

รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง  
ออกแบบปรับปรุงสำนักงานภารกิจด้านอำนาจการ สถาบันมะเร็งแห่งชาติที่  
สถาบันเด็กแห่งชาติมหाराชนี

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

มีนาคม 2568



## สารบัญ

### บทที่ 1 ความต้องการทั่วไป

1. บทนำ
2. คำจำกัดความ
3. ขอบเขตของงาน
4. สถาบันมาตรฐาน
5. สถาบันตรวจสอบ

### บทที่ 2 ความรับผิดชอบ

1. การสำรวจบริเวณก่อสร้าง
2. การตรวจสอบแบบ รายการและข้อกำหนด
3. พนักงาน
4. การติดต่อและค่าธรรมเนียม
5. การจัดหาหน้าประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง
6. การทำงานนอกเวลาทำการปกติ
7. การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ
8. การจัดทำตารางแผนงาน
9. การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน
10. การประชุมโครงการ
11. รายการแก้ไขงานติดตั้ง
12. การทดสอบเครื่องและระบบ
13. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่
14. การส่งมอบงาน
15. การรับประกัน
16. การบริการ

### บทที่ 3 การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้าง

1. การตัด เจาะ
2. การปิดช่อง
3. การจัดวางแท่นเครื่อง
4. การยึดท่อและอุปกรณ์เกี่ยวกับโครงสร้างอาคาร

5. งานติดตั้งในห้องเครื่อง
6. ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์
7. เฝิงและโรงเรือนชั่วคราว
8. กำจัดสิ่งปฏิกูล
9. การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

#### บทที่ 4 การประสานงาน

1. การให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงานและสถาปนิก
2. การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ
3. การประสานงานในด้านมณฑนากร

#### บทที่ 5 ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค

1. ความปลอดภัยและการป้องกัน
2. อุปกรณ์ปฐมพยาบาล
3. รายงานอุบัติเหตุ
4. การป้องกันการล่วงล้ำเขตที่
5. การป้องกันสถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค
6. การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและใต้ดิน
7. ของมีค่าและวัตถุโบราณ

#### บทที่ 6 วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน
2. เครื่องมือ
3. การขนส่งและการนำเครื่องและอุปกรณ์ เข้าหน่วยงาน
4. การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ
5. การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์
6. ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์
7. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุอุปกรณ์
8. รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์
9. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร
10. การป้องกันการผุกร่อน

## บทที่ 7 แบบและเครื่องมือ

1. ระยะ ขนาด ตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ
2. ข้อขัดแย้งของแบบ
3. แบบประกอบสัญญา
4. แบบใช้งาน (SHOP DRAWING)
5. แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)
6. หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

## บทที่ 8 เครื่องปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT

1. ความต้องการทั่วไป
2. เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)
3. เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT)
4. ระบบท่อสารความเย็นและท่อน้ำทิ้ง
5. ระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM)
6. การติดตั้งระบบปรับอากาศ
7. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

## บทที่ 9 พัดลมระบายอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป
2. พัดลมแบบ CENTRIFUGAL
3. พัดลมแบบ PROPELLER
4. พัดลมแบบ CEILING FAN
5. พัดลมแบบ AXIAL FLOW
6. พัดลมแบบ ROOF VENTILATION
7. พัดลมแบบ CEILING CIRCULATING
8. พัดลมแบบ PLENUM
9. พัดลมแบบ CABINET
10. พัดลมระบายควันจากครัว
11. พัดลม JET FAN
12. AIR CURTAIN
13. การเสนออุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติ

**บทที่ 10 ระบบส่งลมและอุปกรณ์**

1. ความต้องการทั่วไป
2. DUCT CLASSIFICATION
3. ประเภทท่อลม
4. ข้อกำหนดของวัสดุท่อลม
5. ฉนวนหุ้มท่อลม
6. อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม
7. ช่องเปิดบริการ
8. FLEXIBLE COLLARS
9. DAMPER
10. ELECTROSTATIC AIR CLEANER FOR KITCHEN EXHAUST
11. อุปกรณ์ลดเสียงในท่อลม
12. การทำความสะอาดท่อลม
13. การทดสอบและการปรับปริมาณลม

**บทที่ 11 หน้ากากลม**

1. ความต้องการทั่วไป
2. CEILING DIFFUSER (CD)
3. SUPPLY AIR GRILLE & REGISTER (SAG/SAR)
4. RETURN AIR GRILLE & REGISTER (RAG/RAR)
5. FRESH AIR GRILLE & REGISTER (FAG/FAR)
6. LINEAR SLOT DIFFUSER & RETURN (LSD/LSR)
7. EXHAUST AIR GRILLE & REGISTER (EAG/EAR)
8. PERFORATED CEILING DIFFUSER
9. JET DIFFUSER
10. LINEAR BAR GRILLE (LBG)

**บทที่ 12 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ**

1. ความต้องการทั่วไป
2. มาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ
3. การต่อลงดิน
4. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

5. การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า
6. แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
7. พิกัดของแผงสวิทช์
8. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบตั้งพื้น
9. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดผนัง
10. CIRCUIT BREAKER
11. MOTOR STARTER
12. MOTOR
13. เครื่องวัดและอุปกรณ์
14. BUSBAR และฉนวนยึด
15. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทช์
16. MIMIC BUS และ NAMEPLATE
17. REMOTE CONTROL PANEL
18. การติดตั้ง
19. การทดสอบ

### บทที่ 13 สายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป
2. ชนิดของสายไฟฟ้า
3. การติดตั้ง
4. การทดสอบความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า
5. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
6. ท่อร้อยสายไฟฟ้า
7. CABLE TRAY
8. WIRE WAY
9. ก่อต่อสาย
10. การติดตั้ง
11. การทดสอบระบบ

### บทที่ 14 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

1. ความต้องการทั่วไป
2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

## บทที่ 1 ความต้องการทั่วไป

### 1. บทนำ

- 1.1 เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจัดหาพร้อมติดตั้งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่น ๆ สำหรับใช้งาน ขอบเขตของงานรวมถึงการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องและอุปกรณ์ประกอบงานระบบปรับอากาศซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อม ดังต่อไปนี้. -
  - 1.2.1 ความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลปานกลาง
  - 1.2.2 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.6°C (96°F)
  - 1.2.3 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30°C (86°F)
  - 1.2.4 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79%
  - 1.2.5 ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยตลอดปี 55%
- 1.3 ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้.-
  - 1.3.1 เครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำ
  - 1.3.2 หอระบายความร้อน
  - 1.3.3 ระบบปรับอากาศ
  - 1.3.4 ระบบระบายอากาศ
  - 1.3.5 ระบบท่อสารทำความเย็น
  - 1.3.6 ระบบท่อน้ำ
  - 1.3.7 ระบบท่อลม
  - 1.3.8 ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
  - 1.3.9 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ
  - 1.3.10 ระบบประกอบอื่นๆ

### 2. คำจำกัดความ

คำนาม คำสรรพนามที่ปรากฏในข้อกำหนด สัญญา และรายการก่อสร้าง รวมทั้งเอกสารอื่นที่แนบสัญญาให้มี ความหมายตามที่ระบุไว้ในหมวดนี้ นอกจากจะมีการระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น "เจ้าของโครงการ" หมายถึงเจ้าของงาน ก่อสร้างโครงการนี้ ตามที่ลงนามในสัญญาและมีอำนาจตามที่ ระบุในสัญญา

"ผู้คุมงาน" หมายถึง ผู้แทนเจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งให้ควบคุมงาน

“สถาปนิก”	หมายถึง	สถาปนิกหรือวิศวกรผู้มีนามปรากฏอยู่ ในแบบและในเอกสารต่าง ๆ ในฐานะผู้ออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้าง
“ผู้รับจ้าง”	หมายถึง	นิติบุคคลและตัวแทนหรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับเจ้าของโครงการ
“งานก่อสร้าง”	หมายถึง	งานต่าง ๆ ที่ได้ระบุในแบบก่อสร้างประกอบสัญญา รายการก่อสร้างและเอกสารแนบสัญญา รวมทั้งงานประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
“แบบประกอบสัญญา”	หมายถึง	แบบก่อสร้างทั้งหมดที่มีประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมา และแบบก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขและเพิ่มเติมโดยความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว
“รายละเอียดประกอบแบบหรือข้อกำหนด”	หมายถึง	ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์เทคนิค และข้อตกลงต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างที่มีปรากฏหรือไม่มีปรากฏในแบบก่อสร้างตามสัญญานี้
“การอนุมัติ”	หมายถึง	การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ
“ระบบประกอบอาคาร”	หมายถึง	ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาลและระบบอื่น ๆ ที่นอกเหนืองานสถาปัตยกรรมและก่อสร้าง

### 3. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ซึ่งติดตั้ง ภายนอก และภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

### 4. สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้-

- 4.1 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- 4.2 ASSOCIATION OF HOME APPLIANCE MANUFACTURERS (AHAM)
- 4.3 AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION.INC (AMCA)
- 4.4 AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE (ANSI)
- 4.5 AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API)
- 4.6 AIRCONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE (ARI)
- 4.7 AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE)
- 4.8 AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME)
- 4.9 AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (ASTM)
- 4.10 BRITISH STANDARD (BS)

- 4.11 FACTORY MUTUAL (FM)
- 4.12 INTERNATIONAL ELECTRO-TECHNICAL COMMISSION (IEC)
- 4.13 METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY (MEA)
- 4.14 NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC)
- 4.15 NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS (NEMA)
- 4.16 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)
- 4.17 SHEET METAL AND AIRCONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION INC. (SMACNA)
- 4.18 UNDERWRITERS' LABORATORIES, INC. (UL)

## 5. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้.-

- 5.1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 5.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 5.3 กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 5.4 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
- 5.5 สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

## บทที่ 2 ความรับผิดชอบ

### 1. การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไปของเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่าง ๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใด ๆ ของตนมิได้

### 2. การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

2.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการและข้อกำหนดต่าง ๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่าง ๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากผู้คุมงานโดยตรง

2.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทาง วิศวกรรม สาขาอื่น ๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

### 3. พนักงาน

3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงาน และทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

3.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรม ควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม

3.3 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชา และวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

3.4 เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้าง เปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าฝีมือการปฏิบัติงานไม่ดีพอ หรืออาจเกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันที และค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติและผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานในโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ

### 4. การติดต่อและค่าธรรมเนียม

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างเพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียมและค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น ทั้งนี้ยกเว้นค่าประกันมิเตอร์

## 5. การจัดการน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

- 5.1 ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดการน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับการก่อสร้างตามโครงการ
- 5.2 ผู้รับจ้าง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 5.3 ผู้รับจ้างต้องให้ข้อมูลกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อรวบรวมและดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐ หรือเอกชนในการขออนุมัติใช้บริการ ดังกล่าว
- 5.4 การติดตั้งท่อ อุปกรณ์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการซึ่งอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความรับผิดชอบของ ผู้รับจ้าง ให้ผู้รับจ้างดำเนินการเอง

## 6. การทำงานนอกเวลาทำการปกติ

หากผู้รับจ้างมีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมงในวันทำงานปกติและทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา โดยทางผู้คุมงานจะเป็นผู้อนุมัติ

## 7. การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

- 7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (SUBMITTAL DATA) ของวัสดุ อุปกรณ์เสนอผู้คุมงานเพื่ออนุมัติ ก่อนดำเนินการใด ๆ อย่างน้อย 30 วัน รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด
- 7.2 รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์แต่ละอย่างให้เสนอแยกกันโดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อก และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด และความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา
- 7.3 ผู้รับจ้างต้องประทับตราเครื่องหมาย ชื่อบริษัทหรือลงชื่อกำกับเอกสารทุกชิ้นที่เสนอ เพื่อขออนุมัติ

## 8. การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงรายละเอียดจำนวนพนักงาน การขนส่งเครื่อง และอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอนเพื่อประกอบการประสานงานเสนอต่อผู้คุมงานเป็นระยะ ๆ ตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

## 9. การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน

9.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน และสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้ผู้คุมงานจำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 4 ชุดสำหรับรายงานประจำเดือน ทุกสัปดาห์แรกของเดือนตั้งแต่เริ่มเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน

9.2 รายงานดังกล่าวประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ -

9.2.1 จำนวนและตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงาน

9.2.2 จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงาน

9.2.3 รายละเอียดงานที่ปฏิบัติ

9.2.4 วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานจากสถาปนิก

9.2.5 วันที่เสนอแบบใช้งานและรับแบบแก้ไขจากสถาปนิก

9.2.6 เหตุการณ์พิเศษอื่น ๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

## 10. การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะ ๆ โดยผู้รับจ้างงานอาคารหรือผู้คุมงาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการและทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

## 11. รายการแก้ไขงานติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้คุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชาโดยจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่าง ๆ ทั้งสิ้น

## 12. การทดสอบเครื่องและระบบ

12.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (OPERATION MANUAL) เสนอผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน

12.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

12.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการ และ/หรือสถาปนิกอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

- 12.4 รายงานข้อมูลในการทดสอบ (TEST REPORT) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ผู้คุมงานจำนวน 4 ชุด
- 12.5 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องและระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

### 13. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของเจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

### 14. การส่งมอบงาน

- 14.1 ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกันค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 14.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่ผู้คุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- 14.3 การส่ง และรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วยเจ้าของโครงการหรือผู้รับมอบอำนาจ ผู้คุมงานและผู้รับจ้าง

### 15. การรับประกัน

- 15.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 365 วันนับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- 15.2 ระยะเวลาประกัน หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้อง
- 15.3 ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า
- 15.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยน หรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญาประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดย ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

## 16. การบริการ

- 16.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี
- 16.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบและการบำรุงรักษาเสนอ เจ้าของโครงการภายใน 7 วันนับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง
- 16.3 ในปีที่ 2 ของการใช้งานผู้รับจ้างต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ทุก ๆ 3 เดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเสนอเจ้าของโครงการ

## บทที่ 3 การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

### 1. การตัด เเจาะ

ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบการตัด เเจาะฝ้าผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคาเท่าที่จำเป็นในการติดตั้งงานระบบ การตัด เเจาะต่าง ๆ ต้องจัดทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างและความเรียบร้อยของงาน สถาปัตยกรรม การตัด เเจาะต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบก่อนดำเนินการทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการ ตัด เเจาะ สกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างภายหลังการตัด เเจาะ สกัด ฯลฯ และติดตั้งอุปกรณ์ของผู้รับจ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมส่วนของอาคารดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเดิม

### 2. การปิดช่อง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่าง ๆ บนฝ้าผนังพื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการหลังการติดตั้ง หลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่าง ๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงการเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามเห็นชอบของผู้คุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ หรือผนังกันเสียงต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ช่องเปิดเพื่อเดินท่อน้ำ, ท่อลม, ท่อร้อยสายไฟระหว่างชั้น (SHAFT) จะต้องปิดและอุดแน่นด้วยวัสดุ ซึ่งสามารถทนไฟไม่ให้น้ำระหว่างชั้นได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

### 3. การจัดทำแทนเครื่อง

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแทน ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามหลักวิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถทนการสั่นสะเทือนขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี
- 3.2 ข้อมูลต่าง ๆ ของแทนเครื่อง เช่น รายละเอียด ขนาด ตำแหน่ง ต้องแจ้งให้สถาปนิกและผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าก่อนการจัดทำแทนคอนกรีตไม่น้อยกว่า 7 วัน การให้ข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วนอันก่อให้เกิดผลเสียหาย หรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น

### 4. การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึดแขวนท่อเครื่องและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็ก ต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน ก่อนดำเนินการยึด แขวนใด ๆ
- 4.2 ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึดแขวนจะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้โดยมีค่าความปลอดภัยไม่น้อยกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)
- 4.3 การยึดแขวนกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะก่อให้เกิดความเสียหายหรือกีดขวางงานของระบบอื่นๆ

4.4 EXPANSION SHIELD ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปูนไม้โดยเด็ดขาด และต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

## 5. งานติดตั้งในท้องเครื่อง

5.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งแทนเครื่องต่าง ๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

5.2 แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้าหรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

## 6. ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

6.1 ช่องเปิดต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ซาฟท์ ช่องระหว่างผนัง ฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างต้องกำหนด ขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างอื่นที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่าง ๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

6.2 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่อง และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลังรวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า ฝาผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

## 7. เพิงและโรงเรือนชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้คุมงานเรื่องตำแหน่ง สถานที่สร้างเพิง และโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาเครื่องและอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้เท่านั้น อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหาย หรือเสื่อมสภาพก่อนนำไปใช้งาน วัสดุที่วางกองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคาหรือผ้าใบคลุมป้องกันฝนและแสงแดดวัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้นและห้ามกองไว้บนพื้นดิน

## 8. การกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวันหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้น ๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลาง ก่อนส่งมอบงาน จะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

## 9. การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวน และการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ หลังจากการติดตั้งแล้ว โดยใช้วิธีการป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องจักรนั้น ๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือน ควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร

## บทที่ 4 การประสานงาน

### 1. การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงานและสถาปนิก

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และสถาปนิกในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่าง และอื่น ๆ ตามสมควรแก่กรณี

### 2. การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงานและความคืบหน้าของโครงการหากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการติดต่อประสานงาน เช่น

- 2.1 การร่วมมือปรึกษาวางแผนความคืบหน้าของงาน
- 2.2 การใช้เครื่องอำนวยความสะดวกร่วมกัน เช่น นั่งร้าน การปฐมพยาบาล
- 2.3 การเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ
- 2.4 ทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน
- 2.5 ป้องกันการชำรุดเสียหายกับงานส่วนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 2.6 หลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งในอันที่จะทำให้งานล่าช้าเกิดกำหนด

### 3. การประสานงานในด้านมณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิก และมณฑนาการโดยใกล้ชิดเพื่อให้งานเตรียมการเป็นไปโดยถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

## บทที่ 5 ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธาณูปโภค

### 1. ความปลอดภัยและการป้องกัน

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการปฏิบัติงานมีสภาพที่ปลอดภัย และหมั่นตรวจตราให้มีการป้องกันการสูญเสียบาดเจ็บและเสียหายกับ
  - 1.1.1 พนักงานและบุคคลอื่นที่เข้ามายังหน่วยงาน
  - 1.1.2 วัสดุ อุปกรณ์ที่เก็บรักษาไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง
  - 1.1.3 ถาวรวัตถุอื่น ๆ ในบริเวณก่อสร้างและข้างเคียง เช่น ถนน ทางเดิน สิ่งปลูกสร้างและสาธาณูปโภคต่าง ๆ
- 1.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บกับบุคคลใด ๆ ก็ตามอันเนื่องมาจากผลของการทำงานของผู้รับจ้าง
- 1.3 ในสถานที่ทำงานที่มีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ จะต้องจัดเตรียมให้มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงที่เหมาะสม เช่น เครื่องดับเพลิงไหม้

### 2. อุปกรณ์ปฐมพยาบาล

บริเวณสำนักงานชั่วคราวของผู้รับจ้าง ต้องจัดให้มีเครื่องเวชภัณฑ์ในการปฐมพยาบาลอุปกรณ์ช่วยชีวิต ยาสามัญประจำบ้านเก็บไว้ในที่ซึ่งเห็นและหยิบใช้ได้ง่าย

### 3. รายงานอุบัติเหตุ

เมื่อมีเหตุการณ์ใด ๆ ที่ไม่คาดคะเนเกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการทะเลาะวิวาท การทำร้ายร่างกายหรืออุบัติเหตุให้ผู้รับจ้างรีบรายงานเหตุที่เกิดขึ้นให้ผู้คุมงานทราบเป็นลายลักษณ์อักษรในทันที

### 4. การป้องกันการล่งล้ำเขตที่

ผู้รับจ้างต้องจำกัดเขตก่อสร้างมิให้เกิดการล่งล้ำ บุกรุกเข้าไปในที่ข้างเคียงนอกบริเวณก่อสร้าง และดูแลมิให้พนักงานของตนบุกรุกเข้าไปในเขตที่ของผู้อื่นด้วย ขณะเดียวกันก็ป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด ทั้งในและนอกเวลาปฏิบัติงาน

### 5. การป้องกันสถานที่สาธาณะและสาธาณูปโภค

ผู้รับจ้างต้องไม่นำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณก่อสร้างไปวางกีดขวางการสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไป รวมทั้งไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่สาธาณะ และสาธาณูปโภค ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพดีดังเดิมโดยมิชักช้า และเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

