะต้องมีจำนวนช่องเปิดและแผงกรองอากาศขนาดตามแบบเพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศระหว่างบริเวณห้อง Electrolyser & Fuel Cell และห้อง Battery กับ EXHIBITION FOYER ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1

1.2 แผงกรองอากาศจะต้องอยู่ในสภาพดีขณะทำการติดตั้ง, ทดสอบและส่งมอบ หากตรวจพบว่าแผงกรองอากาศอันใดอันหนึ่งอยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนใหม่ทันที

1.3 ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศเป็นไปตามมาตรฐาน ASHRAE 52, Test Method หรือ ARI Standard 850

1.4 บริเวณช่องเปิดจะต้องมีการปิดครอบด้วย Perforate Grille ตามขนาดช่องเปิดบริเวณภายในห้องและด้านนอก และบริเวณ Frame มีวัสดุเป็นเหล็กทาสีเพื่อความสวยงาม

2. แผ่นกรองอากาศขั้นต้น (Pre-filter)

2.1 เป็นชนิด Extended Surface Pleated Panel แบบใช้แล้วทิ้งตัวเนื้อกรองทำมาจาก Non-Woven Cotton และ Synthetic Fiber กรองทำมาจาก High Wet Strength Moisture Resistance Beverage Board และเสริมความแข็งแรงด้านลมออกด้วย Expanded Metal

ประสิทธิภาพ	:	MERV8 หรือ 25-30% Dust Spot Efficiency (ตาม ASHRAE Standard 52.1-1992)
ค่า Performance Tolerance	:	Section 7.4 of ARI Standard 850-93
ความเร็วลมผ่านแผ่นกรองอากาศ	:	ไม่มากกว่า 500 ฟุต ต่อนาที
ความดันตกคร่อมขณะแผ่นกรองสะอาด	:	ไม่มากกว่า 0.3 นิ้วน้ำ
ความดันตกคร่อมขณะแผ่นกรองตัน	:	ไม่มากกว่า 1.0 นิ้วน้ำ
ความหนา	:	2 นิ้ว
Fire Retardant Testing	:	UL. 900 Standard Class 2

3. แผ่นกรองอากาศแบบประสิทธิภาพปานกลาง (Medium Filter)

3.1 เป็นชนิด Mini-Pleated ตัวเนื้อกรองทำมาจาก Water Repellent, Microglass paper

ประสิทธิภาพ	:	MERV 14 หรือไม่น้อยกว่า 90%
		(ตาม ASHRAE Standard 52.1-1999)
ความเร็วลมผ่านแผ่นกรองอากาศ	:	ไม่มากกว่า 500 ฟุต ต่อนาที
ความดันตกคร่อมขณะแผ่นกรองสะอาด	:	ไม่มากกว่า 0.68 นิ้วน้ำ
ความดันตกคร่อมขณะแผ่นกรองตัน	:	ไม่มากกว่า 1.5 นิ้วน้ำ
ความหนา	:	ไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว
Fire Retardant Testing	:	UL. 900 Standard Class 2

หมวดที่ 5 วัสดุท่อสำหรับระบบปรับอากาศ (Pipe and Fitting Material)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 จะต้องมีการจัดหาวัสดุท่อในระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความคงทนแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อน, มีความสะดวกในการติดตั้งสามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว และวัสดุมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานและคำแนะนำของผู้ผลิต

2. ท่อสารทำความเย็น

2.1 ท่อสารทำความเย็น(Suction, Liquid) ให้ใช้เป็นท่อทองแดงชนิดแข็ง Type L

3. ท่อน้ำทิ้ง

3.1 ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.17-2532 Class 8.5 อุปกรณ์ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4. ท่อลม

4.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน มอก. 50-2548 ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุใช้ตามขนาดเบอร์เกจตาม SMACNA (U.S. Gage) ผู้รับจ้างสามารถเลือกใช้แผ่นสังกะสีตามมาตรฐานอื่นได้แต่ต้องเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าที่ระบุในตารางข้างล่างนี้

Gage No.	ความหนาของแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Nominal Thickness) มิลลิเมตร	มวลเฉลี่ยของสังกะสีที่เคลือบอย่างน้อย กรัมต่อตารางเมตร
16	1.60	275
18	1.40	275
20	1.10	275
22	0.85	220
24	0.70	220
26	0.55	220
28	0.50	180
30	0.40	180

ยกเว้นท่อลมบางประเภทที่ใช้งานแล้วแต่กรณี ให้ใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในรายละเอียดของท่อลมนั้นๆ

