


# โครงการก่อสร้าง

# อาคารศูนย์ปฏิบัติการอากาศยาน

# มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## รายการประกอบแบบ

## หมวดงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

# สารบัญ

**หมวดที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป..... 1**

1.1.สถาบันมาตรฐาน..... 1

1.2.สถาบันตรวจสอบ..... 2

1.3.ขอบเขตของงานโดยทั่วไป..... 2

1.4.วัสดุ และอุปกรณ์..... 2

**หมวดที่ 2 : หน้าที่ และความรับผิดชอบ..... 3**

2.1.พนักงาน..... 3

2.2.เครื่องมือเครื่องใช้..... 3

2.3.การสำรวจบริเวณก่อสร้าง..... 3

2.4.การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด..... 3

**หมวดที่ 3 : การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง..... 4**

3.1.การทำช่องเปิด และ การตัด-เจาะ..... 4

3.2.การอุดปิดช่องว่าง..... 4

3.3.ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง..... 4

3.4.การจัดทำแท่นเครื่อง..... 4

3.5.การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร..... 5

3.6.งานติดตั้งในห้องเครื่อง..... 5

3.7.การป้องกันน้ำเข้าอาคาร..... 5

**หมวดที่ 4 : การประสานงาน..... 6**

4.1.การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และวิศวกร..... 6

4.2.การประชุมโครงการ..... 6

4.3. การประสานงานในด้านมัณฑนาการ ..... 6
4.4. การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ ..... 6
4.5. สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง ..... 6
4.6. การรักษาความสะอาด ..... 6
4.7. การรักษาความปลอดภัย ..... 6
**หมวดที่ 5 : แบบและเอกสาร ..... 7**
5.1.ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ ..... 7
5.2.ข้อขัดแย้งของแบบ ..... 7
5.3.แบบประกอบสัญญา ..... 7
5.4.แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS) ..... 7
5.5.แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS) ..... 8
5.6.หนังสือคู่มือการใช้งาน และ บำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ ..... 8
**หมวดที่ 6 : เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ..... 10**
6.1.เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ที่นำมาใช้งาน ..... 10
6.2.การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน ..... 10
6.3.การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ ..... 10
6.4.การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ..... 10
6.5.ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้ง ..... 11
6.6.การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ ..... 11
6.7.รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์ ..... 11
6.8.การป้องกันการผุกร่อน ..... 11
**หมวดที่ 7 : การทาสี, การป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี ..... 12**
7.1.ความต้องการทั่วไป ..... 12

7.2.การเตรียม และทำความสะอาดผิวงาน ..... 12
7.3.การทดสอบ ..... 12
7.4.ประเภทและชนิดของสีที่ใช้ ..... 13
7.5.รหัสสีและสีสัญลักษณ์ ..... 14
**หมวดที่ 8 : ระบบปรับอากาศแบบน้ำยาแปรผัน (VARIABLE REFRIGERANT FLOW:VRF) ..... 15**
8.1.ความต้องการทั่วไป ..... 15
8.2.คุณลักษณะทางเทคนิคเครื่องปรับอากาศระบบน้ำยาแปรผัน ..... 16
**หมวดที่ 9 : พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS) ..... 23**
9.1.ความต้องการทั่วไป ..... 23
9.2.ประเภทของพัดลม ..... 24
9.3.การป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง ..... 25
9.4.ช่องเปิดบริการ (ACCESS PANEL) ..... 25
**หมวดที่ 10 ระบบไฟฟ้า ..... 25**
**หมวดที่ 11 ท่อลมและอุปกรณ์ ..... 27**
11.1.ทั่วไป ..... 27
11.2.ฉนวนหุ้มท่อลมและฉนวนหุ้มท่อกล่องลม (INSULATION OF DUCT AND PLENUM) ..... 27
11.3.หน้ากากลม ( DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILLE) ..... 27
**หมวดที่ 12 การติดตั้ง ..... 28**
12.1.การติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต ..... 28
12.2.การติดตั้งแฟนคอยล์ ..... 28
12.3.การติดตั้งท่อน้ำยา ..... 28
12.4.การทำสุญญากาศ ..... 30
12.5.การเติมสารทำความเย็นแนะนำ 2 วิธีดังนี้ ..... 30

หมายเหตุ ..... 30

**หมวดที่ 13 การทดสอบ ..... 32**

13.1.การทดสอบให้ทำโดยการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลต่างๆ ด้านวิศวกรรมที่สำคัญๆ ได้แก่ ..... 32