## 6. การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและใต้ดิน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายใด ๆ แก่สิ่งปลูกสร้างบริเวณข้างเคียงและที่อยู่ใต้ดิน เช่น ฐานราก ในระหว่างการทำงานก่อสร้างหากเกิดความเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขให้คืนสภาพดั้งเดิมโดยมิชักช้า ในกรณีที่ผู้คุมงานเห็นว่า การป้องกันที่ผู้รับจ้างได้ทำไว้ไม่ดีพอ ผู้คุมงานอาจมีคำสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นตามความเห็นสมควร

## 7. ของมีค่าและวัตถุโบราณ

ของมีค่าและวัตถุโบราณที่ขุดพบในบริเวณก่อสร้าง หรือเขตที่ดินของเจ้าของโครงการ ให้มอบไว้กับเจ้าของโครงการ การกระทำใด ๆ อันแสดงเจตนาปกปิด หรือถือเป็นการมฉิทธิส่วนตัว เจ้าของโครงการมีสิทธิที่จะแจ้งต่อเจ้าหน้าที่บ้านเมืองให้ดำเนินการตามกฎหมาย

## บทที่ 6 วัสดุและอุปกรณ์

### 1. วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

- 1.1 เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อนเจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่า ตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้จ่ายเองโดยมิชักช้า
- 1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียดหรือแสดงตัวอย่างไว้แก่เจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทนพร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อประกอบการขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการโดยมิชักช้า
- 1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน

### 2. เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้และเครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

### 3. การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายและความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่อง อุปกรณ์มายังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3.3 เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของมอบให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำเข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

### 4. การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่อง อุปกรณ์ต่าง ๆ ในบริเวณที่กว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวกหากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้า เมื่อเครื่อง อุปกรณ์มาถึงหน่วยงานผู้คุมงานจะไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บพัสดุโดยเด็ดขาด

## 5. การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือชำรุดจนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

## 6. ตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์

6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่ผู้คุมงานต้องการตัวอย่างทุกชิ้นจะส่งคืนให้ผู้รับจ้างก่อนสิ้นสุดโครงการ

6.2 ในกรณีที่ผู้คุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่าง หรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้คุมงานกำหนดเมื่อวิธีและการติดตั้งนั้น ๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

## 7. การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

7.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการ เพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วันก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง

7.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉย ละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้คุมงานในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

7.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

## 8. รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีการมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

## 9. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด แสดงวิธีการติดตั้งและเสริมเพิ่มเติมวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ผู้คุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใด ๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำ เข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

## 10. การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งานเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการ ซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้คุมงาน

## บทที่ 7 แบบ และหนังสือคู่มือ

### 1. ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

### 2. ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่อง วัสดุอุปกรณ์และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดยผู้คุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หากผู้คุมงานยังไม่แจ้งผลการพิจารณาให้ผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และผู้คุมงานอาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมขอต่อสัญญาไม่ได้

### 3. แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างมาเป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบเป็นแนวทาง และหลักการของระบบ ตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงบาง ส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำการติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพ ตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

### 4. แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้งยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้คุมงานก่อนการติดตั้ง วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งานและการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น

4.2 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่างและใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้น ๆ กำกับ

- 4.3 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งาน เป็นไปโดยถูกต้องและไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า
- 4.4 แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากนี้แบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้คุมงาน ผู้คุมงานมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
- 4.5 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใด ๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
- 4.6 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างหากผู้คุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลังจากผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- 4.7 แบบใช้งานที่ส่งเสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุดภายหลังจากได้รับอนุมัติแล้วต้องส่งแบบพิมพ์เขียวให้ผู้คุมงานอีก 4 ชุด และอาจขอให้ผู้รับจ้างส่งเพิ่มเติมให้อีกตามความจำเป็น

## 5. แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

- 5.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้ผู้คุมงานตรวจสอบเป็นระยะ ๆ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดฝ้าเพดาน การก่อผนังปิดหรือถมดิน
- 5.2 แบบสร้างจริงต้องมีขนาด และมาตราส่วน และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากนี้แบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ
- 5.3 แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้าง และส่งให้ผู้คุมงาน 1 ชุดเพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานจริงของระบบ

## 6. หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

- 6.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบให้เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน
- 6.2 หนังสือคู่มือ จะแบ่งออกเป็น 5 ภาค คือ. -
- ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA)
- ภาคที่ 2 ประกอบด้วยแค็ตตาล็อก เครื่อง อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้งซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์
- ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (TEST REPORT)

- ภาคที่ 4 ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และข้อเสนอแนะชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (RECOMMEND SPARE PARTS LIST)
- ภาคที่ 5 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น รายเดือน, ทุก 3 เดือน, ทุก 6 เดือน และรายปี

6.3 หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้คุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการ ส่งฉบับจริง

## บทที่ 8 เครื่องปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT

### 1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประกอบด้วย เครื่องส่งลมเย็น เครื่องระบายความร้อน ท่อสารทำความเย็น และ อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ทั้งชุดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานของผู้ผลิตหรือผลิตภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นภายในโรงงานที่มีคุณภาพ เครื่องระบายความร้อนเป็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือระบายความร้อนด้วยน้ำตามที่ระบุในแบบหรือรายการอุปกรณ์ และเมื่อใช้คู่กับเครื่องส่งลมเย็นตามรุ่นที่ผู้ผลิตแนะนำจะต้องทำความเย็นรวมได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในแบบหรือรายการอุปกรณ์ ดังนี้

- 1.1 เครื่องส่งลมเย็นต้องมีความสามารถในการทำความเย็นได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ ทั้ง **TOTAL HEAT CAPACITY** และ **SENSIBLE HEAT CAPACITY** รวมถึงปริมาณลม โดยให้อุณหภูมิอากาศขาเข้าคอยล์ เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางอุปกรณ์
- 1.2 อุณหภูมิอากาศระบายความร้อนเข้าเครื่องระบายความร้อนที่ **35°C (95°F)**
- 1.3 อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเข้าและออกเครื่องระบายความร้อนที่ **32.2°C (90°F)** และ **37.8°C (100°F)** ตามลำดับ
- 1.4 อุณหภูมิสารทำความเย็นทางด้านดูดกลับ (**SATURATED SUCTION TEMPERATURE**) ไม่เกิน **7.2°C (45°F)**

### 2. เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)

#### ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (AIR-COOLED CONDENSER)

ชุดระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด **SEALED HERMATIC** หรือ **SEMI-HERMATIC** แบบ **ROTARY, SCROLL** หรือ **RECIPROCATING** และมีวงจรสารทำความเย็นเป็นแบบ **SINGLE** หรือ **DUAL CIRCUITS** ใช้กับสารทำความเย็น **R-407C** หรือ **R-410A** ใช้กับระบบไฟฟ้า **230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต** หรือ **400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต** ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยห้ามทำการตัดแปลงหรือใช้หม้อแปลงแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังนี้

- 2.1 พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ **PREPELLER TYPE** หรือ **CENTRIFUGAL** ขับด้วยมอเตอร์ชนิด **WEATHER PROOF**
- 2.2 แผงระบายความร้อนประกอบด้วยแผงครีระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียม (หรือทองแดง) อัดด้วยวิธีกลติดกับชุดท่อทองแดงชนิดไร้ตะเข็บ จำนวนครีระบายความร้อนมีไม่น้อยกว่า **480** ครีต่อเมตร (**12** ครีต่อนิ้ว)
- 2.3 ตัวถังเครื่องระบายความร้อนทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดีซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร
- 2.4 คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งบนฐานที่แข็งแรงและมีอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนรองรับ
- 2.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

- ก. THERMAL OVERLOAD PROTECTION DEVICES FOR COMPRESSOR
- ข. OVERLOAD PROTECTION DEVICE FOR FAN MOTOR
- ค. COMPRESSOR MAGNETIC CONTACTOR
- ง. HI/LOW PRESSURE SWITCH
- จ. SUCTION / LIQUID / HOT GAS LINE SHUT-OFF VALVE
- ฉ. REFRIGERANT FILTER DRIER
- ช. SIGHT GLASS
  
- ซ. REFRIGERANT CHARGING PORT
- ณ. CRANKCASE HEATER (สำหรับเครื่องขนาดความเย็น 35.2 KW ขึ้นไป)

### 3. เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT)

เครื่องส่งลมเย็นในที่นี้ได้แก่ ชนิด WALL MOUNT, CEILING MOUNT, FLOOR MOUNT และ CASSETTE ชนิดที่ติดตั้งในพื้นที่และจ่ายลมเย็นเข้าห้องโดยตรงและชนิดต่อท่อลมเพื่อส่งลมเย็นเข้าพื้นที่ รวมไปถึงเครื่องขนาดใหญ่ (AIR HANDLING UNIT) ที่ต้องติดตั้งในห้องเครื่องและใช้ท่อลมในการส่งจ่ายความเย็นให้กับพื้นที่ขนาดใหญ่

- 3.1 เครื่องส่งลมเย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถส่งลมและให้ความดันลม (EXTERNAL STATIC PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์
- 3.2 แผงคอยล์เย็นเป็นแบบ DIRECT EXPANSION COIL ทำด้วยท่อทองแดงอย่างแข็ง มีครีบบระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด PLATE FIN อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความเย็นได้ตามข้อกำหนด
- 3.3 พัดลมเป็นแบบหอยโข่งลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียวหรือหลายตัวตั้งอยู่บนแกนเพลลาเดียวกัน พัดลมทำจากพลาสติกหรือเหล็กอบสังกะสี มอเตอร์ใช้กับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 กิโลวัตต์ขึ้นไปเป็นชนิด 3 เฟส และต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ท (STARTER) แบบ DIRECT-ON-LINE STARTER
- 3.4 มอเตอร์ขับพัดลมแบบขับตรงหรือผ่านสายพานมู่เลย์ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.5 ตัวถังของเครื่องส่งลมเย็น เป็นชนิดใดชนิดหนึ่งตามลักษณะการใช้งานดังนี้
  - 3.5.1 เครื่องส่งลมขนาดเล็กชนิดจ่ายลมตรงเข้าพื้นที่ การติดตั้งเป็นแบบ EXPOSE ชนิด WALL MOUNT, CEILING MOUNT, FLOOR MOUNT หรือ CASSETTE มีพัดลมหอยโข่งแกนยาวทำด้วยพลาสติกแข็งหรือเหล็กอบสังกะสีต่อขับเคลื่อนตรงโดยใช้มอเตอร์แบบ PERMANENT SPLIT CAPACITOR (PSC) ตัวถังเครื่องทำด้วยทำด้วยพลาสติกชนิดไม่ลามไฟและทำสีในเนื้อพลาสติก หรือเหล็กอบสังกะสีตามมาตรฐานของผู้ผลิต
  - 3.5.2 เครื่องส่งลมขนาดเล็กชนิดต่อท่อลมเพื่อจ่ายเข้าพื้นที่ การติดตั้งเป็นแบบ CONCEALED ชนิด CEILING MOUNT, FLOOR MOUNT มีพัดลมหอยโข่งทำด้วยเหล็กอบสังกะสีต่อขับเคลื่อนตรงโดยใช้มอเตอร์

แบบ PERMANENT SPLIT CAPACITOR (PSC) ตัวถังเครื่องทำด้วยเหล็กอบสังกะสีตามมาตรฐานของผู้ผลิต

- 3.5.3 เครื่องส่งลมขนาดใหญ่ มีพัดลมหอยโข่งทำด้วยเหล็กอบสังกะสีตัวเดียวหรือสองตัวต่อขับเคลื่อนตรงหรือผ่านสายพานและมู่เลย์โดยใช้มอเตอร์แบบ TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED, WEATHER PROOF, INDUCTION MOTOR (IP55) ฉนวนขดลวด CLASS B มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที คอยล์เย็นจัดวางแบบ AIR DRAW THRU COIL ความเร็วอากาศผ่านคอยล์เย็นไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที ตัวถังเครื่องมีโครงสร้างเป็นแบบ SINGLE SKIN ทำจากเหล็กฉากพับอบสังกะสี ความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร โครงสร้างที่กระทบความเย็นจะต้องหุ้มด้วยฉนวน บริเวณที่สัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีหรือแผ่นเหล็กที่ผ่านการวิธีฟอสเฟตพ่นสีแล้วอบ (BAKED ON ENAMEL) ความหนาไม่น้อยกว่า 1.20 มม. ประกอบยึดติดอย่างดีและแน่นหนากับโครงเครื่องไม่มีลมรั่วไหล
- 3.5.4 ตัวถังเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องหุ้มด้วยฉนวนยาง CLOSED CELL (FIRE RETARDANT) หรือฉนวน POLYURETHANE (FIRE RETARDANT)
- 3.5.5 ถาดรองน้ำทิ้งบูด้วยฉนวนประเภทเดียวกันประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.6 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องส่งลมเย็นมีดังต่อไปนี้
- 3.6.1 อุปกรณ์ ลดความดันของสารความเย็น ชนิด CAPILLARY TUBE หรือ ORIFICE ตามมาตรฐานผู้ผลิต สำหรับเครื่องขนาดความเย็นไม่เกิน 10.5 KW และเป็นชนิด EXPANSION VALVE สำหรับเครื่องขนาดความเย็นมากกว่า 10.5 KW
- 3.6.2 OVERLOAD PROTECTION DEVICE FOR FAN MOTOR
- 3.6.3 DRAIN AND DRAIN PAN CONNECTION
- 3.6.4 WASHABLE AIR FILTER ตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 3.6.5 REFRIGERANT PIPE CONNECTION

#### 4. ระบบท่อสารความเย็นและท่อน้ำทิ้ง

- 4.1 ท่อสารความเย็นให้ใช้เป็นท่อทองแดงชนิดแข็ง TYPE L ท่อ SUCTION หุ้มด้วยฉนวน CLOSED CELL ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน  $0.038 \text{ W/M.K @ } 24^{\circ}\text{C}$  ความหนาของฉนวนไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรหรือตามที่ระบุในแบบ ท่อสารความเย็น SUCTION, LIQUID และ HOT GAS (ถ้ามี) ให้เดินแยกจากกันโดยมี CLAMP รััดทุกระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด CLAMP ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตรหุ้มรอบฉนวนก่อนรััด CLAMP
- 4.2 การเดินท่อสารความเย็นจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ปลอกท่อ (SLEEVES) ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อสารความเย็นและท่อน้ำทิ้งที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้าให้ทำฝาครอบหรือก้ออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัวซี (C) ขนาด 75 มิลลิเมตร X 40 มิลลิเมตร X 5 มิลลิเมตร โดยเหล็กรองรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร ความยาว

- ของเหล็กกรองรับต้องมากพอที่จะรับ CLAMP ยึดท่อทั้งหมดได้ ท่อที่หุ้มฉนวนที่ติดตั้งภายนอกอาคาร จะต้องหุ้มด้วย ALUMINIUM JACKET ความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 MM.
- 4.3 ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 CLASS 8.5 อุปกรณ์ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต ท่อน้ำทิ้งต้องหุ้มฉนวน CLOSED CELL (FIRE RETARDANT) ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- 4.4 ในทุกกรณีจะต้องตรวจปริมาณน้ำยาให้เต็มระบบท่อเสมอ โดยการตรวจดูทางด้าน SIGHT GLASS จะต้องเห็นสารความเย็นไม่เป็นฟองอากาศ
- 4.5 ระบบท่อสารความเย็นจะต้องเป็นแบบ DOUBLE RISER สำหรับเครื่องที่มีขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 35 กิโลวัตต์ขึ้นไป
5. **ระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM)**
- 5.1 ระบบหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (TIMER DELAY RELAY) จะติดตั้งอยู่ที่แผงควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ หรือติดตั้งที่แผงควบคุมการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น หรือติดตั้งที่ชุด REMOTE CONTROL ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 5.2 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กแบบ EXPOSE ชนิด WALL MOUNT, CEILING MOUNT, FLOOR MOUNT และ CASSETTE ใช้ชุดควบคุมที่เป็นมาตรฐานของผู้ผลิต ชุดควบคุมอย่างน้อยต้องสามารถควบคุมการทำงานและการเปิด-ปิดเครื่อง ควบคุมความแรงของพัดลม (OFF-LOW-MED-HIGH) และควบคุมอุณหภูมิโดยที่ค่าของอุณหภูมิแสดงเป็นตัวเลข และแสดงสถานะแผงกรองอากาศสกปรกพร้อมปุ่ม RESET ชุดควบคุมเป็นชนิดมีสายหรือไร้สายกรณีเป็นชนิดไร้สายให้ติดตั้งกล่องเก็บชุดควบคุมไว้ใกล้เครื่องส่งลมเย็นเพื่อป้องกันการสูญหาย
- 5.3 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กแบบ CONCEALED ชนิด CEILING MOUNT, FLOOR MOUNT ให้ใช้ชุดควบคุมที่เป็นมาตรฐานของผู้ผลิตเช่นเดียวกับข้อ 5.2 ก่อนเป็นอันดับแรก หากไม่มีหรือต้องติดตั้งเพิ่มเติมให้ใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิชนิดแสดงผลเป็นตัวเลขและชุดควบคุมความแรงของพัดลม (OFF-LOW-MED-HIGH) ติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
- 5.4 เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ มอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.75KW ใช้ชนิด SINGLE PHASE มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75KW ขึ้นไปใช้ชนิด THREE PHASE การควบคุมการทำงานหรือ START-STOP เครื่องต้องมีอุปกรณ์ช่วยสตาร์ท (STARTER) มี PUSH BUTTON ติดตั้งที่แผงไฟฟ้าตามจุดที่กำหนดในแบบ และใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิชนิดแสดงผลเป็นตัวเลขติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
- 5.5 ในเครื่องที่มีขนาดทำความเย็น 10.5 KW ขึ้นไปจะต้องออกแบบให้มีระบบ AUTOMATIC PUMP DOWN มาจากโรงงานผู้ผลิตด้วยทุกเครื่อง
6. **การติดตั้งระบบปรับอากาศ**
- 6.1 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ ติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อนให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็กและมีลูกยกกันกระเทือนรองรับ ระดับการติดตั้ง

- สำหรับเครื่องระบายความร้อนจะต้องอยู่ในระดับที่สามารถเป่าลมร้อนให้พื้นสิ่งกีดขวางด้านหน้าได้ ชั้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทำสีกันสนิมและสีทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
- 6.2 การติดตั้งสวิทช์ปิด-เปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
- 6.3 การติดตั้งเครื่องส่งลมเย็นให้มีอุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนรองรับ เครื่องขนาดเล็กที่ปริมาณการส่งลมไม่เกิน 560 LPS (1,200 CFM) ใช้อุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนชนิดลูกยาง (RUBBER IN SHEAR) และใช้อุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนชนิดขดสปริงสำหรับเครื่องที่ปริมาณการส่งลมมากกว่า 560 LPS
- 6.4 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังไม่เป็นที่รบกวนผู้อาศัยใกล้เคียง

## 7. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารดังนี้

- 7.1 ตารางเปรียบเทียบ PROJECT SPECIFICATION กับ SPECIFICATION ที่เสนอ
- 7.2 ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลชุด FCU/CDU ที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- 7.3 MATCHING PERFORMANCE CURVE ระหว่าง FCU และ CDU ที่ปริมาณลมและ STATIC PRESSURE ตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์โดยแสดง TOTAL CAPACITY และ SENSIBLE CAPACITY
- 7.4 FAN PERFORMANCE CURVES โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วง STABLE และต้องแสดง PERFORMANCE CURVES ที่ระดับความเร็วต่างๆ มาด้วย
- 7.5 ความดังของเสียงของ FCU (DBA) ที่ระดับความเร็วต่างๆ ที่ระยะ 1.5 เมตร
- 7.6 ความดังของเสียงของ CDU (DBA) ที่ระยะ 1.5 เมตร ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้ารวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้