4.2 ความหนาของแผ่นสังกะสี (U.S. Gage) ที่ใช้ประกอบท่อลมขนาดต่างๆ รวมถึงวิธีการประกอบและการติดตั้งให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Detail) และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และหรือ ASHRAE

4.3 ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้

หมวดที่ 6 ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 จะต้องมีการจัดเตรียมฉนวนหุ้มท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้งของเครื่องปรับอากาศแยกส่วน ตามขนาดมาตรฐาน และมีการติดตั้งที่มีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

2. ฉนวนหุ้มท่อน้ำยา

2.1 ระบบน้ำยาใช้ท่อทองแดง (Copper Hard Drawn Type L) ท่อ Suction หุ้มฉนวน Blastomeric Closed Cell Insulation หนาไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร ¾ นิ้ว หรือตามที่ระบุในแบบ

3. ฉนวนหุ้มท่อน้ำทิ้ง

3.1 ระบบท่อน้ำทิ้งของเครื่องปรับอากาศแยกส่วนจะใช้ท่อ PVC ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.17-2532 Class 8.5 และ ต้องหุ้มฉนวน Close Cell (Fire Retardant) ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

หมวดที่ 7 การติดตั้งท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Piping Installation)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 การติดตั้งท่อน้ำระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายตำแหน่งหรือจุดได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน โดยจะต้องควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้าง, ความสะดวกต่อการซ่อมบำรุง และ คำนึงถึงความปลอดภัยในการติดตั้งเป็นสำคัญ

2. ท่อน้ำยา

2.1 ระบบน้ำยาใช้ท่อทองแดง (Copper Hard Drawn Type L) ท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกัน โดยมี Clamp รัดทุก ๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรัด Clamp

2.2 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ PIPE SLEEVES ทุกแห่ง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยา และท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้าให้ทำฝาครอบหรือก่ออิฐ ช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้า ให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 75 มม. x 40 มม. x 5 มม. โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกัน ไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ CLAMP ยึดท่อทั้งหมดได้

2.3 ในทุกกรณีจะต้องตรวจปริมาณน้ำยาให้เต็มระบบท่อเสมอ โดยการตรวจดูทางด้าน Sight Glass จะต้องเห็นสารความเย็นไม่เป็นฟองอากาศ

3. ท่อน้ำทิ้ง

3.1 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี TRAP และลาดเอียงไปทางปลายทาง ไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 100

หมวดที่ 8 วาล์ว (Valves)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 วาล์วทุกชนิด (ยกเว้น Control Valve) สเทรนเนอร์และข้อต่ออ่อนต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่

1.2 วาล์วควบคุม ซึ่งใช้ควบคุมเฉพาะการปิด-เปิด (On-Off) เครื่องปรับอากาศต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่วาล์วนั้นติดตั้งอยู่ และต้องมีความดันลดของน้ำที่ตัววาล์วไม่เกิน 3.0 เมตร (10 ฟุต) ของน้ำที่ปริมาณการไหลของน้ำสูงสุดและจะต้องไม่มีเสียงดัง

1.3 โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อน้ำในแนวนอน (Horizontal Pipe) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวดิ่ง เว้นแต่จะมีสาเหตุจำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้งหรือใช้งาน จึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติดตั้งอยู่ในแนวเอียงได้ไม่เกิน 45 องศา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างเป็นแต่ละกรณีไป

1.4 วาล์วที่ปิด-เปิดขณะใช้งานบ่อย หากสามารถทำได้ต้องติดตั้งให้ตัววาล์วไม่สูงกว่า 1.50 เมตร จากพื้น

1.5 วาล์วขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่าที่ติดตั้งอยู่สูงเกิน 2.50 เมตร จากพื้นต้องติดตั้ง Chain Wheel และโซ่ทำด้วยเหล็กไม่เป็นสนิมห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร พร้อมที่คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

2. Check Valve

2.1 Check Valve จะต้องเป็นแบบ Non-Slamming Check Valve หรือ Spring Loaded Silent Check Valve, ออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

2.2 วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ทำด้วย Bronze หรือ Brass, มี Seat ทำด้วย Tef, Disc ทำด้วย PVC และมี Spring ทำด้วย Stainless Steel, ข้อต่อแบบ Screwed Ends

2.3 วาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า Body ทำด้วย Cast-Iron หรือ Steel เป็นแบบ Wafer หรือ Flanged Ends, Disc ทำด้วย Bronze, มี Seat ทำด้วย Buna-N หรือ Epdm, Stem ทำด้วย Stainless Steel และมี Spring ทำด้วย Stainless Steel