**หมวดที่ 14 ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์มาตรฐาน ..... 33**

14.1.เครื่องปรับอากาศระบบน้ำยาแปรผัน (VRF) ..... 33

14.2.พัดลม ..... 33

14.3.FLEXIBLE DUCT ..... 33

14.4.แผ่นเหล็กอาบสังกะสี ..... 33

14.5.AIR GRILLE & REGISTER ..... 33

14.6.ท่อทองแดง ..... 33

14.7.PVC PIPE ..... 34

14.8.ฉนวนหุ้มท่อน้ำยา ..... 34

14.9.ฉนวนหุ้มท่อลม ..... 34

14.10.สายไฟฟ้า ..... 34

14.11.ท่อร้อยสายไฟ ..... 34

14.12.อุปกรณ์ไฟฟ้า ..... 34

# หมวดที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป

## 1.1 สถาบันมาตรฐาน

นอกเหนือจากข้อบังคับ และ/หรือ ข้อบัญญัติแห่งกฎหมายท้องถิ่น ตลอดจนกฎระเบียบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ แล้ว ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของ วัสดุ-อุปกรณ์ การประกอบ และการติดตั้ง ที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE (ANSI.)

AIR MOVING AND CONDITIONING ASSOCIATION (AMCA)

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API.)

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE)

AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE (ARI)

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME)

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS

BRITISH STANDARD (BS.)

FACTORY MUTUAL (FM)

INTERNATIONAL ELECTRO-TECHNICAL COMMOSSION (IEC)

PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY (PEA)

JAPANESE INDUSTRIAL STNADARD (JIS)

NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC.)

NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION (NEMA)

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA.)

SHEET METAL AND AIR-CONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION INC. (SMACA)

UNDERWRITERS' LABORATORIES, INC, (UL.)

## 1.2 สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

## 1.3 ขอบเขตของงานโดยทั่วไป

ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดเพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง

## 1.4 วัสดุ และอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในการติดตั้งตามที่แสดงในแบบและกล่าวถึงในรายการประกอบแบบนี้จะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยทำการติดตั้งมาก่อน และเป็นอุปกรณ์อยู่ในขั้นดีเยี่ยมสำหรับชนิดนั้นๆ หากเป็นวัสดุผลิตภายในประเทศจะต้องเป็นวัสดุที่ผลิตตามมาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมรับรองเมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำงานได้สมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์โดยไม่มีชิ้นส่วนใดขาดตกบกพร่อง

ในรายการใบเสนอราคา ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ให้ตรงตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนและรายการนี้ทุกประการ หากในรายการระบุรายชื่อมากกว่าหนึ่งราย ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะเลือกใช้อุปกรณ์รายไหนก็ได้ ในกรณีที่ผู้เสนอราคาต้องการจะใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในรายการผู้เสนอราคาจะต้องแจ้งชื่อเสนอแคตตาล็อคและรายละเอียดของอุปกรณ์ หรือตัวอย่างมาให้เลือกเป็นรายการแยกอีกต่างหาก โดยให้วิศวกรผู้ออกแบบพิจารณารับรองมาก่อนว่ามีคุณภาพเทียบเท่าตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน และรายการประกอบแบบพร้อมกันในการเสนอราคาแต่ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะพิจารณารายใดก็ได้

หากผู้รับจ้างทำการติดตั้งอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งยังไม่ได้รับความเห็นชอบและอนุมัติ Shop Drawing หรือผิดไปจากแบบที่ได้รับความเห็นชอบไว้แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการที่จะต้องการที่จะต้องรื้อออก เพื่อเปลี่ยนหรือแก้ไขติดตั้งใหม่ ตามแต่ผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างจะต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดเองทั้งสิ้น

การที่วิศวกรเห็นชอบในแบบ เป็นการเห็นชอบในหลักการ ไม่ได้ปลดภาระของผู้รับจ้างในการที่จะต้องรับผิดชอบ หากว่าอุปกรณ์นั้นผลิตหรือประกอบไม่ดีพอ และไม่สามารถทำการติดตั้งหรือสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

## หมวดที่ 2 : หน้าที่ และความรับผิดชอบ

### 2.1 พนักงาน

2.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมาย โดยมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานเพื่อให้งานที่ถูกต้อง สมบูรณ์

2.1.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิศวกรควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบ รายละเอียด และข้อกำหนด ให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ

2.1.3 ในกรณีที่ผู้คุมงานพิจารณาเห็นว่า พนักงานของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม เจ้าของโครงการสงวนสิทธิที่จะสั่งการให้ผู้รับจ้าง จัดหาบุคคลที่เหมาะสมกว่ามาทดแทนได้

### 2.2 เครื่องมือเครื่องใช้

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย สำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสม อีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

### 2.3 การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่างๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง และ/หรือ ข้อมูลที่กล่าวข้างต้น เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