## บทที่ 9 พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)

### 1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (STANDARD MODEL) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ต และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ใบพัดของพัดลมต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุนมาจากโรงงานผู้ผลิต VIBRATION ISOLATOR เป็นแบบ SPRING หรือตามที่ระบุใน TYPICAL DETAIL
- 1.2 GRAVITY SHUTTER ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (WEATHER PROOF) ใบปิด-เปิด ทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบเรียงซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิท สามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้อากาศเข้าในอาคารได้
- 1.3 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 80 dBA (RE 10-12WATTS) ที่ OCTAVE BAND 2-8 และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ FREEBLOW จะต้องดังไม่เกิน 55 dBA (RE 10-12 WATTS) ที่ OCTAVE BAND 2-8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้ง อุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้
- 1.4 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, SQUIRREL CAGE, INDUCTION MOTOR ใช้กับระบบไฟฟ้า 230 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 400 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบมาตรฐาน IEC, SYNCHRONOUS SPEED 1,450 RPM, INSULATION CLASS B, ROTOR TORQUE CLASS 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 kW (3/4 HP) และ ROTOR TORQUE CLASS 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่ขนาดใหญ่กว่าและเท่ากับ 0.55 kW (3/4 HP), CLASS OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP54, MOUNTING ARRANGMENT จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม
- 1.5 ขนาดของมอเตอร์ (NAMEPLATE KW RATING) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบ BACKWARD CURVE หรือ AEROFOIL จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุด (MAXIMUM BRAKE HORSEPOWER) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ FORWARD CURVE มอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30%
- 1.6 พัดลมที่ใช้ติดตั้งสำหรับพื้นที่การใช้งานพิเศษให้คุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้
  - 1.6.1 พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันจาก HOOD คร่าว ให้ใช้ชนิด OVERHUNG TYPE ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องมีย BEARING COVER และเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้
  - 1.6.2 พัดลมที่ใช้กับบริเวณที่มีการกัดกร่อน หรือบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ต้องเป็นแบบ CHEMICAL PROOF หรือใช้ VINYL CHLORIDE ชนิดแข็งกับทุกส่วนที่ต้องสัมผัสกับอากาศที่กัดกร่อน
  - 1.6.3 พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันต้องเป็นชนิดทนความร้อนและใช้งานในอุณหภูมิเกิน 250°C ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
  - 1.6.4 พัดลมสำหรับระบบควบคุมควันไฟ เช่น พัดลมอัดความดัน และพัดลมระบายควันจะต้องแข็งแรงโดยประกอบขึ้นด้วย HEAVY GAUGE GALVANIZED STEEL CONSTRUCTION มอเตอร์สำหรับพัดลมระบายควันไฟต้องเป็นชนิด INSULATION CLASS H, IP 55 และมอเตอร์สำหรับพัดลมอัดความดัน

จะต้องเป็นชนิด **INSULATION CLASS F, IP 55** สายไฟฟ้าของพัดลมระบายควันและพัดลมอัดอากาศ จะต้องเป็นแบบกันความร้อนและกันน้ำ

- 1.7 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เพื่อจัดให้มีช่องเปิดบริการ (**ACCESS PANEL**) ได้เครื่องพัดลมที่ฝ้าเพดานทุกเครื่อง ขนาดของช่องเปิดบริการจะต้องไม่เล็กกว่า **1.20 x 0.60** เพื่อให้สามารถเปิดช่องบริการขึ้นในช่องฝ้า เพื่อซ่อมแซมตัวพัดลมได้ทั้งตัว ช่องเปิดบริการและโครงของช่องเปิดจะต้องทำให้เรียบร้อยแข็งแรง ไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหาย
- 1.8 พัดลมที่เลือกใช้งานต้องมีประสิทธิภาพ (**TOTAL EFFICIENCY**) ตาม **PERFORMANCE CURVE** ไม่น้อยกว่า **70%** หรือหากไม่เป็นไปตามที่ระบุข้างต้นให้ส่งเอกสารเพื่อให้วิศวกรพิจารณา
2. **พัดลมแบบ CENTRIFUGAL**
  - 2.1 พัดลมที่ใช้งานต้องมีตัวถัง (**CASING**) ทำด้วยเหล็กกล้า ความหนาไม่ต่ำกว่า **2** มิลลิเมตร **FAN SCROLL** และ **SIDE PLATE** ยึดต่อกันแบบ **LOCK SEAM** หรือ **WELD SEAM** ตลอดแนวตะเข็บ พัดลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า **750** มิลลิเมตร (**30 นิ้ว**) ต้องมี **ACCESS DOOR** ในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
  - 2.2 ใบพัด (**FAN WHEEL**) เป็นแบบ **MULTI-BLADES, BACKWARD** หรือ **FORWARD CURVE** ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรง ไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว (**ACCELERATION**) และแรงดันอากาศ ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะหมุน (**STATICALLY AND DYNAMICALLY BALANCED**) มาจากโรงงานผู้ผลิต
  - 2.3 เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ตั้งแต่ **1.25** จนถึง **2** เท่าของความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน ตลับลูกปืนเป็นชนิด **BALL BEARING** หรือ **ROLLER BEARING** แบบ **SELF ALIGNMENT** มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า **L10 40,000** ชั่วโมง การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจาระบีออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก
  - 2.4 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (**FAN OUTLET**) ต้องไม่เกิน **9** เมตรต่อวินาที (**1,800** ฟุตต่อนาที)
  - 2.5 ตัวถังพัดลมต้องมีรูระบายน้ำที่อาจขังอยู่ภายในและมีปลั๊กอุดไว้
  - 2.6 พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เล่ย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพานได้ มีฝาครอบสายพาน (**BELT GUARD**) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลม ได้โดยไม่ต้องถอดออก มอเตอร์และฝาครอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดขึ้นเดียวกับฐานพัดลม
  - 2.7 พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน **500 L/s** ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ **DIRECT-DRIVE** ตามที่กำหนดในแบบ, **VIBRATION ISOLATOR** ใช้แบบยาง **ACOUSTIC PAD** ความหนาไม่น้อยกว่า **9** มิลลิเมตร (**3/8 นิ้ว**) หรือ **RUBBER-IN-SHEAR**
  - 2.8 การรองรับการสั่นสะเทือนของพัดลมขนาดใหญ่ให้เป็นแบบสปริงชนิดมี **ACOUSTIC PAD** รองและให้ **STATIC DEFLECTION** ไม่น้อยกว่า **25** มิลลิเมตร (**1 นิ้ว**) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน **MAXIMUM LOAD** ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- 2.9 ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี ACCESS DOOR ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้ โดยไม่ต้องถอดท่อลม
- 2.10 พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลม ต้องต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGE) พร้อมทั้งติดตั้ง FLEXIBLE DUCT CONNECTION ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- 2.11 ปากพัดลม (INLET และ OUTLET) ที่ไม่ต่อกับท่อลม ต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (SCREEN) ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

### 3. พัดลมแบบ PROPELLER

- 3.1 ทำจากอลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปที่ออกมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม
- 3.2 ใบพัดลมชนิดทำด้วยอลูมิเนียมต้องมี WIRE GUARD ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า
- 3.3 GRAVITY SHUTTER เป็นแบบ MULTIBLADE GRAVITY SHUTTER ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิท
- 3.4 การติดตั้งยึดกับผนังอาคารต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

### 4. พัดลมระบายอากาศแบบ CEILING FAN

- 4.1 ใบพัดเป็นแบบ PROPELLER หรือ CENTRIFUGAL พร้อมทั้งมี OUTLET GRAVITY DAMPER
- 4.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะและสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ
- 4.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลมและ STATIC PRESSURE รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย
- 4.4 การปิดเปิดพัดลม เป็นแบบสวิตช์ที่มีไฟแสดง

### 5. พัดลมแบบ AXIAL FLOW

- 5.1 ตัวถัง (CASING) ทำด้วยเหล็กกล้า หรือเหล็กอาบสังกะสี ผ่านกรรมวิธีกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ DIRECT DRIVE หรือสายพาน มอเตอร์มี 4, 6 หรือ 8 POLE ตามรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิต VIBRATION ISOLATOR เป็นแบบสปริง มี ACOUSTIC PAD รอง และให้ STATIC DEFLECTION ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน MAXIMUM LOAD ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- 5.2 ใบพัดเป็นแบบ AIRFOIL สามารถปรับตำแหน่งมุมใบพัดได้ (ADJUSTABLE PITCH) ทำด้วยเหล็กกล้าหรือ ALUMINIUM ALLOY ได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง STATIC และ DYNAMIC มาจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.3 พัดลมที่เลือกใช้งานต้องมีประสิทธิภาพ (TOTAL EFFICIENCY) ตาม PERFORMANCE CURVE ไม่น้อยกว่า 60-70% หรือหากไม่เป็นไปตามที่ระบุข้างต้นให้ส่งเอกสารเพื่อให้วิศวกรพิจารณา
- 5.4 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อวินาที) ปากพัดลม INLET และ OUTLET) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรง (SCREEN) เหล็กไม่เป็นสนิม ช่องเปิดของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปากพัดลมทางเข้าที่ไม่ต่อกับท่อลมจะต้องประกอบด้วยชุด BELL MOUNT
- 5.5 ต้องมีสายและหัวอัดจาระบี (GREASE FITTING) ต่อก่อมาจากดัลลูมิเนียมไปยังตัวถังในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย
- 5.6 พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อกับหน้าแปลน (FLANGE) พร้อมทั้งติดตั้ง FLEXIBLE DUCT CONNECTION ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

## 6. พัดลมแบบ CEILING CIRCULATION

### 6.1 พัดลมหมุนเวียนอากาศขนาดใหญ่

- 6.1.1 ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยพัดลมแบบ PREPELLER เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัดไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ซึ่งใบพัดทำด้วยเหล็ก มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนประกอบติดตั้งอยู่ภายใน FAN HUB เป็นแบบปรับความเร็วรอบได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ มีชุดท่อและฝาครอบที่ใช้หิ้วยึดชุดพัดลมจากเพดาน รวมทั้งสวิทช์ไฟฟ้าปรับความเร็วรอบพัดลมมากับชุดพัดลมด้วย
- 6.1.2 ในการหิ้วยึดพัดลมจะต้องยึดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องเสริมเพิ่มโครงโลหะหรืออื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการยึดหิ้วชุดพัดลม

### 6.2 พัดลมหมุนเวียนอากาศแบบสาย

พัดลมหมุนเวียนอากาศแบบสาย ประกอบด้วยใบพัดแบบ PROPELLER ขนาด 400-มม. (16 นิ้ว) ทำด้วยพลาสติก พร้อมชุดพัดลมฝาครอบ พัดลมหมุนเวียนอากาศแบบสายจะต้องมีชุดควบคุมความเร็วได้อย่างน้อย 3 ระดับ

## 7. พัดลมแบบ PLENUM

- 7.1 พัดลมแบบ PLENUM ก็คือชุด AIR-HANDLING UNIT ที่ไม่มีคอยล์ พัดลมจะเป็นแบบ FORWARD-CURVED BLADE หรือ แบบ BACKWARD-CURVED BLAD ตามตารางอุปกรณ์ผู้ออกแบบหรือตามค่าความดันตกคร่อมที่ปรากฏพัดลมจะต้องได้รับการปรับสมดุลและตั้งศูนย์เป็นอย่างดีจากผู้ผลิต
- 7.2 โครงของพัดลมประกอบขึ้นอย่างแข็งแรงด้วยเหล็กฉากอบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ตัวถังพัดลมทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีหรือแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการอบผนวสน้อยกว่า 1.2 มม.

- 7.3 ตัวถังจะต้องมี **ACCESS DOOR** ในตำแหน่งที่สะดวกสำหรับตรวจสอบและซ่อมบำรุง ถ้าขนาดของ **ACCESS DOOR** มีขนาดมากกว่า 600 มม. X 600 มม. จะต้องเป็นแบบมีบานพับ (**HINGE TYPE ACCESS DOOR**)
- 7.4 โครงของพัดลมประกอบขึ้นอย่างแข็งแรงด้วยเหล็กฉากอบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ตัวถังพัดลมทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีหรือแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการอบผ่นสีอย่างดี มีความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม.
- 7.5 ตลับลูกปืนเป็นชนิด **BALL BEARING** หรือ **ROLLER BEARING** แบบ **SELF ALIGNMENT** มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า **L10 - 20,000** ชั่วโมง การถอดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจาระบีออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก มี **BEARING COVER** และเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้
- 7.6 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1800 ฟุตต่อนาที)
- 7.7 มอเตอร์เป็นแบบ 400 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิรท์, **TOTALLY ENCLOSED FAN-COOLED SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR, IP54 AND INSULATION CLASS B** ความเร็วรอบมอเตอร์ 1500 RPM.
- 7.8 ถ้าเป็นพัดลมแบบ **BACKWARD CURVED BLADE** หรือ **AIR FOIL BLADE** มอเตอร์จะต้องมี **SERVICE FACTOR 1.15** ถ้าพัดลมเป็นแบบ **FORWARD CURVED BLADE** มอเตอร์จะต้องมี **SERVICE FACTOR 1.2**
- 7.9 พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เลย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพาน การปรับตั้งสายพานสามารถปรับตั้งได้โดยการเลื่อนพัดลมบนฐาน ผู้รับเหมาจะต้องเตรียมฝาคอบสายพานและฝาคอบปากพัดลมด้านดูด ถ้าด้านดูดมิได้มีการต่อท่อลม

## 8. CEILING CABINET FAN

- 8.1 ตัวถังพัดลมจะต้องออกแบบให้ทิศทางการไหลของอากาศเป็นแบบเข้าด้านหลัง และออกด้านหน้า (**INLINE AIR FLOW**) ตัวถังของชุดพัดลมทำมาจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยบุด้านในด้วยฉนวนกันเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มม. (1/2 นิ้ว) ฉนวนกันเสียงจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการฉีกขาดของผิวหน้าด้านล่างของตัวถัง ชุดพัดลมจะต้องมีช่องเปิดบริการ (**ACCESS PANEL**) ที่สามารถเปิดเข้าซ่อมพัดลม และมอเตอร์ได้จากด้านใต้ตัวถังพัดลม จะต้องมียุจุดรับน้ำหนักที่สามารถหิ้วพัดลมเพื่อแขวนยึดกับเพดานด้านบนได้
- 8.2 ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยตัวถังที่มีโครงสร้างแข็งแรง ตัวพัดลมและช่องเปิดบริการ (**ACCESS PANEL**) พัดลมจะต้องถูกออกแบบมาเฉพาะให้ใช้กับการติดตั้งในฝ้าเพดาน และได้รับการรับรองทั้งทางด้าน **AIR PERFORMANCE** และ **SOUND PERFORMANCE** จากมาตรฐาน **AMCA**
- 8.3 พัดลมเป็นชนิด **FORWARD CURVE VCENTRIFUGAL FAN** ชนิด **DOUBLE INLET** ถูกขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้า 230 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิรท์ หรือ 400 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิรท์ ตามที่ระบุในแบบหรือรายการอุปกรณ์ ทั้งชุดพัดลมและมอเตอร์ถูกออกแบบให้ติดตั้งไว้ด้านในของตัวถังที่ทางออกของพัดลมจะต้องมีแดมเปอร์กันลมย้อนกลับ (**BACK DRAFT DAMPER**) ติดตั้งมาพร้อมกับพัดลมจากโรงงานผู้ผลิต
- 8.4 ในการติดตั้งจะต้องป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง และ/หรือ ท่อลม โดยการแขวนยึดกับลูกยางกันสะเทือนตามมาตรฐาน และคำแนะนำของผู้ผลิต ทางด้านท่อลมถ้ามีการต่อกับพัดลมจะต้องมีผ้าใบ **POLYESTER** กันสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วยเสมอ

## 9. พัดลม JET FAN

- 9.1 สามารถสร้าง **thrust load** ได้ไม่น้อยกว่า 9 นิวตันโดยผ่านการทดสอบจากสถาบันที่น่าเชื่อถือ โครงสร้างประกอบตัวถังต้องได้รับการเชื่อมเพื่อลดการสั่นสะเทือน ตามมาตรฐาน ISO 2372-1074 และผ่านการป้องกันสนิมด้วยการทำ **Hot Dip Galvanized** โดยระบุเป็นเอกสารสามารถตรวจสอบได้
- 9.2 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง **Dynamic** และ **static** ตามมาตรฐาน โดยต้องไม่เกิดเสียงดังรบกวนหรือเกิดการสั่นสะเทือนมอเตอร์ที่ใช้ **Class of Protection** ไม่ต่ำกว่า IP 55
- 9.3 ตลับลูกปืนเป็นชนิดมีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า  $L_{10}$  20,000 ชั่วโมง การใช้งานแบบต่อเนื่องแบบ **Heavy Duty**
- 9.4 พัดลม **JET FAN** ต้องผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีการติดตั้งมอเตอร์เหมาะสมกับขนาดพัดลม เพื่อให้สร้าง **VELOCITY PROFILE** ได้ไม่น้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาที และส่งลมได้ไกล 20 เมตร
- 9.5 ตัวถัง (**CASING**) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธี พ่นสีกันสนิม ตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ออกแบบตามหลัก **AERO DYNAMIC** พร้อมติดตั้ง **NOZZLE** ที่ด้าน **DISCHARGE** เพื่อให้ส่งลมได้ไกลตามข้อกำหนด
- 9.6 พัดลมขับเคลื่อนแบบ **DIRECT DRIVE** รอบพัดลมไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที
- 9.7 ความดังของเสียง (**SOUND PRESSURE LEVEL**) ไม่เกิน 55 dB(A) ที่ 1.5 เมตร จากด้านข้างของพัดลม

## 10. AIR CURTAIN

- 10.1 ออกแบบมาสำหรับติดตั้งบริเวณเหนือประตู เพื่อให้เกิดความดันแตกต่างของอากาศ โดยอาศัยความเร็วลมที่เป่าลงตรงบริเวณประตู ปิดกั้นไม่ให้อากาศระหว่างภายใน และภายนอกผสมกันและป้องกันแมลงหรืออื่นๆเข้าบริเวณที่ติดตั้ง
- 10.2 ตัวเครื่องภายนอกทำด้วยพลาสติก มีความแข็งแรง พร้อมโครงโลหะภายใน ในส่วนด้านลมดูด (**AIR INTAKE**) มีลักษณะเป็นเกล็ด ด้านลมเป่า (**AIR OUTLET**) มีใบปรับทิศทางลม พร้อมสวิทช์ ควบคุม
- 10.3 สวิทช์ควบคุมประกอบด้วยปุ่ม **ON-OFF** พร้อม **SPEED SWITCH** สามารถปรับความเร็วของลมได้ 2 ระดับ (**HIGH** และ **LOW**) ความเร็วลมที่ระยะ 3 เมตร จาก **AIR OUTLET** ต้องมีความเร็วไม่ต่ำกว่า 3 เมตร/วินาที ที่ **HIGH SPEED** มอเตอร์เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 1 PHASE, 50 Hz. ฉนวนไฟฟ้าใช้งาน **CLASS B**.
- 10.4 พัดลมเป็นแบบ **FORWARD CURVE CENTRIFUGAL FAN** ติดตั้งอยู่บนแกนเพลาชุดเดียวกัน ใบพัดทำจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสี ได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้าน **STATIC** และ **DYNAMIC** ความดังของเสียงไม่เกิน 60 dB (A) ขณะใช้งาน
- 10.5 ความยาวใช้งานของชุดผ่านอากาศขั้นต่ำ 1.2 เมตร กรณีที่ไม่มีการกำหนดความยาวมาให้หรือเป็นตามที่กำหนดในแบบ/ตารางอุปกรณ์
- 10.6 การติดตั้งอุปกรณ์ต้องติดตั้งในบริเวณที่สามารถเข้าซ่อมบำรุงหรือสามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ได้

10.7 ระยะการติดตั้งกับระยะส่งลมที่กำหนดต้องสัมพันธ์หากพบว่า ระยะทั้ง 2 ดังกล่าวไม่สอดคล้องกันให้ผู้รับจ้างประสานงานกับผู้ออกแบบเพื่อทำการแก้ไข