3. Ball Valve

3.1 สำหรับใช้กับท่อขนาด 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม.(2 นิ้ว) หรือตามที่กำหนดในแบบ ตัววาล์วทำด้วย Bronze, Brass หรือ Alloy ตัว Ball ทำด้วย Stainless Steel หรือ Hard-Chrome-Plated Brass ก้านหมุนขณะเปิดให้น้ำไหลผ่านได้เต็มที่ ต้องอยู่ในแนวขนานกับท่อน้ำเข้า-ออก ออกแบบสำหรับให้ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อย

กว่า 300 ปอนด์/ตร.นิ้ว กรณีที่ใช้กับท่อน้ำที่มีการหุ้มฉนวนกันความร้อน ตัววาล์วจะต้องเป็นแบบ Extended Stem ก้านวาล์ว จะสูงกว่าปกติ เพื่อให้หุ้มฉนวนได้

4. ข้อต่ออ่อน (Flexible Pipe Connection)

4.1 ข้อต่ออ่อนสำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออก จากเครื่องสูบน้ำ และเครื่องทำน้ำเย็น และอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบเป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Bellow Type Double Sphere) สามารถทนความดันขณะใช้งาน (W.O.G.Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม ต่อตารางเซ็นติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 77 องศาเซลเซียส (170 องศาฟาเรนไฮท์)

4.2 ขนาดข้อต่ออ่อนตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2½ นิ้ว) และใหญ่กว่าต่อแบบหน้าแปลน

4.3 การติดตั้งแบบต่อด้วยหน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหาย อันเนื่องมาจากการยืดตัวของข้อต่ออ่อน

5. สเทรนเนอร์ (Water Strainer)

5.1 สเทรนเนอร์ใช้สำหรับต่อด้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำและที่อื่น ๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบตัวสเทรนเนอร์ เป็นแบบ Y-Pattern ออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัม ต่อตารางเซ็นติเมตร (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกล้างได้โดยไม่ต้องถอด สเทรนเนอร์ทั้งตัวออกจากระบบท่อน้ำ

5.2 ขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัวเรือนทำด้วย Bronze ต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) ตะแกรงเป็นแบบ Perforated ทำด้วย Copper หรือ Stainless ขนาดรูตะแกรงไม่โตกว่า 0.84 mm. จำนวนรูไม่น้อยกว่า 50 รูต่อตร.ซม.

5.3 ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัวเรือนทำด้วย Cast-Iron Cast Steel หรือ Stainless Steel ต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) ตะแกรงเป็นแบบ Perforated Stainless Steel ขนาดของรูไม่โตกว่า 1.75 mm ไม่น้อยกว่า 17 รูต่อ ตร.ซม ที่แผ่นปิดท้ายตะแกรงต้องติดตั้งวาล์วระบายตะกอนทิ้ง ขนาดไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อสั้นและฝาปิด (Cap) ปลายท่อทิ้งไว้ด้วย

6. เกจ์วัดความดัน (Pressure Gauge)

6.1 เป็นแบบ Bourdon Tube, Brass, Bronze or Stainless Steel Movement สำหรับวัดความดันน้ำทางด้านเข้า-ออก ของเครื่องและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทม์กลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) Window เป็นแบบ Acrylic มีสเกลหน้าปัทม์อยู่ในช่วง 150 ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติ Accuracy Within +1.5% ของสเกลบนหน้าปัทม์ มีอุปกรณ์ปรับ

ค่าที่ถูกต้องได้ สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น Psig หรือมิลลิเมตรปรอท สำหรับวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ สำหรับการติดตั้งในตำแหน่งที่มีความสั่นสะเทือนสูง เช่น เครื่องสูบน้ำหรือเครื่องทำน้ำเย็น เกจ์วัดความดันให้เป็นแบบ Bourdon Tube (Brone Tube), Liquid Filled (Glycerine), Brass or Stainless Movement สำหรับวัดความดันทางด้านเข้า-ออก ของเครื่องสูบน้ำหรือเครื่องทำน้ำเย็น ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทม์กลม เส้นผ่าศูนย์ กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) Window เป็นแบบ Grilamd มีสเกลหน้าปัทม์ในช่วง 150 ถึง 200% ของความดันใช้งานปกติ Accuracy Within +1.5% ของสเกลหน้าปัทม์ มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้ สเกลมีหน่วยอ่านค่าผ่าน Psig หรือมิลลิเมตรปรอท สำหรับความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ

6.2 เกจ์วัดความดันแต่ละชุดจะต้องมี Shut-Off Needle Valve ทำด้วย Brass และ Snubber, Connection ¼" NPT

7. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

7.1 เทอร์โมมิเตอร์เป็นแบบหลอดแก้วชนิด Mercury Tubing Adjustable Angle สามารถมองดูได้ง่าย Window เป็นแบบ Acrylic ใส มีสเกลยาว 23 เซ็นติเมตร (9 นิ้ว) ติดตั้งไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำที่ด้านเข้า-ออกจากเครื่องและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ ตัวเรือนทำด้วย Cast Aluminium ก้านวัดอุณหภูมิ (Stem) ยาวไม่น้อยกว่า 9 เซ็นติเมตร (3 1/2 นิ้ว) มีสเกลหน้าปัทม์เป็นแบบ Dual Scale โดยแสดงค่าองศาฟาเรนไฮท์และองศาเซลเซียส สำหรับวัดอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนและอุณหภูมิน้ำเย็น Accuracy Within 1 % ของสเกลบนหน้าปัทม์

7.2 เทอร์โมมิเตอร์แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกับ Separable Brass Well โดยมี Connection แบบ Swivel Nut หรือแบบ Union, ตัว Well จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้ อย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่าให้ขยายท่อ โดยใช้สามตาหรือข้อต่อต่างๆ ประกอบในการติดตั้ง ตำแหน่งที่ติดตั้งให้อยู่ในระดับสายตา สูงประมาณ 1.50 เมตรจากพื้น

หมวดที่ 9 หน้ากากลม (Diffusers and Grilles)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกตัว ต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีก เพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน

1.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมทุกชนิดภายในอาคารให้ใช้ Natural Anodized ส่วนหน้ากากลมทุกชนิดที่ติดตั้งกับผนังภายนอกอาคารทั้งหมดให้ใช้สี Natural Anodized หรือกำหนดโดยผู้ออกแบบสถาปัตย์

1.3 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น สีของหน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทั้งหมด ให้กำหนดโดยผู้ออกแบบงาน Interior

2. Air Diffuser & Grille

2.1 Air Diffuser หัวจ่ายลมแบบสี่เหลี่ยมจตุรัสมีขนาด และจำนวนตามที่กำหนดในแบบทำด้วย Anodized Extruded Aluminium ขอบและมุมตัดเรียบติดตั้งแนบฝ้าเพดานทุกหัวจ่ายจะต้องมีใบปรับลม (Damper) และใบควบคุมปริมาณลม (Volume Damper) ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกัน สามารถถอดแยกหัวจ่ายทำความสะอาดได้ง่าย ขนาดของหัวจ่ายลม ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้ขนาดดังต่อไปนี้

ปริมาณลม (CFM)	ขนาดคอหัวจ่าย
0 – 200	10” x 10”
201 – 400	12” x 12”
401 – 600	14” x 14”

2.2 Air Register หัวจ่ายลมแบบติดผนังแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด และจำนวนตามกำหนดในแบบ ทำด้วย Anodized Extruded Aluminum สามารถปรับทางลมได้ 4 ทิศทาง มีใบปรับลม (Damper) ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกัน Blade ของหัวจ่ายจะต้องมี Bushing ทำด้วย Nylon

2.3 Exhaust Grille หน้ากากลมระบายออกแบบติดฝ้าเพดานห้องน้ำเป็นแบบ One Way มีใบปรับลม (Damper) ทำด้วย Anodized Extruded Aluminium และที่ด้านออกสู่ภายนอกอาคาร ต้องเพิ่มมุ้งลวด (Insect Screen) ด้วย

2.4 Fresh Air Grille หน้ากากลมบริสุทธิ ลักษณะเช่นเดียวกับ Return Air Grille แต่เพิ่มมุ้งลวด (Insect Screen) แบบสามารถถอดทำความสะอาดได้สะดวก

2.5 Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงในแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาดความหนาของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน

หมายเหตุ สำหรับ Exhaust และ Fresh Air Grille หรือ Grille อื่น ๆ ที่ติดตั้งด้านนอกอาคารให้เป็น Grille ที่สามารถกันฝนหรือน้ำเข้าได้

หมวดที่ 10 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

1.2 มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานของเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งต้องถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ .-

ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
ข. กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
ง. มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
จ. กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่น
ฉ. ANSI - American National Standard Institute
ช. ASTM - American Society of Testing Materials
ซ. BS - British Standard
ฌ. DIN - Deutsche Industrienormen
ญ. IEC - International Electrotechnical Commission
ฎ. JIS - Japanese Industrial Standard
ฏ. NEC - National Electrical Code
ฐ. NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ฑ. NESC - National Electrical Safety Code
ฒ. NFPA - National Fire Protection Association
ณ. UL - Underwriters Laboratories, INC.
ด. VDE - Verband Deutscher Electrotechniker

1.3 การเดินสายไฟฟ้า

ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมในอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อการฝังในคอนกรีตหรือผนัง หรือเดินลอยซ่อนในฝ้าเพดานแล้วแต่กรณีสำหรับการใช้สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่ระบุในหมวดต่อๆไป

1.4 ผู้รับจ้างงานไฟฟ้าจะเป็นผู้จ่ายไฟฟ้ามาให้ถึงแผงไฟฟ้าของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยที่ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศจะเป็นผู้ต่อสายไฟฟ้าเข้าแผงไฟฟ้าที่อยู่ในความรับผิดชอบเอง

และผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะต้องตรวจสอบการต่อสายไฟฟ้า และการจ่ายไฟฟ้าให้ถูกต้องตามความต้องการของทั้งสองฝ่าย

2. การต่อลงดิน

2.1 วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้ม หรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะ อันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ต้องต่อลงดินตามกำหนดในมาตรฐานดังต่อไปนี้ .-

ก. ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดิน และการต่อลงดิน"

ข. มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES 24-1984 การต่อลงดิน"

ค. National Electrical Code (NEC) Article 250

ง. National Fire Protection Association (NFPA) NO. 78

2.2 สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดิน ให้เป็นตัวนำทองแดง มีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์นั้น ๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดในตาราง

ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน	
พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน .... แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร) ตัวนำทองแดง
15	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

3. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

3.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 240/416 โวลท์, 3-เฟส, 4-สาย 50 เฮิร์ท, Y-Connection, Solid Ground

3.2 กำหนดให้ใช้รหัสสีของ Busbar, ของสายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ .-

ก. สีน้ำตาล สำหรับเฟส A (R)

ข. สีดำ สำหรับเฟส B (S)

ค. สีเทา สำหรับเฟส C (T)

ง. สีฟ้า สำหรับสายศูนย์ (Neutral)

จ. สีเขียว สำหรับสายดิน

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตเป็นสีเดียว ให้ใช้ปลอก พีวีซี สีตามกำหนด สวมไว้ที่ปลายสายทั้งสองด้านและภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด

3.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่าง ๆ ต้องมีรหัสสีแสดงไว้เพื่อง่ายในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลังโดยกำหนดให้ใช้รหัสสีดังนี้ .-

- สีแดง สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
- สีฟ้า สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

โดยให้ทาสีคาดที่ท่อร้อยสายไฟฟ้าทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร (3 ฟุต) หรือทาสีที่อุปกรณ์ยึดท่อ (Clamp) ส่วนกล่องต่อสาย กล่องพักสาย ให้ทาสีภายในกล่องและฝากล่องทุก ๆ กล่อง

4. การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้ .-

ก. ตรวจสอบค่าความด้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด

ข. ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน

ค. ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่าง ๆ

ง. ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

จ. จัดทำรายงานการทดสอบต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

หมวดที่ 11 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสารอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดย เฉพาะดังต่อไปนี้ .-

ก. ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 348

ข. ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรง และใช้ในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 345

ค. ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346

ง. ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อ กำหนดใน NEC Article 350

จ. อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector

ฉ. การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้ .-

- ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
- การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีความโค้งของการตัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

- ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) และต้องยึดตัวสุดท้ายห่างจาก Box ไม่เกิน 20 cm.
- ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)
- แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับวิศวกรเป็นแต่ละกรณีไป

3. Cable Tray

ก. Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร (0.08 นิ้ว) และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูกมีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี

ข. Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขั้นทุก ๆ ระยะ 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) หรือน้อยกว่า

ค. การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ Cable Tie เท่านั้น

ง. อุปกรณ์ยึดและแขวน Cable Tray และ Wire Way ภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสีภายนอกอาคารทำด้วยเหล็ก Electro-Galvanized แล้วทาสีตามตารางรหัสและสัญลักษณ์สี

4. Wireway

ก. Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized

ข. การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ Cable Tie เท่านั้น

ค. ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 500 มิลลิเมตร (20 นิ้ว)

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิทช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้ .-

ก. กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร (0.048 นิ้ว) ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Electro-Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อ ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร (0.096 นิ้ว)

ข. กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Electro-Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

ค. กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory)

ง. ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และ ขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามข้อกำหนดใน NEC Article 373

จ. กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

ฉ. การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 12 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือการทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และ ทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูด ขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ขัดถูและทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อ และที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของสีตามรหัสสีและสัญลักษณ์