## 11. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 11.1 ตารางเปรียบเทียบ PROJECT SPECIFICATION กับ SPECIFICATION ที่เสนอโดยใช้หน่วยในการเปรียบเทียบเดียวกับผู้ออกแบบ
- 11.2 ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลพัดลมที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์เอกสารต่าง ๆ รวมถึง CATALOG ให้เน้น (HIGHLIGHT) รุ่นและรายละเอียดทางเทคนิคที่เลือกใช้กับโครงการ
- 11.3 FAN PERFORMANCE CURVES โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วง STABLE
- 11.4 FAN SOUND-POWER RATING ในแต่ละย่านความถี่ทั้ง 8 ย่านมา รวมทั้ง dBA ที่ระยะ 1.0 เมตร
- 11.5 ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้า รวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้
- 11.6 พัดลม JET FAN ที่เลือกในงานโครงการ ต้องมีรายการคำนวณ Simulation เพื่อตรวจสอบ จำนวนอุปกรณ์ ตำแหน่งทิศทางการวาง อุณหภูมิ ความเร็วในพื้นที่ใช้งาน และทิศทางการหมุนเวียนของลมภายในพื้นที่ใช้งาน เพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณา

## บทที่ 10 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

### 1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อลมและกล่องลมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ต้องได้รับการออกแบบและติดตั้งตามข้อกำหนดใน มาตรฐานท่อส่งลมในระบบปรับอากาศ ของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
- 1.2 ท่อลมทำด้วยเหล็กแผ่นอบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็ก วิธีการพับ การหักเลี้ยว ข้อต่อ ทางแยก การเสริมท่อลม และการเชื่อมต่อด้วยหน้าแปลน (flange) ยึดด้วยน็อตและสกรู แผ่นยางกันลมรั่ว การทดสอบการรั่ว ให้เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ASHRAE และ SMACNA
- 1.3 การประกอบท่อลมจะต้องประกอบจากโรงงาน การทำท่อลมต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ASHRAE และ SMACNA
- 1.4 ให้ทำความสะอาดภายในท่อลมให้ปราศจากฝุ่นผงก่อนติดตั้ง
- 1.5 ทั้งท่อลมจ่ายและท่อลมกลับ ต้องมีฉนวนหุ้มความหนาเพียงพอที่ไม่ให้เกิดการควบแน่นของอากาศเป็นหยดน้ำรอบท่อลม
- 1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานท่อลม และการกระจายลมต้องไม่ติดไฟ และลามไฟ ท่อลมที่ผ่านพื้น หรือผนังกันไฟต้องติดตั้ง fire damper เพื่อป้องกันไฟลามผ่าน
- 1.7 หน้ากากลม diffuser, register, extractor และ grille อาจเป็น anodized extrude aluminum และเหล็กกันสนิมพร้อมการทำสี ยกเว้นแต่จะได้ระบุไว้วัสดุอย่างอื่น หน้ากากลมต้องประกอบเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต และติดตั้งกับโครงสร้างหรือวัสดุที่ไม่ติดไฟหรือลามไฟ
- 1.8 ความหนาของแผ่นสังกะสี (U.S. GAGE) ที่ใช้ประกอบท่อลมขนาดต่างๆ รวมถึงวิธีการประกอบและการติดตั้งให้เป็นตามที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดการติดตั้ง (TYPICAL DETAILS) และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และหรือ ASHRAE ผู้รับจ้างสามารถใช้ค่าความหนาได้ตามตารางดังต่อไปนี้

GAGE NO.	ความหนาของแผ่นเหล็กอบสังกะสี (NORMINAL THICKNESS) มิลลิเมตร	มวลเฉลี่ยของสังกะสี ที่เคลือบอย่างน้อย กรัมต่อตารางเมตร
12	2.75	275
14	1.95	275
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	220
30	0.40	220

- 1.9 ข้อต่อต้องเป็นแบบ **LONG RADIUS 90° ELBOW** และมีรัศมีความโค้งของท่อด้านในไม่น้อยกว่า 1 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้อต่อหักฉาก (**SQUARE ELBOW**) และมีใบนำร่อง (**TURNING VANE**) ติดตั้งอยู่ด้วย สำหรับข้อต่อของท่อลมกลม (**ROUND DUCT**) อาจใช้ ท่อลมกลมอ่อน (**FLEXIBLE ROUND DUCT**) ขนาดเดียวกันแทนได้
- 1.10 แผ่นโลหะ (**sheet metal**) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี หรือแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม หรือแผ่นอลูมิเนียมเท่านั้น ความหนาของแผ่นโลหะ น้ำหนักของสังกะสีที่ใช้ชุบ ขนาด และระยะห่างของเหล็กเสริมความแข็งแรงของท่อลมต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ **ASHRAE** และ **SMACNA** การเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษอาจจำเป็นขึ้นอยู่กับลักษณะการแขวนและรองรับท่อลม
- 1.11 รอยต่อท่อลม (**JOINT**) รอยต่อและตะเข็บท่อลมทุกท่อนต้องแน่นและยาแนวด้วย ซิลิโคน หรือน้ำยากันรั่วชนิดไม่ติดไฟ (**NONFLAMMABLE ACRYLIC DUCT SEALANT**) เพื่อไม่ให้ลมภายในท่อรั่วออกมาได้ โดยสังเกตได้จากบริเวณรอยต่อ หรือคอท่อลมที่ยึดติดกับหน้ากากลม **GRILLE, REGISTER** หรือ **DIFFUSER** จะไม่ปรากฏรอยเปื้อนของฝุ่นให้เห็นหรือการเกิดหยดน้ำ ส่วนของแผ่นโลหะที่ทับซ้อนกัน (**OVERLAP**) ตรงรอยต่อต้องพับได้ด้านเดียวกับทิศทางการไหลของลมในท่อ
- 1.12 การเปลี่ยนขนาดของท่อลม ต้องลดจากด้านข้างเรียวยอดเข้าไป หรือมีความลาดเอียงอย่างสม่ำเสมอต่อเลี้ยวของท่อลม (**DUCT BEND**) ต้องมีรัศมีความโค้ง  $\frac{3}{4}$  เท่าของความกว้างท่อลม
- 1.13 แผ่นปรับปริมาณลม (**SPLITTER DAMPER**) ต้องติดตั้งที่ทุกท่อลมแยกที่ (**BRANCH TAKE-OFF**) ใบปรับปริมาณลมให้ทำด้วยแผ่นโลหะ ซึ่งหนากว่าขนาดที่ใช้ทำท่อลมช่วงนั้น ๆ หนึ่งขนาดและยาวอย่างน้อย 1.5 เท่าของความกว้างของช่องทางแยก (**BRANCH THROAT**) ปลายด้านหนึ่งติดบานพับเป็นจุดหมุนยึดกับท่อทำให้สามารถเลื่อน

- ใบปรับปริมาณลมไปมาได้โดยไม่หลุด หรือมีเสียงดัง ก้านชักเป็นแกนโลหะอาจสังกะสียื่นพ้นด้านข้างของท่อลมออกมา ภายหลังจากที่ได้แบ่งปรับลมเรียบร้อยแล้วต้องยึดก้านนี้ให้แน่นกับตัวท่อด้วยสลักเกลียวที่ล็อกด้วยหมุด (LOCK SCREW และ LOCKING PIN) ซึ่งอยู่ด้านนอกของแผ่นฉนวนกันมิให้เลื่อนกลับเข้าไปในท่อได้อีก
- 1.14 ใบปรับปริมาณที่ท่อลม (VOLUME DAMPER) เป็นแบบใบเดี่ยวประกอบเป็นชุด วัสดุทำด้วยโลหะแผ่นชนิดเดียวกับที่ใช้ท่อลมปลายของใบ หรืออลูมิเนียม แต่ละใบต้องพับงอขึ้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง
- 1.15 ช่องเปิด (ACCESS DOOR) ติดตั้งที่จำเป็นต้องเข้าไปบำรุงรักษาเครื่องมือวัดระบบควบคุม หรือชดท่อกำความเย็นเป็นประจำ ตัวประตูทำด้วยแผ่นเหล็กอาจสังกะสียึดติดกับตัวท่อลมทางด้านหนึ่งด้วยบานพับทองเหลืองหรือโลหะที่ไม่เป็นสนิม ส่วนอีกด้านเป็นกลอนสองตัวทำด้วยทองเหลืองหรือโลหะที่ไม่เป็นสนิมเช่นกัน บานประตูต้องหุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลมหรือตัวถัง (CASING) ขอบประตูโดยรอบต้องกรุด้วยแผ่นปะเก็น NEOPRENE ยาวตลอดเพื่อกันมิให้ลมรั่วได้ การติดตั้งต้องมีขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่สามารถทำได้
- 1.16 ที่รองรับท่อลม (DUCT SUPPORT) การรองรับท่อลมที่ติดตั้งตามแนวนอนควรมีระยะห่างไม่เกินช่วงละ 1.50-2.50 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของท่อลม ท่อกิ่งที่เสี้ยวแยกออกมาต้องรองรับห่างจากจุดแยก 0.60 เมตร สำหรับท่อลมที่ติดตั้งตามแนวตั้งต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอ ที่รองรับท่อให้ทาสีกันสนิม
- 1.17 ท่อลมแบบยืดหยุ่น (FLEXIBLE DUCT CONNECTOR) สำหรับปลายท่อลมส่วนที่จะต่อเข้ากับพัดลม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีการสั่นสะเทือนจะต้องใช้ท่อลมแบบยืดหยุ่น (FLEXIBLE DUCT CONNECTOR) ที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ความกว้างตามความเหมาะสม ติดตั้งระหว่างปลายท่อลมและพัดลมหรืออุปกรณ์อื่น ๆ
- 1.18 ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (INSTRUMENT INSERT HOLE) ท่อลม หรือกล่องท่อลม (PLENUM) ที่ติดตั้งเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศ และการสมดุลระบบกระจายลม ให้ทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนดหรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด
- 1.19 ท่อลอดสำหรับท่อลม (DUCT SLEEVE) ท่อลมที่ติดตั้งผ่านพื้น เพดาน ผนัง หรือหลังคาให้ใช้เหล็กแผ่นอาจสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 20 USSG เป็นท่อลอดสำหรับท่อลม ขนาดท่อลอดสำหรับท่อลมให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว 25 มิลลิเมตร โดยรอบเมื่อติดตั้งท่อลมผ่านเสร็จแล้วให้ปิดด้วยแผ่นโลหะ (FLASHING) ปิดช่องว่างที่เหลือและอุดด้วยวัสดุป้องกันไฟลามให้แลดูเรียบร้อย
- 1.20 หน้ากากลม (DIFFUSER) หน้ากากลมจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือแบบ SLOT ยาว ซึ่งการกระจายลมเป็นแบบแน่นอนตายตัว (FIXED) หรือแบบปรับได้ (ADJUSTABLE) ตามแต่จะกำหนดไว้ปากทางเข้า (NECK AREA) ของหน้ากากลมจะต้องมีช่องเพียงพอสำหรับติดตั้งใบปรับลม (VOLUME DAMPER) สำหรับปรับปริมาณลมเข้าไปภายในท่อได้ ท่อลมควรยาวเลยหน้ากากลมไปอีกเล็กน้อยและจะต้องมีวิธีการยึดและป้องกันการรั่วระหว่างคอหน้ากากลมและท่อลม
- 1.21 หน้ากากลมแบบติดผนัง (WALL REGISTER) หน้ากากลมแบบติดตั้งผนังให้เป็นแบบปล่องลมออกสี่ทิศทาง (DOUBLE DEFLECTION) มีก้านโยกเปิดปิดใบปรับลม (VOLUME DAMPER) ได้จากด้านหน้าโดยตรงท่อแยก (TAKE-OFF) อาจต้องติด AIR EXTRACTOR เพื่อช่วยให้ลมเย็นออกได้เต็มปริมาณที่ระบบไว้ เกล็ดกระจายลมทางด้านหน้าจะเป็นแนวนอน หรือตั้งขึ้นอยู่กับ SPACE และ DROP ที่ต้องการปีกหัวจ่ายที่ติดกับกำแพง หรือตัวถังเครื่อง (CASING) ต้องมีปะเก็นชนิดไม่ติดไฟหรือลามไฟและยาแนวกันรั่วโดยรอบมิให้ลมรั่วได้

- 1.22 หน้ากากลม (GRILLE) มีลักษณะช่องทางออกของลมเป็นแบบ DOUBLE DEFLECTION เช่นเดียวกับหน้ากากลมแบบตีตมผนัง นิยมใช้กับระบบระบายอากาศและลมกลับ
- 1.23 หน้ากากลมแบบปรับไม่ได้ (AIR LOUVER) ช่องทางออกต้องทำด้วยเกล็ดตีตตายชนิดใบเดียว (SINGLE DEFLECTION) ความเอียงของใบเกล็ดต้องมากพอที่น้ำฝนจากภายนอกไม่สามารถสาดเข้ามาได้ มีตะแกรงกันแมลง และใบปรับลม (VOLUME DAMPER) ติดอยู่ด้านหลังตัวเกล็ด หรือภายในท่อลมที่ซึ่งสามารถเข้าไปปรับปริมาณลม หรือถอดแผ่นตะแกรงลงมาล้างทำความสะอาดได้โดยง่าย
- 1.24 หน้ากากลมเชื่อมถ่าย (TRANSFER GRILLE) ช่องทางออกของหน้ากากลมเชื่อมถ่าย ต้องติดตั้งที่ทั้งสองข้างของผนังข้างละหนึ่งชุด เพื่อถ่ายเทลมจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่ง
- 1.25 ท่อลมงานระบบปรับอากาศทุกประเภทที่ปรากฏแก่สายตาผู้ใช้งาน รวมทั้งที่ติดตั้งภายในฝ้าที่สามารถเห็นได้ด้วย สายตาให้ทาสีปิดทับให้เรียบร้อยโดยสีที่เลือกใช้ให้เป็นประเภทเดียวกับที่มณฑนากรระบุ
- 1.26 ท่อลมแบบยืดหยุ่น (FLEXIBLE DUCT) ท่อลมแบบยืดหยุ่นไม่อนุญาตให้ใช้กับงานดังต่อไปนี้
  - 1.26.1 ท่อลมในแนวตั้งที่มีความสูงของชั้นมากกว่าสองชั้น
  - 1.26.2 อากาศที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 121 องศาเซลเซียส (250 F)
  - 1.26.3 การส่งลม หรือการระบายอากาศจะที่มีความยาวเกิน 4.0 เมตร (14 ฟุต)
  - 1.26.4 ไม่อนุญาตให้ใช้เป็นท่อส่งลมหลัก ไม่อนุญาตให้ติดตั้งผ่านผนังกันไฟ ฝ้า และโครงสร้าง ไม่อนุญาตให้ฝังดิน หรือฝังในผนังคอนกรีต ไม่ให้ใช้กับเครื่องดูดควัน เครื่องอบผ้า เว้นแต่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแนะนำ
  - 1.26.5 ท่อลมแบบยืดหยุ่นประกอบด้วย MULTI-LAYERED LAMINATED ALUMINUM POLYESTER เสริมโครงด้วยลวดสปริงชุบโลหะกันสนิม วัสดุที่ใช้ทั้งหมดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 90A CLASS1 หรือตามมาตรฐาน UL181 หรือตามมาตรฐาน ASTM E84 โดยที่ FLAME SPREAD RATING ไม่เกิน 25 และ SMOKE DEVELOPED RATING ไม่เกิน 50

## 2. DUCT CLASSIFICATION

- 2.1 ท่อลมความดันต่ำ (LOW PRESSURE DUCT) โครงสร้างจากการประกอบท่อลมความดันต่ำจะใช้งานที่ความดันไม่เกิน 500 Pa (2 in.wg)
- 2.2 ท่อลมความดันปานกลาง (MEDIUM PRESSURE DUCT) โครงสร้างจากการประกอบท่อลมความดันปานกลางจะใช้งานที่ช่วงความดันระหว่าง 500 Pa ถึง 1,000 Pa (2 in.wg ถึง 4 in.wg) อัตราลมรั่วไม่เกิน 0.28 CMM (10 CFM) ต่อความยาวท่อลม 30 m (100 ft) ที่ความดันทดสอบ 1,000 Pa (4 in.wg)

## 3. ประเภทของท่อลม

ท่อลมแบ่งตามลักษณะการประกอบและลักษณะการใช้งานได้ 7 ประเภทดังนี้

### 3.1 ท่อลมชนิดเหลี่ยม (RECTANGULAR DUCT)

- 3.1.1 ท่อลมรูปสี่เหลี่ยม รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาห้ด้วย ZINC CHROMATE และทาด้วยสีทาภายนอก
- 3.1.2 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 mm (12 in) จะต้องทำรอยพับทแยงมุม (CROSS-BREAK)
- 3.1.3 ทางแยกของท่อลม (BRANCH DUCT) จากท่อลมหลักทุกจุดจะต้องติดตั้ง SPLITTER DAMPER
- 3.1.4 กรณีที่ไม่สามารถติดตั้งตามข้อ 3.1.3 ได้ ให้ติดตั้ง OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ที่จุดแยกท่อ

### 3.2 ท่อลมชนิด PID (PRE-INSULATION DUCT)

- 3.2.1 ท่อลมรูปสี่เหลี่ยมชนิด PID วัสดุที่เป็นฉนวนต้องไม่มีสารประกอบ CFC และ ไมโครโฟเบอร์ โดยวัสดุที่ทำฉนวนต้องเป็นชนิด โพลีไอโซไซยานูเรต โฟม (POLYISOCYANURATE FOAM) หรือฟีนอลิกโฟมชนิดแข็ง (Rigid Phenolic) ที่ปราศจากสาร CFC หรือ HCFC ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก หรือเกิดไฟเมื่อถูกความร้อน
  - ก. มีความหนาไม่น้อยกว่า 20 mm
  - ข. มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 kg/m<sup>3</sup>
  - ค. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.026 W/m-K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25 °C (77 °F)
- 3.2.2 การประกอบท่อลมสามารถทำได้ที่หน้างาน หรือจากโรงงาน โดยผู้ติดตั้งต้องได้รับการฝึกอบรมจากโรงงานผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการรับรอง โดยให้อ้างอิงกับมาตรฐานท่อลม SMACNA ในการทำข้อต่อ ข้อโค้ง สามทาง และอื่นๆ สำหรับการเชื่อมต่อและการเสริมความแข็งแรงให้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 3.2.3 วัสดุท่อลม ต้องผ่านการทดสอบ และและมีใบรับรองตามมาตรฐาน ดังนี้
  - ก. มาตรฐาน BS476 : Part 6 และมาตรฐาน BS476 : Part 7 " Rating Class 0 "
  - ข. UL 94v : Class V-0
  - ค. NES 713 (Smoke Toxicity) Average Index < 5.2
  - ง. อุปกรณ์ประกอบ ชนิดที่ทำจาก PVC ต้องผ่านมาตรฐาน UL 94v : " Class V-0 "
  - จ. DW144 Class C

หมายเหตุ การเลือกใช้ท่อลมชนิด PID (PRE-INSULATION DUCT) สามารถเลือกใช้ได้เมื่อผู้ออกแบบกำหนดให้ใช้งานในแบบ หากมิได้กำหนดให้ใช้งานในแบบ ให้ผู้รับจ้างใช้ท่อลมชนิดแผ่นเหล็กชุบสังกะสีเพื่อการทำงานหรือคิดราคา

### 3.3 ท่อลมชนิดกลมและชนิดวงรี (ROUND AND OVAL DUCT)

- 3.3.1 ท่อลมรูปวงกลม หรือวงรี รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาห้ด้วย ZINC CHROMATE และทาด้วยสีทาภายนอก
- 3.3.2 จะต้องประกอบเป็นท่อลมกลมสำเร็จรูปมาจากโรงงาน (FACTORY FABRICATION) รอยต่อระหว่างท่อลมแต่ละท่อนจะต้องเก็บงานให้เรียบร้อยโดยให้แนวตะเข็บของท่อลมมีความต่อเนื่องกัน

3.3.3 ท่อลมกลมหรือท่อวงรีสามารถเลือกใช้ให้มี 2 ประเภทแบ่งตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ

ก. ท่อลมที่มีตะเข็บตามแนวยาว (LONGITUDINAL SEAM)

ข. ท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (SPIRAL SEAM)

หมายเหตุ การเลือกใช้ที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือรายละเอียดให้ถือว่าเป็นท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว

3.3.4 รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมอ่อนชนิดกลมกับท่อลมชนิดกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมอ่อนชนิดกลมโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมอ่อนชนิดกลมและติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

### 3.4 ท่อลมอ่อนชนิดกลม (FLEXIBLE ROUND DUCT)

3.4.1 ท่อลมอ่อนชนิดกลมจะต้องประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงาน โดยประกอบขึ้นจากแผ่นอลูมิเนียมพอยล์ชนิดที่ไม่ติดไฟ และสามารถคงรูปอยู่ได้โดยมีโครงลวดสปริงที่เคลือบด้วยสารกันสนิม