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำหนิต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิมหรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุ แปลกปลอมออกจากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลง เหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือ น้ำมันก๊าดเช็ดถู หลาย ๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้ง สนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

3.1 ในการทาสีแต่ละขั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีขั้นต่อ ๆ ไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ลำดับ	ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
1.	- Black Steel Pipe - Black Steel Hanger and Support - Black Steel Sheet - Switchboard, Panel	1st Coat : Lead Free Primer 2nd Coat : Lead Free Primer 3rd Coat : Alkyd Finishing paint 4th Coat : Alkyd Finishing paint	1st Coat : Epoxy Lead Free Primer 2nd Coat : Epoxy Lead Free Primer 3rd Coat : Epoxy Finishing Paint 4th Coat : Epoxy Finishing Paint
2.	- Galvanized Steel Pipe - Galvanized Steel Hanger and Support - Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสีให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีอลูมิเนียม	1st Coat : Wash Primer 2nd Coat : Zinc Chromate 3rd Coat : Alkyd Finishing Paint 4th Coat : Alkyd Finishing paint	1st Coat : Wash Primer 2nd Coat : Epoxy Lead Free Primer 3rd Coat : Epoxy Finishing Paint 4th Coat : Epoxy Finishing Paint
3.	- PVC Pipe - Plastic Pipe	1st Coat : Wash Primer 2nd Coat : Chlorinated 3rd Coat : Rubber Finishing Paint	1st Coat : Wash Primer 2nd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint 3rd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint
4.	- Cast-Iron Pipe Inclusive of Underground Pipe	1st Coat : Coal Tar Epoxy 2nd Coat : Coal Tar Epoxy	1st Coat : Coal Tar Epoxy 2nd Coat : Coal Tar Epoxy
5.	- Copper Tube - Stainless Steel Pipe - Stainless Steel Sheet	1st Coat : Wash Primer 2nd Coat : Alkyd Finishing Paint	1st Coat : Wash Primer 2nd Coat : Epoxy Finishing Paint

	- Aluminium Steel Pipe - Aluminium Steel Sheet - Light Alloy - Lead - Conduit Clamp	3rd Coat : Alkyd Finishing Paint	3rd Coat : Epoxy Finishing Paint
6.	- Closed Cell Foam Plastic ใช้แถบสีแสดงรหัสสี	-	-

หมายเหตุ :- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขัดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้น ๆ มีการหุ้มฉนวน ให้ทาท่อฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

5.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้นและภายในกลุ่ม

5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้ .-

Pipe Diameter มม. (นิ้ว)	ความกว้างของแถบ มม. (นิ้ว)	ขนาดตัวอักษร มม. (นิ้ว)
20 - 32 (3/4 - 1 1/4)	200 (8)	12 (1/2)
40-50 (1 1/2-2)	200 (8)	20 (3/4)
65-150 (2 1/2-6)	300 (12)	32 (1 1/4)
200-250 (8 -10)	300 (12)	65 (2 1/2)
300 - มากกว่า (12- มากกว่า)	500 (20)	90 (4)

5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้ .-

ก. ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง

ข. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว

ค. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก

ง. เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น

จ. บริเวณช่องเปิดบริการ

5.5 ถ้าท่อที่หุ้มฉนวนนั้น ทาสีที่ฉนวนทั้งเส้นท่อ หรือท่อที่ไม่ต้องหุ้มฉนวน ให้ใช้ขนาดและระยะของตัวอักษรสัญลักษณ์ พร้อมลูกศรแสดงทิศทาง ตามข้อ 5.3 และ 5.4 ด้วย

6. ตารางแสดงรหัสสีและสีสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	Chilled Water Supply Chilled Water Return Chilled Water Reverse Return	CHS CHR CHRR	เขียว	ขาว
2.	Condenser Water Supply Condenser Water Return	CDS CDR	ส้ม	ขาว
3.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
4.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
5.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ	AC	ฟ้า	ฟ้า
6.	อุปกรณ์แขวน ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	-	เทาเข้ม	-
7.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
8.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง
9.	Isolation Room Duct & Laboratory Exhaust Air Duct	Contaminated Duct	แดง	ขาว

หมายเหตุ .- ท่อที่มิได้ระบุรหัสสี ให้ใช้ประเภทหรือชนิดของสีตามตารางข้อ 4 ส่วนรหัสของสีทับหน้า ให้เป็นไป ตามสีของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

หมวดที่ 14 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องการไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 หลังจากที่ติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องอุดหรือปิดบริเวณที่วัสดุหรืออุปกรณ์ทะลุผ่านผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ท่อต่าง ๆ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกไหม้ลามจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง วัสดุป้องกันไฟและควันลามนี้ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของ NEC หัวข้อ 300-21 และ ASTM

1.2 การใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลาม ให้พิจารณาใช้กับผนังกันไฟหรือผนังห้องกันเสียง และถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งลิ้นกันไฟ (Fire Damper) ตามบริเวณที่ท่อลมทะลุผ่านผนังกันไฟทุก ๆ จุด และจะต้องติดตั้ง Cover หรือ Escutcheon Plate บริเวณจุดที่ทะลุผ่านที่ปรากฏแก่สายตาทุกจุด และให้อยู่ในความเห็นชอบของผู้ ควบคุมงาน ข้อกำหนดนี้ยังครอบคลุมไปถึงท่อร้อยสายไฟ สายไฟฟ้า และ Raceway ที่ติดตั้งในช่องท่อ หรือช่อง เปิดบนพื้นต่าง ๆ ช่องเปิดที่เหลือหลังการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้วจะต้องถูกปิดด้วยวัสดุที่กล่าวข้างต้นที่มีความ สามารถกันไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2. คุณสมบัติของวัสดุ

2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง

2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้

2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข

2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี

2.6 ติดตั้งง่าย

2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้

2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติก่อน

3. การติดตั้ง

3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ .-

ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ท่อต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ

ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต

ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม

ง. ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลาม ตามท่อ

3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติก่อน

หมวดที่ 15 การทดสอบทำความสะอาดและการปรับแต่ง

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 การทดสอบจะต้องทำในขณะที่มีผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการร่วมอยู่ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องจัดเวลาและเตรียมวิศวกรของผู้รับจ้างซึ่งจะเป็นผู้ทดสอบไว้ให้พร้อม ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบและปรับ แต่งใด ๆ ก็ตามให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบฟอร์มเพื่อ Start-Up และทดสอบมาให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนจะทำการทดสอบจริง

2. การทดสอบอุปกรณ์

หมายถึงการทดสอบสมรรถนะ (Performance) ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดและจะต้องมีข้อมูลอย่างน้อยตามรายการต่อไปนี้

2.1 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
ฌ. Static Pressure In / Out
ญ. Total Static Pressure
ฎ. Motor Manufacturer / Frame
ฏ. Motor KW / RPM
ฐ. Volts / Phase / Hertz
ฑ. Full Load Amps / Service Factor
ฒ. No. of Belts / Make / Size

2.2 เครื่องปรับอากาศแบบใช้สารความเย็นโดยตรงระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Direct Expansion Unit)

ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ

ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง

ค. Make / Model Number

ง. Serial Number

จ. Type of Air 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

Retur 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. / Ibs.

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 Fans / Fan RPM

Condenser Fan KW.

Condensing Air Flow Rate

Condenser Fan Volts / Amps / Phase

ซ. Motor

Brandname / Frame

KW. / RPM

Volts / Phase / Hertz

Full Load Amp. / Service Factor

3. การทำความสะอาดท่อลม

3.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษRigid Fiberslassและขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบ ท่อลม

3.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด

3.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่

4. การทดสอบและปรับปริมาณลม

4.1 ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงาน ต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ

4.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Transverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมีปลั๊กอุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมท่อแยกให้ปรับที่Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

หมวดที่ 16 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)

1. วัตถุประสงค์

วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตาม แบบและข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิต จะต้องแจ้งให้ทราบและจะพิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบ Alternative จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและ ความต้องการของวิศวกร

จำนวนอุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏบนแบบ ยกเว้นรายการต่อไปนี้

ก. สายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องวัดจากแบบหรือไดอะแกรม

ข. รายการปลีกย่อยต่าง ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ แต่จำเป็นที่จะต้องมีไว้เพื่อให้ระบบสมบูรณ์แบบจะต้องมีการประเมินจำนวนไว้ โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับได้

ตัวเลขข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ต้องแสดงเอกสาร รายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอเพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.1	<u>SPLIT SYSTEM (DX-COIL) UNIT</u>	
	Carrier	USA or Locally Assembly Under License
	Dunham-Bush	USA or Locally Assembly Under License
	Daikin	Japan or Locally Assembly Under License
	Enercov	Interational or Locally Assembly Under License
	Mitsubishi	Japan or Locally Assembly Under License
	Samsung	Korea or Locally Assembly Under License
	Trane	USA or Locally Assembly Under License
	Tasak	Local