3.4.2 ท่อลมอ่อนชนิดกลมต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตรและไม่มากกว่า 4 เมตร เพื่อความง่ายต่อการโยกย้ายหน้างาน

3.4.3 การต่อท่อลมอ่อนชนิดกลมเข้ากับหน้ากากลมเย็นต้องทำ PLENUM BOX ขนาดความสูง 30 เซนติเมตร ทำจากสังกะสีความหนา # 22

ลักษณะท่อลมอ่อนที่ใช้งานต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

ก. ประกอบขึ้นจากแผ่นอลูมิเนียมพอยล์ชนิดที่ไม่ติดไฟอย่างน้อย 2 ชั้น ประกบติดกันโดยมีโพลีเอสเตอร์และกาวชนิดไม่ลามไฟเป็นตัวประสานมีความหนารวมกันไม่น้อยกว่า 50  $\mu\text{m}$

ข. ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 500 Pa (3 in.wg)

ค. อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 0 – 120 °C (0 – 240 °F)

### 3.5 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก HOOD ของห้องครัว (KITCHEN EXHAUST DUCT)

3.5.1 ท่อลมโดยทั่วไปมีรูปร่างและแนวทางการวางท่อเป็นไปตามแบบและรายละเอียด

3.5.2 ท่อลมประกอบขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กดำมีความหนาอย่างน้อย 1.40 mm รอยต่อตะเข็บตามแนวยาว (LONGITUDINAL SEAM) ให้ใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น สำหรับรอยต่อของท่อลมแต่ละท่อนให้ใช้การต่อแบบหน้าแปลน (FLANGE CONNECTION) และต้องทำการอุดรอยต่อให้ทั่วถึงเพื่อไม่ให้อากาศเกิดการรั่วซึมเข้าหรือรั่วซึมออก ท่อลมที่ใช้สำหรับ KITCHEN HOOD EXHAUST ทั้งหมดให้เคลือบหรือหุ้มผิวท่อลมด้วยวัสดุทนไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E119 และ/หรือ BS 476 PART 24 ในการทนไฟได้ไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง สำหรับการคงรูป (STABILITY) และการไม่ร้าว (INTEGRITY) ในกรณีเมื่อเกิดการลุกไหม้ทั้ง 2 ลักษณะคือภายในท่อและภายนอกท่อ ทั้งนี้ในส่วนการติดตั้งและอุปกรณ์ประกอบบอที่อุปกรณ์แขวนและรองรับท่อ ปะเก็น และวัสดุอุดรอยรั่วให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตทั้งหากผู้รับจ้างสามารถใช้

- สังกะสีความหนาเทียบเท่าแผ่นเหล็กดำได้โดยผู้รับจ้างต้องมีความปราณีตในการต่อระบบท่อลมไม่ให้มีรอยรั่ว หากมีรอยรั่วเกิดขึ้นให้ถืออยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 3.5.3 การวางแนวท่อลมให้มีความลาดเอียงและให้ติดตั้งท่อ DRAIN ไขมันทิ้งโดยท่อ DRAIN ใช้วัสดุท่อเหล็กชุบสังกะสี ขนาด 50 mm และให้มี BALL VALVE ขนาดเท่ากับท่อติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อเปิดและปิด
- 3.5.4 ห้ามเชื่อมต่อท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก KITCHEN HOOD EXHAUST ของห้องครัวเข้ากับท่อระบายอากาศอื่น ๆ
- 3.5.5 ปลายท่อดูดควันให้ติดตั้ง Wire Mesh ขนาด 1 x 1 นิ้วทำด้วย สแตนเลสยึดติดกับปลายท่อดูดควัน
- 3.5.6 ต้องมีช่องเปิดบริการเพื่อทำความสะอาดอย่างน้อย 1 จุด ขนาดไม่น้อยกว่า 0.50x0.5 เมตร ช่องเปิดบริการทำการวัสดุเดียวกับท่อลมโดยมีประเก็นทนไฟ 815 C ยึดติดด้วยน็อตสกรู
- 3.5.7 ผนังหุ้มช่องเปิดล้อมรอบท่อแนวดิ่งจะต้องมีอัตราทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงรวมไปถึงประตูของช่องเปิดบริการ
- 3.6 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจากพื้นที่ที่มีความกัดกร่อน (CORROSION EXHAUST DUCT)
- 3.6.1 ท่อลม รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย ZINC CHROMATE และทาด้วยสีทาภายนอก
- 3.6.2 ถ้าท่อลมที่ใช้เป็นท่อลมกลมหรือท่อวงรีสามารถเลือกใช้ท่อลมกลมได้ 2 ประเภทโดยแบ่งตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ ท่อลมมีตะเข็บตามแนวยาว (LONGITUDINAL SEAM) และท่อลมมีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (SPIRAL SEAM) การเลือกวิธีการประกอบตะเข็บให้เป็นลักษณะใดจะระบุไว้ในแบบ หากไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือเอกสารประกอบแบบ (TYPICAL DETAILS) ให้ถือว่าเป็นท่อลมมีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (SPIRAL SEAM)
- 3.6.3 ท่อลมที่ถูกจัดอยู่ในประเภทนี้ให้ทาด้วยสีตามที่ระบุไว้ในหมวด "ผิววัสดุที่อยู่ในบริเวณที่มีการผุกร่อนสูง" โดยให้ทาสีทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านใน
- 3.7 ท่อลมทนไฟ (FIRE RATED DUCT)
- ท่อลมทนไฟหมายถึงท่อลมที่ไม่มีการติดตั้ง FIRE DAMPER ซึ่งท่อลมดังกล่าวทำงานในขณะที่เกิดเพลิงไหม้หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้อยู่ตลอดเวลาจึงจำเป็นต้องสามารถทนไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง (120 นาที) ทั้งหมดโดยท่อลมในระบบควบคุมควันไฟและระบบอัดอากาศของอาคาร ซึ่งได้แก่
- ระบบระบายควัน (SMOKE EXHAUST SYSTEM)
  - ระบบอัดอากาศ (PRESSURIZATION SYSTEM) ในกรณีเกิดเพลิงไหม้
  - ระบบท่อลมระบายควันครัว (KITCHEN EXHAUST)
  - ระบบท่อลมงานระบบปรับอากาศที่เข้าร่วมกับระบบระบายควัน (COMBINATION DUCT SYSTEM)
- 3.7.1 ท่อลมทนไฟประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีหรือแผ่นเหล็กดำทาสีกันสนิมมีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.6 MM ยกเว้นท่อลมระบายควันครัวและเป็นไปตามมาตรฐานของท่อส่งลม

- 3.7.2 ให้ทำการป้องกันผิวท่อด้วยวัสดุทนไฟที่ทำให้ท่อลมสามารถทนไฟได้เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน BS476 PART 24 หรือ ISO 6944 หรือ EN 1366 สำหรับการคงรูป (STABILITY) และการไม่รั่ว (INTEGRITY) , ISO6944 และ ASTM E-2816 สำหรับงานท่อลมระบบปรับอากาศ หรือ ASTM E-2336 สำหรับงานท่อลมระบายอากาศครัว
- 3.7.3 การหุ้มฉนวนระบบท่อลมทนไฟสามารถหุ้มได้ด้วยวัสดุดังนี้
- หุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ROCK WOOL INSULATION) ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 60 KG/M<sup>3</sup> ความหนา 50 MM
  - หุ้มด้วยฉนวนใยแก้วชนิดทนอุณหภูมิสูง (HIGH TEMPERATURE GLASS WOOL INSULATION) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 KG/M<sup>3</sup> ความหนา 50 MM ปิดทับด้วย ALUMINUM FOIL ชนิดไม่ติดไฟสำหรับป้องกันการแผ่ความร้อน (INSULATION) ทนไฟได้ อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
  - หุ้มด้วยฉนวนชนิด แคลเซียม-แมกนีเซียม ซิลิเกต (CALCIUM MAGNESIUM SILICATE INSULATION ) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 96 KG/M<sup>3</sup> ความหนาไม่น้อยกว่า 38 MM ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.05 W/m-K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200 °C (0.3881 Btu-in/hr-ft<sup>2</sup>·°F ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 400 °F)

หมายเหตุ ไม่อนุญาตให้หุ้มฉนวนท่อลมทนไฟชนิดวัสดุต่างกันภายในการหุ้มท่อแนวเดียวกัน เพื่อให้ระบบคงทน

#### 4. ข้อกำหนดของวัสดุกันไฟท่อลม

- 4.1 วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องเป็นวัสดุทนไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS 476 PART 24 สำหรับการคงรูป (STABILITY) และการไม่รั่ว (INTEGRITY), ISO6944 และ ASTM E-2816 สำหรับงานท่อลมระบบปรับอากาศ หรือ ASTM E-2336 สำหรับงานท่อลมระบายอากาศครัว ของท่อลมเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง สำหรับส่วนการติดตั้งและอุปกรณ์ประกอบ เช่น อุปกรณ์แขวนและรองรับท่อ ปะเก็นและวัสดุอุดรอยรั่ว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 4.2 วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องได้รับการทดสอบแรงกระแทกตามมาตรฐาน BS5669 และ APPENDIX A ของ BS5588 PART 5
- 4.3 วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบแรงฉีดของน้ำ (HOSE STREAM TEST) ตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่แรงดันน้ำ 270 kPa (30 psi) เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที
- 4.4 การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟอุปกรณ์แขวนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm ขนาดของท่อเหล็กรองรับท่อ และเหล็กแขวนท่อต้องคำนวณโดยพิจารณาค่ารับแรงดึงที่ลดลงของเหล็กที่ลดลงจาก 430 N/mm<sup>2</sup> เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับรายการอุปกรณ์แขวนท่อให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ
- 4.5 ปะเก็น (GASKET) และวัสดุอุดรอยรั่ว (SEALANT) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (NON-COMBUSTIBLE) และให้ติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.6 ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลมควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับตำแหน่งช่องเปิดของฝ้าเพดาน

## 5. ฉนวนหุ้มท่อลม (DUCT INSULATION)

### 5.1 วัสดุของฉนวนหุ้มท่อลม

5.1.1 ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มภายนอกท่อลมเย็นทั่วไปให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ก. มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 mm (1 in)
- ข. มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m<sup>3</sup> (2.0 lb/ft<sup>3</sup>)
- ค. ไม่ติดไฟ
- ง. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu-in/hr-ft<sup>2</sup>·°F)
- จ. อุณหภูมิใช้งานเฉลี่ย 32 °C (90 °F)

5.1.2 ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มท่อลมอ่อนชนิดกลมให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ก. ความหนาไม่น้อยกว่า 25 mm (1 in)
- ข. ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 24 kg/m<sup>3</sup> (1.5 lb/ft<sup>3</sup>)
- ค. ไม่ติดไฟ
- ง. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu-in/hr-ft<sup>2</sup>·°F)
- จ. ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32 °C (90 °F)

ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดอยู่กับ ALUMINUM FOIL โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้งแล้ว) สำหรับ ALUMINUM FOIL จะต้องประกอบด้วย แผ่นพอยล์ด้านนอก กระดาษดริฟ เส้นใยแก้วเสริมแรง (MESH REINFORCEMENT) และแผ่นพอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะต้องยึดติดกันอย่างเหนียวแน่นตามมาตรฐานของแต่ละผู้ผลิต เมื่อ ALUMINUM FOIL ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐาน ACI SISALATION 431 หรือ FLAME STOP 524

5.1.3 ฉนวนยางสังเคราะห์ที่มีเซลล์ปิด (CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION) ให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ก. มีความหนาไม่น้อยกว่า 9 mm หรือ 12 mm หรือ 25 mm หรือ 75 mm (3/8 in หรือ 1/2 in หรือ 1 in) ตามที่ระบุในแบบ
- ข. ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 kg/m<sup>3</sup> (3 lb/ft<sup>3</sup>)
- ค. ไม่ลามไฟ
- ง. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu-in/hr-ft<sup>2</sup>·°F)
- จ. ที่อุณหภูมิใช้งานเฉลี่ย 32 °C (90 °F)
- ฉ. ฉนวนยางสังเคราะห์ประเภทนี้สามารถหุ้มได้ทั้งภายนอกและภายในท่อตามที่ระบุในแบบ

- 5.1.4 ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัว แผ่นใยแก้วชนิด HIGH-TEMPERATURE ให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ความหนาไม่น้อยกว่า 75 mm (3 in)
  - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m<sup>3</sup> (2 lb/ft<sup>3</sup>)
  - ไม่ติดไฟ
  - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.080 W/m·K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200 °C (0.55 Btu-in/hr·ft<sup>2</sup>·°F ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 390 °F)
- 5.1.5 ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัว แบบแผ่น CALCIUM SILICATE ให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ความหนาไม่น้อยกว่า 40 mm (1 ½ in)
  - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 200 kg/m<sup>3</sup> (12.5 lb/ft<sup>3</sup>)
  - ไม่ติดไฟ
  - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.070 W/m·K (10.48 Btu-in/hr·ft<sup>2</sup>·°F)
- 5.1.6 ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัว แบบแผ่น Calcium Magnesium Silicate based product ให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟ และ ไม่ลามไฟ (Noncombustibility) จำพวก แคลเซียม แมกนีเซียม ซิลิเกต (Calcium Magnesium Silicate based product) ซึ่งบรรจุในถุง Aluminium Foil (Completely encapsulated in scrim-reinforced aluminium foil) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 96 kg/m<sup>3</sup> ความหนาไม่น้อยกว่า 38 mm สำหรับ ADS/HVAC ตามมาตรฐาน ASTM E-2816 หรือ 76 mm สำหรับ Kitchen Exhaust pipe มาตรฐานตาม ASTM E-2336
- ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 96 kg/m<sup>3</sup> (6 lb/ft<sup>3</sup>)
  - ไม่ติดไฟ
  - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.05 W/m·K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200 °C (0.3881 Btu-in/hr·ft<sup>2</sup>·°F ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 400 °F)

หมายเหตุ : ฉนวนยึดติดกับ ALUMINUM FOIL โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้งแล้ว) ALUMINUM FOIL จะต้องประกอบด้วย แผ่นพอยล์ด้านนอก กระจาดชาดรีฟ เส้นใยแก้วเสริมแรงเสริมแรงและแผ่นพอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะต้องยึดติดกันอย่างเหนียวแน่นตามมาตรฐาน คุณสมบัติไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐาน ACI SISALATION 431 หรือ FLAME STOP 524

## 5.2 การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อลม

ก่อนจะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลมบริเวณพื้นที่ท่อลมนั้นๆ ต้องทำความสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้งก่อน พื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมด (ยกเว้นท่อ FLEXIBLE DUCT) จะต้องทาด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟให้ทั่วก่อน จึงจะทำการหุ้มฉนวนได้ ถ้าใช้ฉนวนใยแก้ว ตรงตำแหน่งรอยต่อของฉนวนใยแก้วจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว (ACRYLIC TAPE) ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 50 mm (2 in) อีกหนึ่งชั้น ถ้าใช้ฉนวนใยแก้วเข้ากับท่อลมที่มีขนาด

475 mm (19 in) และใหญ่กว่าเฉพาะด้านใต้ท้องท่อลมและด้านข้างท่อลมทั้ง 2 ด้าน ให้ใช้ตะปูพร้อมแหวน (MECHANICAL PINS AND SELF-LOCKING WASHERS) ยึดติดด้วย RAPID-SETTING SYNTHETIC ELASTOMER ADHESIVES เป็นตารางหมากรุกห่างกันทุก ๆ ระยะไม่เกิน 450 mm (18 in) เพื่อป้องกันไม่ให้นวนท่อลมตกแอ่นลง ดูรายละเอียดการติดตั้งใน TYPICAL DETAILS

5.2.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

- ก. ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
- ข. ในกรณีที่ไม่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 25 mm (1 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
- ค. ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ในห้องที่ปรับอากาศ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 9 mm (3/8 in)
- ง. ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 25 mm (1 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
- จ. ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงหรือชั้น Duct Floor ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 75 mm (3 in)
- ฉ. ท่อลมเย็นสำหรับห้องผ่าตัดให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 75 mm (3 in)

5.2.2 ท่อนำลมกลับทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

- ก. ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ข. ในกรณีที่ไม่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
- ค. ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ในห้องที่ปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ง. ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
- จ. ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 50 mm (2 in)

5.2.3 ท่อสำหรับอากาศบริสุทธิ์ให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

- ก. ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ไม่ผ่านการปรับอุณหภูมิให้หุ้มฉนวนตามวิธีการในข้อ 5.2.1, 5.2.2
- ข. ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ที่มีการปรับสภาพอุณหภูมิให้ต่ำลง (PRE-COOLED) ให้หุ้มฉนวนตามวิธีการในข้อ 5.2.1, 5.2.2

5.2.4 ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

- ก. ท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วไปไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ข. ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน

- ค. ในกรณีที่ไม่ใช้ช่องผ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศ ให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)

- 5.2.5 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก HOOD ของห้องครัวให้หุ้มฉนวนตลอดเส้นหากมิได้ระบุชนิดของฉนวน ให้ใช้ฉนวนแผ่นใยแก้วชนิด HIGH-TEMPERATURE

รายละเอียดการติดตั้ง (MECHANICAL PINS) สำหรับฉนวนใยแก้ว

ขนาดท่อลมกว้างหรือสูง	จำนวนแถว MECHANICAL PINS
ท่อลมขนาด 450 mm (18 in) และเล็กกว่า	ไม่ต้องใช้ MECHANICAL PINS
ท่อลมขนาด 475 mm (19 in) ถึง 900 mm (36 in)	ใช้ MECHANICAL PINS 1 แถวตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 925 mm (31 in) ถึง 1,350 mm (54 in)	ใช้ MECHANICAL PINS 2 แถวตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 1,375 mm (55 in) ถึง 1,800 mm (72 in)	ใช้ MECHANICAL PINS 3 แถวตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 1,825 mm (73 in) ถึง 2,250 mm (90 in)	ใช้ MECHANICAL PINS 4 แถวตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 2,275 mm (91 in) ถึง 2,700 mm (108 in)	ใช้ MECHANICAL PINS 5 แถวตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 2,725 mm (109 in) ถึง 3,150 mm (126 in)	ใช้ MECHANICAL PINS 6 แถวตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 3,175 mm (127 in) และใหญ่กว่า	จัดระยะห่างไม่เกิน 450 mm (18 in)

- 5.2.6 ALUMINUM FOIL ของฉนวนท่อลมที่มีรอยถลอกหรือฉีกขาดจะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Tape ให้เรียบร้อย โดยทำบริเวณฉีกขาดให้เรียบ สะอาดและแห้งสนิทก่อนจึงปิดทับด้วย Acrylic Aluminum Tape ได้

- 5.2.7 ทุกจุดที่แขวนรองรับท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนที่หุ้มท่อลมได้รับความเสียหายหรือถูกกดแบนจากการแขวนจะต้องรองรับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนา 1.1 mm (0.04 in) หรือสังกะสีเบอร์ 20 โดยพับยกขอบสองด้านขึ้นและสองด้านล่างด้านบนพับขึ้นสูง 150 mm (6 in) ส่วนด้านล่างพับลงมา 50 mm และ

- ต้องตัดปลายมุมสังกะสีให้หมดคมแหลม ความกว้างของแผ่นที่รองรับฉนวนที่หุ้มท่อลมเมื่อพับเรียบร้อยละ แล้วจะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 150 mm (6 in) ดูรายละเอียดใน TYPICAL DETAILS
- 5.2.8 การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟ อุปกรณ์แขวนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm ขนาดของท่อเหล็ก รองรับท่อและเหล็กแขวนท่อต้องคำนวณโดยพิจารณาค่ารับแรงดึงที่ลดลงของเหล็กที่ลดลงจาก 430 N/mm<sup>2</sup> ในเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับรายการอุปกรณ์แขวนท่อให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ
- 5.2.9 ปะเก็น (GASKET) และวัสดุอุดรอยรั่ว (SEALANT) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (NON-COMBUSTIBLE) และติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 5.2.10 ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลมควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับ ตำแหน่งช่องเปิดของฝ้าเพดาน

## 6. อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม (DUCT SUPPORT AND HANGER)

- 6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำและติดตั้งอุปกรณ์เหล็กยึดและแขวนท่อลม
- 6.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบ SHOP DRAWING ของอุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมเพื่อส่งขออนุมัติก่อน ดำเนินการ
- 6.3 สำหรับอุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม ชนิด รูปร่าง วิธีการยึดและช่วงระยะระหว่าง แสดงไว้ในแบบและ รายการ
- 6.4 ในการพิจารณาการแขวนยึดท่อต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานสถานที่ติดตั้งและน้ำหนักของท่อรวมทั้งอุปกรณ์ที่ ติดตั้งบนท่อเป็นหลัก เพื่อเลือกชนิดและขนาดของอุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวน สำหรับการยึดกับคอนกรีต เสริมเหล็กให้ใช้ EXPANSION BOLT เท่านั้น
- 6.5 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมจะต้องสามารถปรับระดับให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ การทำเกลียวจะต้องยาวพอ ให้สามารถปรับระดับได้ โดยมีเกลียวเหลือจากการขันน็อตปรับระดับแล้วไม่น้อยกว่า 20 mm (3/4 in) และไม่ ยาวเกินกว่าระดับต่ำสุดของ SUPPORT รับน้ำหนัก
- 6.6 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมสามารถยึดกับโครงเหล็กหรือคอนกรีตได้อย่างมั่นคงโดยท่อลมสามารถยึด และหลุดตัวได้อย่างปลอดภัย
- 6.7 ท่อในแนวนอนห้อยขึ้นในแนวตั้งต้องมี SUPPORT รับน้ำหนักท่อใกล้ช่องอ เพื่อรับน้ำหนักท่อในแนวนอนและ แนวตั้ง
- 6.8 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักโดยเด็ดขาด
- 6.9 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมจะต้องประกอบและทาสีมาจากโรงงาน
- 6.10 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคารซึ่งติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ชื้นและถูกกัดกร่อนได้ง่าย เช่น ห้องแบตเตอรี่ ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ ห้องเครื่องปรับอากาศ ห้องครัวและห้องซักรีด เป็นต้น จะต้องทาด้วย EPOXY RED LEAD PRIMER 2 ชั้นและทาทับด้วยสี EPOXY BLACK FINISHING PAINT อีกหนึ่งชั้น
- 6.11 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคารตามบริเวณทั่วไปไม่มีความชื้นและกัดกร่อน จะต้อง ทาสีด้วย RED LEAD PRIMER สองชั้นและทาทับด้วยสี ALKYD GREY FINISHING PAINT อีกหนึ่งชั้น น็อตสกรู และแหวนสปริงจะต้องเป็น HOT DIPPED GALVANIZED STEEL หรือ STAINLESS STEEL

- 6.12 หลังจากการติดตั้งระบบท่อลมทั้งหมดเรียบร้อยแล้วต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง
- 6.13 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งอุปกรณ์การวัด FLOW MEASURING PORT พร้อม PLUG ไว้สำหรับสอด PITOT TUBE เพื่อใช้ในการวัด AIR FLOW PORT ดังกล่าวจะต้องติดตั้งอยู่ทุกทางแยกที่สำคัญของท่อลม ยกตัวอย่างเช่น ท่อลมที่แยกออกจากกล่องจ่ายลมหลัก (MAIN PLENUM), ท่อลมย่อย (SUB BRANCH) ที่แยกจากท่อลมรอง (MAIN BRANCH), ท่อลมรอง (MAIN BRANCH) ที่แยกจากระบบท่อลมหลัก (MAIN SYSTEM)

## 7. ช่องเปิดบริการ (ACCESS DOOR)

- 7.1 จะต้องมีช่องเปิดบริการ (ACCESS DOOR) ติดตั้งที่ด้านข้างหรือด้านใต้ท่อลมมีขนาดอย่างน้อย 300 mm X 300 mm (12 in X 12 in) สำหรับตำแหน่งติดตั้งนั้นให้ติดตั้งความเหมาะสมสำหรับใช้เปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด, VAV BOX, MOTORIZED DAMPER, SMOKE DAMPER, SPLITTER DAMPER และ VOLUME DAMPER ที่มีขนาดใบ (BLADE) ใหญ่กว่า 0.1 mm<sup>2</sup> (150 in<sup>2</sup>) ทุกชุด ACCESS DOOR จะต้องเป็นแบบบานพับ (HINGE) มี SASH LOCK อย่างน้อยสองตัวมีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีปะเก็น NEOPRENE ติดที่ขอบโดยรอบเพื่อกันอากาศรั่ว สำหรับ ACCESS DOOR ที่ติดตั้งบนท่อลมที่หุ้มฉนวนต้องสร้าง ACCESS DOOR ให้เป็นสองชั้นและระหว่างต้องชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม
- 7.2 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนฝาเพื่อการตรวจสอบและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้าค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

## 8. FLEXIBLE COLLARS

ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถป้องกันน้ำได้ ในกรณีที่ระบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (FLEXIBLE ROUND DUCT) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลมความยาวของท่อลมกลมอ่อนที่ใช้จะต้องมีความยาวไม่เกิน 3.0 m (10 ft)

## 9. DAMPER

### 9.1 VOLUME DAMPER

VOLUME DAMPER แบบใบเดี่ยว (SINGLE BLADE) หรือแบบหลายใบ (MULTIPLE BLADE) โดยใบ (BLADE) แบบใบเดี่ยวมีความกว้างได้ถึง 350 mm (14 in) สำหรับใบของ MULTIPLE BLADE จะต้องมีมีความกว้างไม่เกิน 100 mm (4 in) และมีความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 mm (40 in) ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm (GAGE NO. 16) รอยพับขอบใบต้องเป็นแบบ HEMMED VOLUME DAMPER ต้องเป็นแบบ INTERLOCKING BLADE EDGE แกนปรับใบ (DAMPER ROD) จะต้องมีปลายด้านหนึ่งเป็นหัวจักรสี่เหลี่ยมทูลงลอดผ่าน BEARING PLATE สำหรับชนิดที่เป็น HANDLE LOCKING DEVICE แกนใบ

จะต้องมี NYLON BUSHING หรือ BRONZE BEARING SLEEVE รองรับ VOLUME DAMPER แบบหลายใบ จะต้องจัดใบให้เป็นแบบ OPPOSED BLADE ชนิด GANG OPERATED

## 9.2 LOW LEAKAGE VOLUME DAMPER

จะต้องมีโครงสร้างเช่นเดียวกับ VOLUME DAMPER และได้รับการทดสอบการรั่วซึมในขณะที่ปิดโดยจะต้องรั่วไม่เกิน 23 L/s-m<sup>2</sup> ที่ 250 Pa และไม่เกิน 30 L/s-m<sup>2</sup> ที่ 500 Pa ทั้งนี้การทดสอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 500

## 9.3 FIRE DAMPER

ลิ้นกันไฟจะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ลิ้นกันไฟจะต้องติดตั้งในแนวกำแพงกันไฟทุกจุด หรือตามที่ปรากฏในแบบ ไม่ว่าจะมึระบุดแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม ตัวเรือนและใบของลิ้นกันไฟจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีทั้งโครงสร้าง เมื่อติดตั้งร่วมกับผนังทนไฟได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 30 นาที หากติดตั้งร่วมกับผนังทนไฟได้มากกว่า 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง และจะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีชื่อเสียง เช่น UL ตามมาตรฐาน UL 555 เป็นต้น FUSIBLE LINK ของ FIRE DAMPER เป็นชนิดหลอมหรือโลหะหลอมละลายที่มีจุดหลอมละลายสูงกว่าอุณหภูมิขณะใช้งาน 28 °C แต่ต้องต่ำกว่า 74 °C FIRE DAMPER ที่เป็นชนิดมู่ลี่จะต้องเลือกใช้รุ่นที่เมื่อเก็บมู่ลี่แล้วจะต้องไม่มีมู่ลี่เข้ามาอยู่ในกระแสอากาศ (OUT OF AIR STREAM) ที่เพดานทุกจุดที่มีลิ้นกันไฟติดตั้งอยู่จะต้องมีช่องบริการขนาดไม่น้อยกว่า 0.60 m X 0.60 m ติดตั้งไว้ใกล้ๆ เสมอเพื่อสามารถขึ้นดูแลรักษาได้ และที่ท่อลมจะต้องมีช่องเปิดชนิด AIR TIGHT เพื่อเข้าเปลี่ยน FUSIBLE LINK ได้

## 9.4 SMOKE DAMPER

อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้เพื่อกันมิให้ควันถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่น ๆ ของระบบส่งลม อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติ โดยระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟสั่งให้ทำงาน ติดตั้งร่วมกับผนังกันควันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟไม่น้อยกว่า 45 นาที เป็นชนิด LOW LEAKAGE ทำจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm (GAGE NO. 16) ตัวใบทำจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า GAGE NO. 14 ขอบใบต้องมีตัว SEAL เพื่อกันควันได้ มีตัว ACTUATOR เพื่อหมุนขับใบให้ปิดเมื่อเกิดเหตุจำนวน ACTUATOR เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตส่วนประกอบทั้งหมดได้รับเครื่องหมายรับรองจากสถาบัน UL ตามมาตรฐาน UL 555 LEAKAGE CLASS I

## 9.5 COMBINATION FIRE & SMOKE DAMPER

อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้เพื่อกันมิให้ควันถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่น ๆ ของระบบส่งลม อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติ โดยระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟสั่งให้ทำงาน และทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้ไฟถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่นของระบบส่งลมเช่นเดียวกับลิ้นกันไฟ อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ และต้อง

มีค่าการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าโครงสร้างที่ติดตั้งอยู่ติดตั้งร่วมกับผนังทนไฟไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 30 นาที เป็นชนิด LOW LEAKAGE ทำจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm (GAGE NO. 16) ตัวใบทำจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า GAGE NO. 14 ขอบใบต้องมีตัว SEAL เพื่อกันควันได้ มีตัว ACTUATOR เพื่อหมุนขับใบให้ปิดเมื่อเกิดเหตุจำนวน ACTUATOR เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตส่วนประกอบทั้งหมดได้รับเครื่องหมายรับรองจากสถาบัน UL ตามมาตรฐาน UL 555 LEAKAGE CLASS I

## 9.6 SPLITTER DAMPER

**SPLITTER DAMPER** จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เกจของท่อลมช่วงนั้น ความยาวของตัวใบ 1.25 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) สำหรับปรับตำแหน่งใบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 mm (3/8 in)

## 9.7 การเสนออุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติ DAMPER

9.7.1 รุ่นที่เลือกใช้และรายละเอียดข้อมูลมาตรฐานรับรองผลิตภัณฑ์ข้อมูลทางเทคนิคเปรียบเทียบกับรายละเอียดประกอบแบบ

9.7.2 SHOP DRAWING ประกอบการติดตั้งเพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณา สำหรับ DAMPER ชนิด FIRE DAMPER, SMOKE DAMPER, COMBINATION FIRE & SMOKE DAMPER

## 10. ELECTROSTATIC AIR CLEANER FOR KITCHEN EXHAUST

10.1 **ELECTROSTATIC AIR CLEANER** เป็นระบบที่ได้รับการออกแบบสำหรับดักจับละอองน้ำมัน, ควัน, ฝุ่นละออง, เขม่าควัน, และกลิ่นเหม็นออกจากอากาศ ที่เกิดจากการประกอบอาหาร ระบบการทำงาน เป็นแบบ ELECTROSTATICS PRECIPITATOR SYSTEM 2 STAGE TYPE ผู้ผลิตต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 ในการผลิต

10.1.1 ระบบการทำงาน เป็นแบบ ELECTROSTATICS PRECIPITATOR SYSTEM แบบ 2 แรงดัน ไฟฟ้า โดย IONIZER ELECTRODES จะมีค่าแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 9,400 Volts DC และ IONIZING COLLECTING Cells จะมีค่าแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 4,700 Volts DC เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการจับละอองน้ำมัน สูงสุด

10.1.2 มีความสามารถในการฟอกอากาศได้ไม่น้อยกว่า 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 5,000 cfm ต่อ MODULE โดยมีประสิทธิภาพในการดักจับละอองน้ำมันได้ไม่น้อยกว่า 95% ภายใต้มาตรฐานในการทดสอบ D.O.P. Test Method ที่ความเร็วไม่เกิน 620 fpm. หรือ 99% ASHRAE STANDARD 52.1(DUST SPOT) ที่ความเร็วไม่เกิน 250 fpm.

10.1.3 มีระบบป้องกันอันตรายต่อผู้ใช้งาน โดยระบบจะต้องทำการตัดไฟใน ELECTRONIC CELL ทันทีที่ผู้ใช้งานเปิดประตูเครื่อง

10.1.4 มีไฟเตือนแสดงสถานะการทำงานของเครื่องในแต่ละ Module

- 10.1.5 โครงสร้างตู้ (Cabinet) จะต้องผลิตจากเหล็ก Galvanized ความหนาไม่น้อยกว่า Gauge เบอร์ 16 พร้อมทั้งเคลือบทับด้วย epoxy powder coat เพื่อความแข็งแรงและทนต่อการเกิดสนิม
- 10.1.6 Pre-Filter Aluminum mesh มีลักษณะเป็นตะแกรงอลูมิเนียมสานพัวจิบวางขัดกันไม่น้อยกว่า 4 ชั้น ทำหน้าที่ในการกรองฝุ่นขนาดใหญ่ สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
- 10.1.7 Power Supply (High frequency solid state design) ออกแบบสำหรับการใช้งานหนัก(Heavy duty) เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าเข้า 240Vac, 50Hz, 1Phase โดย Power Supply จะทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้า 2 แรงดัน ให้กับ Ionizer และ Collector เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์
- 10.1.8 Electronic cell ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักอยู่ในชั้นเดียวกัน
- 10.1.9 Spike Ionizer (Ionizer electrodes) ทำจากแผ่น Stainless steel ออกแบบลักษณะมีปลายแหลม สลับทั้งสองด้านเพื่อทำหน้าที่ปล่อยประจุบวกแรงดันสูง หรือวัสดุรูปแบบอื่นที่มีความทนทานและมีประสิทธิภาพดีกว่า
- 10.1.10 ฉนวนขั้วไฟฟ้าทำจาก Ceramic เพื่อความปลอดภัยและทนทานสูงสุด
- 10.1.11 Ionizing Collecting Cells ทำจาก Aluminum ออกแบบให้มีความลึกของ Plates ไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการดักจับละอองน้ำมันสูงสุด
- 10.1.12 Electronic cell จะต้องออกแบบให้สามารถถอดล้างทำความสะอาด cell ได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์
- 10.1.13 ตัวเครื่องจะต้องผ่านการรับรอง มาตรฐาน UL710 และ UL867
- 10.2 รายละเอียดชุดดูดกลิ่น (CARBON BANK AIR CLEANER)  
Carbon bank สามารถดูดซับกลิ่นจากการปรุงอาหารออกจากอากาศ
- 10.2.1 การออกแบบ TRAY รับลมเข้าเป็นแบบ V SHAPE เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการกรองอากาศ
- 10.2.2 ACTIVATED CARBON เป็นชนิด Rod โดยมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 m
- 10.2.3 ปริมาณ ACTIVATED CARBON ที่เลือกใช้จะต้องเลือกให้รับปริมาณลมได้ไม่เกิน 65 cfm/kg CARBON
- 10.2.4 มีความดันสูญเสีย (PRESSURES DROP) ไม่เกิน 130 pa ที่ความเร็วลม 2.5 m/s
- 10.2.5 สามารถรองรับปริมาณอากาศได้ไม่น้อยกว่า 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 5,000 cfm ต่อ MODULE
- 10.2.6 โครงสร้างตู้ (CABINET) จะต้องผลิตจากเหล็ก GALVANIZED ความหนาไม่น้อยกว่า GAUGE เบอร์ 16 พร้อมทั้งเคลือบทับด้วย EPOXY POWDER COAT เพื่อความแข็งแรงและทนต่อการเกิดสนิม
- 10.2.7 สามารถ เชื่อมต่อกับ ELECTRONIC AIR CLEANER FOR KITCHEN EXHAUST ได้เข้ารูปเป็นชั้นเดียวกัน
- 10.2.8 PRE-FILTER ALUMINUM MESH มีลักษณะเป็นตะแกรงอลูมิเนียมสานพัวจิบวางขัดกันไม่น้อยกว่า 4 ชั้น ทำหน้าที่ในการกรองฝุ่นขนาดใหญ่ สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
- 10.2.9 TRAY บรรจุ ACTIVATED CARBON จะต้องสามารถเปิดเพื่อเปลี่ยน ACTIVATED CARBON ได้สะดวก
- 10.3 การเสนออุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติ

- 10.3.1 รุ่นที่เลือกใช้และรายละเอียดข้อมูลมาตรฐานรับรองผลิตภัณฑ์ข้อมูลทางเทคนิคเปรียบเทียบกับรายละเอียดประกอบแบบ
- 10.3.2 SHOP DRAWING ประกอบการติดตั้งเพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณา

## 11. อุปกรณ์ลดเสียงในท่อลม (Sound Attenuator)

วัสดุลดเสียงจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน National Fire Protection Association Standard (NFPA 90 A, B) หรือเทียบเท่า วัสดุเป็นประเภทใยแก้วหรือใยหิน (Fiberglass) ใยแก้วหรือใยหินจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน  $0.038 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  ( $0.27 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{h.}^{\circ}\text{F}$ ) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย  $32^{\circ}\text{C}$  ( $90^{\circ}\text{F}$ ) และต้องมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) มีความหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) หรือตามข้อกำหนดไว้ในแบบและรายการ

### 11.1 ชนิดของอุปกรณ์ลดเสียง (Type of Equipment)

#### 11.1.1 อุปกรณ์ลดเสียงชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Attenuator)

อุปกรณ์ลดเสียงประกอบด้วยตัวถัง (Casing) และแผ่นแบ่ง (Splitter) โดยทั้งตัวถังและแผ่นแบ่งจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.1 มิลลิเมตร (0.044 นิ้ว) การต่อประกอบแผ่นแบ่งเข้ากับตัวถังจะต้องไม่ให้เกิดลมรั่ว รอยต่อจะต้องแข็งแรง ส่วนการต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลมจะต้องใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลนเท่านั้น อุปกรณ์ลดเสียงจะต้องออกแบบให้ลมที่ผ่าน (Channel Velocity) มีความเร็วไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที)

ตัวถังจะต้องบุด้วยวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 2 ด้าน โดยแต่ละด้านจะต้องใช้วัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสนลมด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.55 มิลลิเมตร (0.022 นิ้ว) เมื่อประกอบเรียบร้อยแล้วจะต้องมีช่องว่างให้อากาศผ่านได้ โดยมีความกว้างอยู่ระหว่าง 100-150 มิลลิเมตร (4-6 นิ้ว) ด้านปลายของวัสดุดูดซับเสียงที่ปิดทับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนทั้งด้านต้นลม (Up Stream) และปลายลม (Down Stream) จะต้องถูกออกแบบให้มีลักษณะโค้งมน เพื่อลดกระแสนลม (Turbulent) และความเสียดทานอากาศ (Air Friction)

#### 11.1.2 อุปกรณ์ลดเสียงชนิดทรงกระบอกกลม (Cylinder Attenuator)

อุปกรณ์ลดเสียงประกอบด้วยตัวถัง (Casing) และไส้กลาง (Core) ทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) โดยทั้งตัวถังและไส้กลางจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร (0.034 นิ้ว) การยึดไส้กลางเข้ากับตัวถังให้ใช้ครีปที่ไม่ต้านกระแสนลม โดยจำนวนครีปยึดไม่ควรมากกว่า 4 ชั้น การต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลมหรืออุปกรณ์ส่งลมจะต้องใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลนเท่านั้น อุปกรณ์ลดเสียงจะต้องออกแบบให้ลมที่ผ่าน (Channel Velocity) มีความเร็วไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที)

ตัวถังจะต้องบุด้วยวัสดุลดเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ส่วนไส้กลางทรงกระบอกจะต้องบุภายนอกด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ช่องว่างของไส้กลางให้บรรจุด้วยวัสดุดูดซับเสียงให้เต็ม เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าของวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสมด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.55 มิลลิเมตร (0.022 นิ้ว)