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	Uni-Aire	Local
	Hisense	China
	Haier	China
2.2	<u>Explosion Proofed Axial Fan</u>	
	Kruger	Switzerland
	Loren-Cook	USA
	Mitsubishi	Japan
	Panasonic	Japan
	Wolter	Germany
2.3	<u>Ceiling Fan</u>	
	Fantech	Australia
	GREENHECK	USA
	Kruger	Switzerland
	Loren-Cook	USA
	Mitsubishi	Japan
	Panasonic	Japan
	Wolter	Germany
2.4	<u>Copper tube</u>	
	Cambridge	Korea
	KLM	Local/Korea
	Kembla	Australia
	Mueller	USA
	Nibco	USA
	Sampo	Korea
	KOPPAR	Local

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.5	PVC Pipe	
	Bangkok Paiboon Pipe	Local
	D-Plast	Local
	Thai Pipe	Local
	CAPC	Local
	SCG	Local
	TOA	Local
2.6	Closed Cell Foamed Elastomer Insulation	
	Armaflex	USA or Produce under License
	Aeroflex	Local
	K-Flex	Malaysia
	Maxflex	Local
	Thermaflex	Netherland
	Thermobreak	Local
2.7	Automatic Control Equipment	
	Andover	USA
	Azbil (Yamatake)	Japan
	Barber Colman	USA
	Belimo	Switzerland
	Carel	Italy
	Emerson	International
	Gerystone	Canada
	Honeywell	USA
	Invensys	USA

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	Johnson Controls	USA
	Landis & Stefa	Switzerland
	Loytec	Austria
	Regin	Sweden
	Siemens	Germany
	Signet	USA
	Schneider	France
2.8	Galvanized Steel Sheet	
	BSP	Local
	Singha	Local
	Thai Galvanized Steel	Local
	Truzinc	Local
2.9	Flexible Round Duct	
	Aeroduct	Local
	ARMduct	Local
	AS&D	Local
	Duct Excel	Local
	Fabriflex	Singapore
	Siflex	Singapore
	Interduct	Local
2.10	Air Filter	
	AAF	USA
	Air Guard	USA
	Camfil	USA/Sweden
	EST	USA

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	JAF	Japan
	SPX Vokes-Air	Switzerland
	Airmax	Local
2.11	<u>Diffusers, Grilles & Louvres</u>	
	AS&D	Local
	Aerogrille (Plastic Grille)	Local
	Ace air diffusion	Malaysia
	CFM Percool	Local
	ESCO Flow	Local
	Flothru	Local
	GREENHECK	USA
	Halton	UK
	Komfort Flow	Local
	Metal Aire	USA or Locally Assembly Under License
	Price	USA
	Ruskin	USA
	SEIHO	USA
	Stream Air	Local
	Titus	USA
	BETEC CAD	UAE
2.12	<u>Safety Switch</u>	
	Eaton	USA
	GE	USA
	Square-D	USA
	Siemens	Germany
	Schneider Electric	USA

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.13	<u>Contactor and Control Relay</u>	
	ABB	France
	Fuji	Japan
	Finder	Italy
	Mitsubishi	Japan
	Siemens	Germany
	Schneider Electric	France
2.14	<u>Electric Motor</u>	
	Celsa	Spain
	Crompton	UK
	Cutler-Hammer	USA
	Fuji	Japan
	Gossen	Germany
	Mitsubishi	Japan
	Siemens	Germany
	Schneider Electric	France
2.15	<u>Conduit (Metalic)</u>	
	ABSO	Local
	Arrow Pipe	Local
	BSM	Local
	Panasonic	Local
	PAT	Local
	RSI	Local
	TAS	Local
	UI	Local

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.16	Conduit (Non Metalic)	
	Clipsal	Australia
	Eflex	Local
	FRE	Canada
	GRE	Local
	TAP	Local
	ท่อน้ำไทย	Local
	ตราช้าง	Local
2.17	Power & Control Cable	
	Bangkok Cable	Local
	CTW	Local
	MCI	Local
	Phelpsdodge	Local
	Thai Yazaki	Local
2.18	Low Voltage Main and Distribution Board Manufacturer	
	Asefa	Local
	E.S. International	Local
	PMK	Local
	Siam Industry	Local
	SCI	Local
2.19	Fire Barrier System	
	Abesco	UK
	Bio fireshield	USA

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	Hilti	USA
	KBS	Germany
	Metacaulk	USA
	Tremco	USA
	3M	USA
	STI	USA
2.20	<u>Paint</u>	
	Chugoku	Japan
	ICI	UK
	Jotun	Norway
	Rust-Oleum	USA
	TOA	Local