## 11.2 การติดตั้งอุปกรณ์ (Installations)

วัสดุดูดซับเสียง เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ผิวหน้าต้องไม่ฉีก ขาด หรือหลุด ร่อน ลอกออก เมื่อถูกกระแสมพัดผ่าน ไม่ว่าจะอยู่ในระหว่างการติดตั้งหรือการใช้งานตามปกติ วัสดุดูดซับเสียงจะต้องอยู่ในสภาพดีสมบูรณ์ เมื่อตรวจสอบขั้นสุดท้าย วัสดุดูดซับเสียงที่เสียหายในขณะที่ทำการขนส่งก็ดี จากการสั่นสะเทือนก็ดี หรือการห่อหุ้มไม่เรียบร้อยทำให้เกิดการชำรุดขึ้น จะไม่อนุญาตให้นำมาใช้งาน ส่วนใดที่ติดตั้งไปแล้วเกิดชำรุดเสียหาย จะต้องเปลี่ยนให้ใหม่ หรือให้ทำตามคำวินิจฉัยของวิศวกรควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติในการลดเสียงในทุก ๆ ความถี่ตลอดช่วง Octave Band มาประกอบการขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

## 11.3 การเสนออุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติอุปกรณ์ลดเสียงในห้อง (Sound Attenuator)

- ก. รายการคำนวณของเสียงเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ดูดซับเสียงในช่วงความถี่ตลอดช่วง Octave Band
- ข. รุ่นที่เลือกใช้และรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคเปรียบเทียบกับรายละเอียดประกอบแบบ
- ค. SHOP DRAWING ประกอบการติดตั้งเพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณา

## 12. การทำความสะอาดห้อง

- 12.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้ และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบห้อง
- 12.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดานผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (PORTABLE FAN) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในห้องโดยใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่นผงออกจากห้องให้หมด
- 12.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วยหลังจากการทำความสะอาดระบบห้องผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่เปลี่ยนให้กับผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ

### 13. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- 13.1 ภายหลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง  $\pm 10\%$  ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ
- 13.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญให้ใช้วิธี **TRANSVERSE** โดยใช้ **PITOT TUBE** ช่องเปิดสำหรับสอด **PITOT TUBE** ต้องมี **PLUG** อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้วการปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลมปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ **VOLUME DAMPER** หรือ **SPLITTER DAMPER** หลังจากปรับแต่ง **DAMPER** แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอน ทุก ๆ จุด

## บทที่ 11 หน้ากากลม

### 1. ความต้องการทั่วไป

หน้ากากลมจะมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทั้งหมดต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน และหากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ **NATURAL ANODIZED** ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้ควบคุมงานกำหนดในภายหลัง หน้ากากลมที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันให้มีขนาดเท่ากันและให้ใช้หัวจ่ายที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเป็นเกณฑ์

### 2. CEILING DIFFUSER (CD)

หน้ากากลมแบบ **CEILING DIFFUSER** เป็นแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทาง หรือวงกลมตามที่ระบุในแบบ ทำด้วย **EXTRUDED ALUMINUM** ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ **FRESH AIR** ให้ใช้วัสดุเป็นพลาสติก, **REMOVABLE CORES** ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ **FLUSH MOUNT** หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูงให้ติดตั้งเป็น **SURFACE MOUNT** มี **OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER** ทุกหัวจ่ายและมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

### 3. SUPPLY AIR GRILLE & SUPPLY AIR REGISTER (SAG/SAR)

หน้ากากลมแบบ **SUPPLY AIR GRILLE** ทำด้วย **EXTRUDED ALUMINUM** ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ **FRESH AIR** ให้ใช้วัสดุเป็นพลาสติก มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (**DOUBLE DEFLECTION**) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวตั้ง ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวนอน หน้ากากลมแบบ **SUPPLY AIR REGISTER** คือ **SUPPLY AIR GRILLE** ที่มี **OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER** ติดตั้งด้านหลัง หน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

### 4. RETURN AIR GRILLE & RETURN AIR REGISTER (RAG/RAR)

หน้ากากลมกลับแบบ **RETURN AIR GRILLE** ทำด้วย **EXTRUDED ALUMINUM** มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมกลับแบบ **RETURN AIR REGISTER** คือ **RETURN AIR GRILLE** ที่มี **OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER** ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากาก

### 5. FRESH AIR GRILLE & FRESH AIR REGISTER (FAG/FAR)

หน้ากากลมเพื่อรับอากาศบริสุทธิ์แบบ **FRESH AIR GRILLE** ทำด้วย **EXTRUDED ALUMINIUM** มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา และมีตาข่ายกันแมลงติดตั้งด้านหลังหน้ากาก หน้ากากลมบริสุทธิ์แบบ **FRESH AIR REGISTER** คือ **FRESH AIR GRILLE** ที่มี **OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER** สามารถปรับแต่งปริมาณ

ลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก FAG/FAR ที่รับลมจากภายนอกอาคารโดยตรง (หรือในแบบอาจจะระบุเป็น FAL – FRESH AIR LOUVER) จะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับ DUCT TRANSITION ให้มี SLOPE เทลงเข้าหา FAG/FAR/FAL เสมอเพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม ทั้งนี้ FAG/FAR/FAL ต้องมี FILTER ชนิด PANEL FILTER ชนิด SYNTHETIC FIBER ความหนา 9 มิลลิเมตร ติดตั้งด้วยเสมอไม่ว่าจะกำหนดไว้ในแบบหรือไม่ก็ตามโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากเจ้าของโครงการ

## 6. LINEAR SLOT DIFFUSER & LINEAR SLOT RETURN (LSD/LSR)

หัวจ่ายลมแบบ LINEAR SLOT DIFFUSER และ LINEAR SLOT RETURN ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ FRESH AIR ให้ใช้วัสดุเป็นพลาสติก มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่อง พร้อมกล่องลมที่มีฉนวนภายนอกและภายในเป็นฉนวนยางที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) และ 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ตามลำดับ ช่องจ่ายลมแต่ละช่องขนาด 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรืออื่นๆตามที่ระบุในแบบ

## 7. EXHAUST AIR GRILLE & EXHAUST AIR REGISTER (EAG/EAR)

หน้ากาลมระบายอากาศแบบ EXHAUST AIR GRILLE ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM มีใบยึดแน่นกับหน้ากาลในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากาลมระบายอากาศแบบ EXHAUST AIR REGISTER คือ EXHAUST AIR GRILLE ที่มี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ติดตั้งด้านหลังหน้ากาล สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากาลออก สำหรับ EAG/EAR ที่ปล่อยลมออกนอกอาคารโดยตรง (หรืออาจจะระบุเป็น EAL – EXHAUST AIR LOUVER) จะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับ DUCT TRANSITION ให้มี SLOPE เทลงเข้าหา EAG/EAR/EAL เสมอเพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม

## 8. PERFORATED CEILING DIFFUSER

หัวจ่ายลมสำหรับห้องทดลองหรือบริเวณที่ต้องการความสะอาด จะต้องมึลักษณะการจ่ายลมเป็นแบบ LARMINAR โดยหัวจ่ายลมเย็นจะต้องเป็นแบบ PERFORATED ซึ่งประกอบด้วย HOUSING, DEFLECTOR และ PERFORATED PLATE ตัว DEFLECTOR จะทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ ชุด HOUSING ขึ้นรูปจากอลูมิเนียม มี INLET CORE ขนาดตามที่ระบุในแบบ PERFORATED PLATE เป็นอลูมิเนียมยึดติดกับ HOUSING โดยวิธี SNAP LOCK อย่างแน่นหนา สีของ DIFFUSER จะต้องเป็นสีขาว สำหรับงานด้าน CLEAN ROOM ตัว HOUSING จะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศแบบ HEPA โดยประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศต้องเป็นไปตามที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบ ทุกส่วนของตัวถังจะต้องซีลด้วย GEL SEAL หรือ RUBBER GASKET เพื่อป้องกันฝุ่นจากช่องผ้า

## 9. JET DIFFUSER

หัวจ่ายลมสำหรับพื้นที่ที่ต้องการจ่ายลมที่ระยะไกล LONG THROW DIFFUSER หรือมีระยะส่งลมตามที่ระบุในแบบ มีลักษณะเป็น 2 ส่วน คือ HOUSING และ DISTRIBUTION GRILLE HOUSING ขึ้นรูปจากอลูมิเนียม มี NECK SIZE ขนาดตามแบบที่ปรากฏ DISTRIBUTION GRILLE เป็นอลูมิเนียมที่สามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้ในแนวระดับหรือแนวตั้ง โดยมีระยะส่งลมเป็นไปตามที่ระบุในแบบ สีของ DIFFUSER จะต้องเหมาะสมกับฝ้าเพดานหรือเป็นไปตามที่ขัณฑนากรระบุ ถ้ามีได้ระบุเป็นสีอื่น DIFFUSER จะต้องเป็นสีขาว

## 10. LINEAR BAR GRILLE (LBG)

หน้ากากส่งลมหรือหน้ากากรับลมกลับแบบ LINEAR BAR GRILLE (LBG) ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมแบบ 0,15,30 องศา แบบ 1 ทิศทางหรือ 2 ทิศทาง ความห่างของเกล็ดระบายอากาศแต่ละซี่ (Bar Spacing) ห่างกันไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตรขนาดความกว้างและยาวตามที่ระบุในแบบ ที่มี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากาก การติดตั้งเหมือนกับการติดตั้ง LINEAR SLOT DIFFUSER & LINEAR SLOT RETURN (LSD/LSR) พร้อมกล่องลมที่มีฉนวนภายนอกและภายในเป็นฉนวนยางที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) และ 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ตามลำดับ

## บทที่ 12 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

### 1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 การเดินสายไฟฟ้าถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมในอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อการฝังในคอนกรีต หรือผนัง หรือเดินลอยซ่อนในฝ้าเพดาน แล้วแต่กรณีสำหรับการใช้สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ระบุในหมวดต่อไป
- 1.2 ผู้รับจ้างงานไฟฟ้าจะเป็นผู้จ่ายไฟฟ้ามาถึงแผงไฟฟ้าของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยที่ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศจะเป็นผู้ต่อสายไฟฟ้าเข้าแผงไฟฟ้าที่อยู่ในความรับผิดชอบเอง และผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะต้องตรวจสอบการต่อสายไฟฟ้าและการจ่ายไฟฟ้าให้ถูกต้องตามความต้องการของทั้งสองฝ่าย

### 2. มาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานของเครื่องวัสดุอุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งต้องถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- 2.2 กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
- 2.3 มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- 2.4 มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
- 2.5 กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 2.6 ANSI : AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
- 2.7 ASTM : AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL
- 2.8 BS : BRITISH STANDARD
- 2.9 DIN : DEUTSCHE INDUSTRIENORMEN
- 2.10 IEC : INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
- 2.11 JIS : JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
- 2.12 NEC : NATIONAL ELECTRICAL CODE
- 2.13 NEMA : NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
- 2.14 NESC : NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE
- 2.15 NFPA : NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
- 2.16 UL : UNDERWRITERS LABORATORIES, INC.
- 2.17 VDE : VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER

### 3. การต่อลงดิน

- 3.1 วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้มหรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะอันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านต้องต่อลงดินตามกำหนดในมาตรฐานดังต่อไปนี้
- 3.1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า “หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน”
- 3.1.2 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ “TSES 24-1984 การต่อลงดิน”
- 3.1.3 NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
- 3.1.4 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO. 78
- 3.2 สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดินให้เป็นตัวนำทองแดงมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์อื่นๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดในตารางขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน ขนาดไม่เกิน.....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. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

- 4.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 240/415 โวลท์, 3-เฟส, 4-สาย, 50 เฮิรท์, Y-CONNECTION, SOLID GROUND
- 4.2 ระบบสีของสายไฟ และบัสบาร์ให้เป็นดังนี้
- 4.2.1 สายเฟส เอ สีน้ำตาล
- 4.2.2 สายเฟส บี สีดำ
- 4.2.3 สายเฟส ซี สีเทา

- 4.2.4 สายศูนย์ N สีฟ้า
- 4.2.5 สายดิน GND. สีเขียวแถบเหลือง

สายไฟที่ผลิตเพียงสีเดียวไททาสี หรือพันเทปทั้งสองข้างของสายด้วยสีที่กำหนดให้ รวมทั้งในที่ที่มี

- 4.3 โดยให้ทาสีคาดที่ท่อร้อยสายไฟฟ้าทุกๆระยะไม่เกิน 1 เมตร (3 ฟุต) หรือทาสีที่อุปกรณ์ยึดท่อ (CLAMP) ส่วนกล่องต่อสายกล่องพักสายให้ทาสีภายในกล่องและฝากล่องทุกๆกล่อง อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่างๆต้องมีรหัสสีแสดงไว้เพื่อช่วยในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลังโดยกำหนดให้ใช้รหัสสีดังนี้
  - 4.3.1 สีแดงสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
  - 4.3.2 สีฟ้าสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

## 5. การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้

- 5.1 ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด
- 5.2 ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน
- 5.3 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่าง ๆ
- 5.4 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ
- 5.5 จัดทำรายงานการทดสอบต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

หมายเหตุ : ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ และการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

## 6. แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบ และการสร้างแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR CONTROL CENTER) แบบตั้งพื้น (FLOOR STANDING) และแบบติดผนัง (WALL MOUNTED)

## 7. พิกัดของแผงสวิทช์

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, IEC, DIN หรือ VDE แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดโดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 7.1 RATE SYSTEM VOLTAGE : 415V / 240V
- 7.2 SYSTEM WIRING : 3-PHASE, 4-WIRE, EFFECTIVELY GROUNDED
- 7.3 RATED FREQUENCY : 50 HZ
- 7.4 RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ
- 7.5 RATE SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT (0.5 : ไม่น้อยกว่า RATED SHORT-TIME CIRCUIT CURRENT SECOND) ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
- 7.6 RATED PEAK WITHSTAND CURRENT : ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ SHORT-CIRCUIT CURRENT ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
- 7.7 RATED WITHSTAND VOLTAGE : 2,200V, 1-MINUTE (PHASE-TO-GROUND)
- 7.8 RATED INSULATION LEVEL : 1,000V
- 7.9 CONTROL VOLTAGE : 200-240V
- 7.10 TEMPERATURE RISE : 25°C
- 7.11 FINISHING : EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT

## 8. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์แบบตั้งพื้น

8.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (VERTICAL SECTION) มีความสมบูรณ์สามารถแยกออกจากกันให้เป็นอิสระได้ง่ายแต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

- 8.1.1 ความกว้าง : ระหว่าง 600-1,300 มิลลิเมตร
- 8.1.2 ความยาว : ระหว่าง 600-1,200 มิลลิเมตร
- 8.1.3 ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มิลลิเมตร

8.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในเป็นช่องๆ (COMPARTMENT) อย่างน้อย 3 ช่อง (FORM 3B) ดังนี้

- 8.2.1 UNIT COMPARTMENT เป็นส่วนสำหรับติดตั้งสวิตช์ตัววงจรสแตร์เตอร์อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้งอุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ ส่วนนี้ให้แบ่งเป็น MODULE โดยแต่ละ MODULE ให้บรรจุอุปกรณ์ควบคุมและป้องกันของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวเป็นชุด
- 8.2.2 CABLE COMPARTMENT และ TERMINAL COMPARTMENT เป็นส่วนสำหรับเดินสายไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ และส่วนติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้ากำลัง และสายไฟฟ้าควบคุมที่ต้องต่อกับตู้ส่วนอื่นหรือต่อออกไปภายนอกควรจัดให้อยู่ส่วนล่างหรือส่วนบนของตู้แล้วแต่กรณีเพื่อให้การเดินสายได้สะดวก

- 8.2.3 **BUSBAR COMPARTMENT** ให้รวมถึงช่องทั้งของ **HORIZONTAL BUSBARS** และ **VERTICAL BUSBARS** โดยส่วนนี้ควรจัดให้อยู่ด้านหลังและด้านข้างในแต่ละส่วนของตู้
- 8.3 โครงสร้างของแผงสวิทช์ต้องเป็นแบบ **SELF-STANDING METAL STRUCTURE** โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นแบ่ง **COMPARTMENT** ต้องเป็นแผ่นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ฝาของแผงสวิทช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้
- 8.3.1 ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ เป็นฝาของแต่ละ **COMPARTMENT** และฝาของแต่ละ **MODULE** ของ **UNIT COMPARTMENT** อย่างเป็นอิสระแต่ละฝาให้มีด้านหนึ่งเป็น **REMOVABLE PIN HINGES** ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น **KEY LOCK**
- 8.3.2 ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งเป็น **REMOVABLE PIN HINGES** เพื่อสะดวกในการเปิดและถอดฝาส่วนอีกด้านหนึ่งเมื่อปิดแล้วให้ใช้ **SCREW LOCK** หรือ **KEY LOCK** ก็ได้
- 8.3.3 ฝาด้านบนให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบแบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน **CABLE COMPARTMENT** ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรูหรือน็อตขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรง
- 8.3.4 ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
- 8.3.5 ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้านให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบด้านละ 1 ชั้นยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรูหรือน็อตขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรงแต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์หลายส่วน (**VERTICAL SECTION**) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทนโดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
- 8.3.6 **DEGREE OF PROTECTION** ของตู้ไม่ต่ำกว่า **IP 31** ตามมาตรฐาน **IEC** สำหรับติดตั้งภายในอาคารและ **IP 54** สำหรับตู้ติดตั้งภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีฝุ่นหรือความชื้นสูง
- 8.4 การประกอบแผงต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (**INSECT SCREEN**)
- 8.5 การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ **ELECTRO-GALVANIZED** หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วย “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี”
9. **ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดตั้ง**
- 9.1 การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน **ANSI, NEMA** หรือ **IEC** แต่ต้องไม่ขัดกับกฎหรือมาตรฐานของการไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 415/240 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรท์
- 9.2 **CABINET** ต้องเป็นแบบติดตั้งที่ผนังตัวตู้ทำด้วย **GALVANIZED CODED GAUGE SHEET STEEL** หรือเป็นเหล็กชุบ **ELECTRO-GALVANIZED** หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าและทาสีตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบมี

- ประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็น FLUSH LOCK และต้องมี KEY LOCK ด้วยและต้องมี CIRCUIT DIRECTORY WITH CLEAR PLASTIC COVERING บอกรหัส CIRCUIT ต่างๆติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน
- 9.3 MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMP TRIP และ AMP FRAME ตามที่กำหนดให้ในแบบประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้นทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION)
- 9.4 BRANCH CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK, THERMAL MAGNETIC AND TRIP INDICATING ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER
- 9.5 แผงสวิทช์ต้องมีความกว้างไม่เกินกว่า 800 มิลลิเมตร (32 นิ้ว)
- 9.6 แผงสวิทช์ต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) และในกรณีที่แผงสวิทช์มีความสูงเกินกว่า 1 เมตร (3 ฟุต) ต้องมีโครงเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรง
- 9.7 IP 31 สำหรับตู้ไฟฟ้าภายในอาคารทั่วไปและ IP 54 สำหรับตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีฝุ่นและความชื้นสูง
- 9.8 การระบายความร้อนภายในแผงสวิทช์ตลอดจนการป้องกันสนิม และการทาสีให้กระทำเช่นเดียวกับแบบตั้งพื้น
10. CIRCUIT BREAKER
- 10.1 CIRCUIT BREAKER ที่ใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, VDE หรือ IEC
- 10.2 MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องสามารถทำงานควบคุมและป้องกันทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยตามกำหนดดังนี้
- 10.2.1 OVERCURRENT PROTECTION
- 10.2.2 PHASE FAILURE PROTECTION
- 10.2.3 3 เฟส OVER AND UNDERVOLTAGE PROTECTION โดยตั้งได้ที่  $\pm 10\%$  ของ RATED VOLTAGE พร้อมด้วยระบบ INSTANTANEOUS TRIP และ LONG TIME AND SHORT TIME DELAY SETTING โดยมี CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CAPACITY ให้เป็นไปตามระบุในแบบ
- 10.2.4 FEEDER และ SUB-FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE, TOGGLE OR REVOLVING OPERATING MECHANISM ทำงานด้วยระบบ TRIP FREE, QUICK-MAKE และ QUICK-BREAK พร้อม INDIVIDUAL THERMAL และ ELECTROMAGNETIC TRIP ขนาด CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CAPACITY ต้องเป็นไปตามกำหนดในแบบ
- 10.2.5 CIRCUIT BREAKER ที่มีขนาดตั้งแต่ 100 แอมป์ขึ้นไปจะต้องมีอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบ REVOLVING HANDLE MECHANISM PAD LOCK และ CIRCUIT BREAKER ที่เล็กกว่า 100 แอมป์ให้ใช้อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบ KEY MECHANISM PAD LOCK
- 10.2.6 ตัวนำไฟฟ้าที่ต่อจาก BUSBAR เข้าด้าน PRIMARY ของ CIRCUIT BREAKER ที่มีขนาดเล็กกว่า 100 AMPERE FRAME ยอมให้ใช้สายไฟในตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพีวีซีทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลท์ (IEC 01) ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตารางมิลลิเมตรนอกนั้นให้ต่อกับ BUSBAR

## 11. MOTOR STARTER

MOTOR STARTER ในที่นี้ให้รวมทั้งแบบ DIRECT-ON-LINE, STAR-DELTA, TWO-SPEED และ REVERSIBLE ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ประกอบที่มีคุณสมบัติดังนี้

### 11.1 CONTACTOR ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

11.1.1 ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน VDE, IEC, BS หรือเทียบเท่า

11.1.2 STARTER สำหรับแบบ STAR-DELTA ต้องใช้ชนิด 3-CONTACTOR (CLOSED TRANSITION)

11.1.3 ขนาดต้องมีความเหมาะสมสามารถรับกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวได้ทั้งในขณะสตาร์ทตามคำแนะนำของผู้ผลิต

11.1.4 อุปกรณ์ภายในเช่น HOLDING COIL, MOVING CONTACT ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุดได้โดยง่าย

11.2 หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในตารางอุปกรณ์มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 KW (1 HP) ถึง 4 KW (5.5 HP) ใช้ STARTER แบบ DIRECT ON LINE, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 5.5 KW (7.5 HP) ถึง 160 KW (220 HP) ใช้ STARTER แบบ STAR-DELTA, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 200 KW (275 HP) ขึ้นไปใช้ STARTER แบบ AUTO-TRANSFORMER

11.3 DELAYED THERMAL OVERLOAD RELAYS ต้องเป็นชนิด 3 เฟสและมี AUXILIARY CONTACT อย่างน้อย 1-NO และ 1-NC หรือ 1-CHANGEOVER เพื่อสามารถใช้ประโยชน์อื่นๆได้อีก

11.4 PUSH-BUTTON ต้องเหมาะสมและผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ได้สำหรับเป็นชุดควบคุม

## 12. MOTOR

มอเตอร์จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตามมาตรฐานของ NEMA หรือ IEC เป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED, SQUIRREL CAGE SCREEN, IP55, WEATHER PROOF ออกแบบมาให้ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮอร์ทและมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางนี้

OUTPUT (kW)	MINIMUM EFFICIENCY (%)
≤ 0.55	70
0.75 – 3.0	78
4.0 – 5.0	83
7.5 – 10	85
15 – 30	88
37 – 55	90
75 – 90	91
≥ 110	93

มอเตอร์ที่ใช้กับอุปกรณ์ VARIABLE FREQUENCY DRIVES (VFD) จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตามมาตรฐานของ NEMA MG-1 PART 31

### 13. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 13.1 AMMETER และ VOLTMETER ต้องเป็นแบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 X 96 มม. SCALE ชนิด WIDE ANGLE และ ACCURACY CLASS 1.5
- 13.2 CURRENT TRANSFORMER (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ตโดยมี SECONDARY CURRENT 5A และ ACCURACY ตาม IEC STANDARD CLASS 1
- 13.3 KILOWATT METER ใช้ชนิด 3-PHASE UNBALANCE LOAD แบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 X 96 มม. SCALE ชนิด WIDE ANGLE และ ACCURACY CLASS 1.5
- 13.4 KILOWATT-HOUR METER ใช้ชนิด 3-PHASE, 4-WIRE UNBALANCE LOAD และมี ACCURACY CLASS 2.0
- 13.5 POWER-FACTOR METER ชนิด 3 เฟส 4 สายแบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 X 96 มม. SCALE ตั้งแต่ 0.5 LEADING ถึง 0.5 LAGGING และ ACCURACY CLASS 1.5
- 13.6 SELECTOR SWITCH แบบ SWITCHBOARD MOUNTING จำนวน 7 STEP สำหรับ VOLT-SELECTOR SWITCH และ 4 STEP สำหรับ AMP-SELECTOR SWITCH
- 13.7 PILOT LAMP หรือ INDICATING LAMP แบบ FLUSH MOUNTING บนตู้ SWITCHBOARD ใช้หลอด INCANDESCENT 0.6 W 6 V พร้อม TRANSFORMER แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 230 โวลต์เป็น 6 โวลต์เพื่อใช้กับหลอดไฟผาคอบเป็นพลาสติกแบบ LEN ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 13.8 เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า สำหรับตู้ MCC / AMCC ให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
- 13.8.1 สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดนี้ (DPM2)
- ก. ค่ากระแส (AMP)
  - ข. ค่าความต่างศักย์ (VOLT)
  - ค. ค่ากำลังไฟฟ้า (REAL, ACTIVE และ REACTIVE POWER) WATT
  - ง. ค่าพลังงานไฟฟ้า KW-H
  - จ. ค่าความต้องการทางไฟฟ้า และความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (DEMAND AND PEAK DEMAND)
  - ฉ. จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้
- 13.8.2 มีหน่วยความจำสามารถเก็บข้อมูลที่บันทึกไว้ได้,สามารถขยายระบบและเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเครื่องวัดได้,สามารถเชื่อมต่อกับระบบ BUILDING AUTOMATION SYSTEM (BAS) ได้,สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลและนำไปใช้งานได้
- 13.8.3 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า จะต้องมีความสัมพันธ์ทางด้านเทคนิค ดังต่อไปนี้
- ก. INPUT VOLTAGE : 230 VAC + 10%
  - ข. INPUT FREQUENCY : 50 Hz

ค.	TEMPERATURE OPERATING	:	-10 to 50 C
ง.	ACCURACY OF MEASUREMENT	:	มีพิภัดความเที่ยงตรง ไม่น้อยกว่า 1.0%
จ.	AUXILIARY CONTACT	:	2 UNIVERSAL I/O

หมายเหตุ การติดตั้งเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

#### 14. BUSBAR และฉนวนยึด

- 14.1 BUSBARS ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (BARE RATING) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตรและได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนด แต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้ง PHASE-, NEUTRAL- และ GROUND-BUS ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- 14.2 BUSBAR และ BUSBAR HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกันโดย BOLTS และ NUTS ต้องเป็นแบบที่ใช้กับระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- 14.3 BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY RESIN แบบสองชั้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้าห้ามใช้วัสดุในตระกูล BAKELITE หรือตระกูล PHENOLICS แทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- 14.4 การจัด BUSBARS ทั้ง PHASE-TO-PHASE และ PHASE-TO-GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (LIVE PART) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกรอกแบบให้หุ้ม BUSBAR โดยเฉพาะและมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ BUSBAR ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ BUSBAR ที่อาจลดลง

#### 15. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

- 15.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า กับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED COPPER WIRE 750 VOLTS, PVC INSULATED ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้
- 15.1.1 VOLTAGE CIRCUIT : 2.5 ตารางมิลลิเมตร
- 15.1.2 CURRENT CIRCUIT : 4 ตารางมิลลิเมตร
- 15.1.3 CONTROL CIRCUIT : 1.5 ตารางมิลลิเมตร
- 15.1.4 GROUND ระหว่างตัวแผงกับบานประตู : 10 ตารางมิลลิเมตร
- 15.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (TRUNKING) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าวห้ามตัดต่อโดยเด็ดขาด

15.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

## 16. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

16.1 ที่หน้าแผงสวิทช์ควบคุมต้องมี MIMIC BUS เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่วิศวกรเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (0.12 นิ้ว) และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร (0.4 นิ้ว) ยึดแน่นกับแผงสวิทช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

16.2 ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดใช้ควบคุมอุปกรณ์ใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ MIMIC BUS และเป็นตัวอักษรสีขาวมีความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (0.8 นิ้ว) หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

## 17. REMOTE CONTROL PANEL

17.1 การทำงานของระบบต้องเป็น 24 VAC

17.2 สวิทช์ไฟฟ้าต้องเป็นแบบ PUSH BUTTON โดยมีหลอดไฟแสดงสภาวะการทำงาน (เปิด-ปิด) แยกต่างหากติดตั้งฝังในผนัง

17.3 METAL BOX สำหรับติดตั้งสวิทช์ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย HOT-DIP GALVANIZED โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร

17.4 การติดตั้งให้ฝัง METAL BOX ในผนังกำแพงหรือเสาแล้วแต่กรณีโดยให้ COVERPLATE ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพงหรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิทช์เท่ากับ 1.20 เมตรหรือระบุในแบบ

17.5 COVERPLATE ต้องเป็น STAINLESS STEEL หรือ ALUMINIUM

17.6 อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบต้องผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน

## 18. การติดตั้ง

18.1 แผงสวิทช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยนอตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนาบนแท่น CONCRETE สูงประมาณ 100-150 มิลลิเมตร (4-6 นิ้ว) หากเป็นพื้นคอนกรีตนอตที่ใช้ต้องเป็นแบบ EXPANSION BOLT

18.2 กรณีที่แผงสวิทช์เป็นชนิดติดผนังต้องติดตั้งกับผนังโดย EXPANSION BOLTS ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตรจากพื้นถึงระดับของแผงสวิทช์

## 19. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้วเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

- 19.1 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆเพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 19.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิทช์ทั้งหมด
- 19.3 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่างๆที่ออกจากแผงสวิทช์

## บทที่ 13 สายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

### 1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

### 2. ชนิดของสายไฟฟ้า

- 2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน **POLYVINYL CHLORIDE (PVC)** สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียสตามมอก. 11-2553
- 2.2 สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อโลหะหรือ **WIREWAY** โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (**SINGLE-CORE**) ตามมอก. 11-2553, IEC 01
- 2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด **FLEXIBLE CABLE** หุ้มฉนวนพีวีซีสองชั้นตามมอก. 11-2553
- 2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรงหรือเดินใน **UNDERGROUND DUCT** ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยว และตัวนำหลายแกน (**MULTI-CORE**) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้นตามมอก.11-2553, NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี
- 2.5 สำหรับสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน **XLPE** สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลต์และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียสตามมาตรฐาน **IEC 60502, CV** การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายเป็นชนิด **FLAME-RETARDANT** และการนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแสและอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย
- 2.6 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตรต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (**STRANDED WIRE**)
- 2.7 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูงเช่นโคมที่ใช้หลอดไส้ (**INCANDESCENT LAMP**), **HIGH INTENSITY DISCHARGE LAMP** เป็นต้นให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน **ASBESTOS** หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 2.8 สายไฟชั้นใต้ดินเป็นชนิด **LSOH (LOW SMOKE ZERO HALOGEN)**

### 3. การติดตั้งสายไฟฟ้า

- 3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้
  - 3.1.1 การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน **NEC** และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า
  - 3.1.2 ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
  - 3.1.3 การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่นโดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

3.1.4 การตัดโค้งหรือสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

### 3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

3.2.1 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ **INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE** ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์

3.2.2 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตรและไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (**SPLICE OR SLEEVE**) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทปพีวีซีอีกชั้นหนึ่ง

3.2.3 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้นให้ต่อโดยใช้ **SPLIT BOLT CONNECTOR** ซึ่งผลิตจาก **BRONZE ALLOY** หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

3.2.4 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้าให้กระทำได้ในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

3.2.5 ปลาสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี **TERMINAL BLOCK** เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวกและการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อผ่าน **TERMINAL BLOCK** นี้

## 4. การทดสอบความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้

4.1 สำหรับ **FEEDER** และ **SUB-FEEDER** ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอม์ในทุกๆกรณี

4.2 สำหรับวงจรแสงสว่างและเตารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ ตัดวงจร และสวิตช์ต่างๆอยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอม์ในทุกๆกรณี

4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าวต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์และวัดเป็นเวลา 30 วินาทีต่อเนื่องกัน

## 5. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

### 5.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้าให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่นๆ เช่นสายโทรศัพท์สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐานจึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

## 6. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะ ตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ ดังต่อไปนี้

- 6.1 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346
- 6.2 ท่อโลหะชนิดหนานปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 345
- 6.3 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดานซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 348
- 6.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ขึ้นและและนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำการติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350
- 6.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่างๆต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR
- 6.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
  - 6.6.1 ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
  - 6.6.2 ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) และต้องยึดตัวสุดท้ายห่างจาก BOX ไม่เกิน 20 CM
  - 6.6.3 ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อนจึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
  - 6.6.4 การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
  - 6.6.5 การติดตั้งท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรั่วมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
  - 6.6.6 การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)
  - 6.6.7 แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอหากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับวิศวกรเป็นแต่ละกรณีไป

## 7. CABLE TRAY

- 7.1 CABLE TRAY ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี ELECTRO-GALVANIZED โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร (0.08 นิ้ว) และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูกมีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- 7.2 CABLE TRAY ชนิด LADDER ต้องมีลูกชั้นทุกๆระยะ 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) หรือน้อยกว่า
- 7.3 อุปกรณ์ยึดและแขวน CABLE TRAY และ WIRE WAY ภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสีภายนอกอาคารทำด้วยเหล็ก ELECTRO-GALVANIZED แล้วทาสีตามตารางรหัสและสัญลักษณ์สี
- 7.4 การติดตั้งและใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ CABLE TIE เท่านั้น

## 8. WIRE WAY

- 8.1 WIREWAY ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี ELECTRO-GALVANIZED
- 8.2 การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 300 และ ARTICLE 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ CABLE TIE เท่านั้น
- 8.3 ภายใน WIREWAY ต้องมี CABLE SUPPORT ทุกๆระยะ 500 มิลลิเมตร (20 นิ้ว)

## 9. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิทช์กล่องเต้ารับกล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 9.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไปต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร (0.048 นิ้ว) ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ ELECTRO-GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร (0.096 นิ้ว)
- 9.2 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาดจำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 373
- 9.3 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้วต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ ELECTRO-GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 9.4 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

- 9.5 การติดตั้งกล่องต่อสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก
- 9.6 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิดซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS LABORATORY)

## 10. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตามแต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

## 11. การทดสอบระบบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆช่วงตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

## บทที่ 14 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

### 1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์เหล่านี้ จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิตจะต้องแจ้งให้ทราบและจะพิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบ **ALTERNATIVE** จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและความต้องการของวิศวกร
- 1.2 จำนวนอุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏบนแบบยกเว้นรายการต่อไปนี้
- 1.2.1 สายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องวัดจากแบบหรือไดอะแกรม
- 1.2.2 รายการปลั๊กย่อยต่าง ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้แต่จำเป็นที่จะต้องมีไว้เพื่อให้ระบบสมบูรณ์แบบ จะต้องมีการประเมินจำนวนไว้โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับได้
- 1.3 ตัวเลขข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

### 2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องเลือกผลิตภัณฑ์ตามที่แสดงไว้ก่อน ยกเว้นไม่สามารถทำได้ต้องแสดงเหตุ ของการเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่แสดง และต้องแสดงเอกสารรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

#### 2.1 SPLIT TYPE AIR-CONDITIONING

CARRIER	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
DAIKIN	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
TRANE	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
MITSUBISHI	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
FUJISTU	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
PANASONIC	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE

#### 2.2 CENTRIFUGAL FAN

PANASONIC	JAPAN
-----------	-------

KRUGER	SWITZERLAND
NICOTRA	ITALY
ACME	USA
GREEN HACK	USA

### 2.3 PROPELLER FAN (COMMERCIAL USE)

PANASONIC	JAPAN
KRUGER	SWITZERLAND
NICOTRA	ITALY
MITSUBISHI	JAPAN
WOLTER	GERMANY

### 2.4 PROPELLER FAN (INDUSTRIAL USE)

PANASONIC	JAPAN
KRUGER	SWITZERLAND
NICOTRA	ITALY
WOLTER	GERMANY
ACME	USA
GREEN HACK	USA

### 2.5 CEILING FAN

PANASONIC	JAPAN
KRUGER	SWITZERLAND
NICOTRA	ITALY
MITSUBISHI	JAPAN
WOLTER	GERMANY

### 2.6 PVC PIPE

THAI PIPE	LOCAL
D-PLAST	LOCAL

	BANGKOK PAIBOON PIPE	LOCAL
2.7	<u>COPPER TUBE</u>	
	KLM	LOCAL/KOREA
	SAMPO	KOREA
	NBC	KOREA
	HANA	KOREA
	O-TWO	CHINA
2.8	<u>CLOSED CELL FOAMED ELASTOMER INSULATION</u>	
	ARMAFLEX	USA OR PRODUCE UNDER LICENSE
	AEROFLEX	LOCAL
	K-FLEX	MALAYSIA
	THERMOBREAK	LOCAL
2.9	<u>GALVANIZED STEEL SHEET</u>	
	THAI GALVANIZED STEEL	LOCAL
	SINGHA	LOCAL
	BSP	LOCAL
	TRUZINC	LOCAL
2.10	<u>PID DUCT</u>	
	GEKKO	LOCAL
	FIRST DUCT	INDONESIA
	SMART PANELS PID	INDIA
	KINGSPAN (Kool Duct)	UK
2.11	<u>DIFFUSERS, GRILLES &amp; LOUVERS</u>	
	KOMFORT FLOW	LOCAL

FLOTHRU	LOCAL
ESCO FLOW	LOCAL
SEIHO	USA
AS&D	LOCAL
AEROGRILLE (PLASTIC GRILLE)	LOCAL
GREENHECK	USA
HALTON	UK
RUSKIN	USA
TITUS	USA
BETEC CAD	UAE
PRICE	USA

## 2.12 FIBERGLASS INSULATION

SFG INSULATION	LOCAL
MICRO-FIBER	LOCAL
VINSULATOR	TAIWAN
TWIGA	INDIA

## 2.13 LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER

SIEMENS	GERMANY
MITSUBISHI	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	THAILAND/CHINA
ABB	ITALY

## 2.14 VIBRATION ISOLATOR

KINETICS	USA
MASON	USA
VIBRATION MOUNT & CONTROL	USA
TOZEN	JAPAN
WILHAMS	UK

## 2.15 AUTOMATIC CONTROL EQUIPMENT

HONEYWELL	USA
JOHNSON CONTROLS	USA
TAC	SWEDEN
AZBIL (YAMATAKE)	JAPAN
SIEMENS	GERMANY
INVENSYS	USA
REGIN	SWEDEN
SIGNET	USA
BELIMO	SWITZERLAND
CAREL	ITALY
V.C.P.(Ventilation Control Product)	SWEDEN

## 2.16 AIR FILTER

AAF	USA
CAMFIL	USA/SWEDEN
AIR GUARD	USA
JAF	JAPAN

## 2.17 SAFETY SWITCH

GE	USA
SIEMENS	GERMANY
SCHNEIDER ELECTRIC	USA

## 2.18 CONTACTOR AND CONTROL RELAY

SIEMENS	GERMANY
FUJI	JAPAN
MITSUBISHI	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	FRANCE
ABB	FRANCE

FINDER	ITALY
--------	-------

## 2.19 LV CURRENT TRANSFORMER

SIEMENS	GERMANY
AEG	GERMANY
GOSSEN	GERMANY
FUJI	JAPAN
CROMPTON,	UK
MITSUBISHI JAPAN CROMPTON	UK

## 2.20 ELECTRIC MOTOR

CELSA	SPAIN
GOSSEN	GERMANY
CROMPTON	UK
SIEMENS	GERMANY
FUJI	JAPAN
MITSUBISHI	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	FRANCE

## 2.21 CONDUIT (METALIC)

PANASONIC	LOCAL
TAS	LOCAL
RSI	LOCAL
PAT	LOCAL
ABSO	LOCAL
ARROW PIPE	LOCAL
UI	LOCAL
BSM	LOCAL

## 2.22 CONDUIT (NON METALIC)

CLIPSAL	AUSTRALIA
FRE	CANADA
EFLEX	LOCAL
GRE	LOCAL
TAP	LOCAL
ท่อน้ำไทย	LOCAL
ตราช้าง	LOCAL

## 2.23 PRE INSULATED PIPE

GEKKO	THAILAND
INSAPIPE	AUSTRALIA
JABITHEAM	NETHERLAND/ GERMANY
HELGA	MALAYSIA