### 2.4.1 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

2.4.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตย์ และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมต่างๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ เสมอเพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

2.4.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาด ให้สอบถามจากผู้คุมงานโดยตรง

2.4.3 ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่องวัสดุ-อุปกรณ์ และเอกสารสัญญาอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้คุมงานทราบเพื่อขอคำวินิจฉัยทันที ผู้คุมงานและ/หรือผู้ออกแบบจะพิจารณาตัดสินโดยถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์

2.4.4 ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้ เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่องวัสดุ-อุปกรณ์ ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการ และสถานที่ติดตั้งจริง

# หมวดที่ 3 : การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง

## 3.1 การทำช่องเปิด และ การตัด-เจาะ

3.1.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบช่องเปิดต่างๆ สำหรับติดตั้งงานระบบในความรับผิดชอบ จากแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง เพื่อยืนยันความต้องการและความถูกต้อง

3.1.2 กรณีที่มีความต้องการแก้ไข ขนาด-ตำแหน่งของช่องเปิด หรือต้องการช่องเปิดเพิ่มจากที่ได้จัดเตรียมการให้ตามแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง ผู้รับจ้างต้องเสนอขอพร้อมจัดทำแบบ และ/หรือ รายละเอียดแสดงการติดตั้งต่อผู้คุมงานล่วงหน้าอย่างน้อย 45 วัน ก่อนที่ผู้รับจ้างงานก่อสร้างจะดำเนินการในช่วงงานที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ

3.1.3 การสกัด ตัด หรือ เจาะ ส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของกรรมวิธีดำเนินงาน เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อส่วนอื่นๆ ได้ เสนอขออนุมัติจากผู้คุมงานก่อนการดำเนินการอย่างน้อย 7 วัน

## 3.2 การอุดปิดช่องว่าง

3.2.1 ภายหลังการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ผ่านช่องเปิด หรือ ช่องเจาะใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องดำเนินการอุดปิดช่องว่างที่เหลือ ด้วยวัสดุและกรรมวิธีที่เหมาะสม โดยต้องได้รับอนุมัติจากผู้คุมงาน

3.2.2 การเลือกใช้วัสดุ และกรรมวิธีในการอุดช่องว่างที่กล่าวข้างต้น นอกจากต้องคำนึงถึงการตรวจซ่อมในอนาคตแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการป้องกันไฟและควันลาม ตลอดจนการป้องกันเสียงเล็ดลอดโดยตรงอีกด้วย

3.2.3 การอุดช่องว่างในส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ไม่ว่าจะเป็นพื้นหรือผนังที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และส่วนที่เป็นโครงสร้างเพื่อกันไฟ ต้องใช้วัสดุ และกรรมวิธีที่สามารถทนไฟได้ ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

## 3.3 ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ และ/หรือ แสดงความต้องการ ช่องเปิดที่ใช้เพื่อการตรวจซ่อม (SERVICE PANEL) เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ภายหลังการติดตั้งงานแล้วเสร็จ โดยต้องเสนอขนาดและตำแหน่ง ตามความจำเป็นต่อผู้คุมงาน เพื่อพิจารณาดำเนินการตามความเหมาะสม

## 3.4 การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำ แท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆให้มีความแข็งแรง สามารถทนการสั่นสะเทือนของ เครื่อง/อุปกรณ์ ขณะใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยข้อมูลรายละเอียดขนาด และตำแหน่งที่จะจัดทำ ต้องเสนอขออนุมัติจากผู้คุมงานอย่างน้อย 15 วัน ก่อนดำเนินการ

### 3.5 การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

3.5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขวนท่อ เครื่องและอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคารการประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้าง ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงานก่อนดำเนินการยึด แขวนใดๆ

3.5.2 EXPANSION SHIELD ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตต้องเป็นโลหะ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต และต้องได้รับอนุมัติจากผู้คุมงาน

3.5.3 ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขวน จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)

3.5.4 การยึดแขวนกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางงานระบบอื่น

### 3.6 งานติดตั้งในห้องเครื่อง

3.6.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

3.6.2 ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้าหรือแจ้งให้ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

3.6.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง SPRING รองรับท่อ, อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการสั่นสะเทือน เพื่อมิให้ความสั่นสะเทือนนั้นผ่านไปยังพื้นที่ส่วนอื่นๆ นอกห้องเครื่อง

3.6.4 ในกรณีที่อุปกรณ์ หรือท่อที่นำมาติดตั้ง อาจเกิดการทรุดตัว/แตกหัก ทางผู้รับจ้างต้องจัดหา FLEXIBLE JOINT CONNECTION ติดตั้งไว้กับอุปกรณ์/ท่อดังกล่าวด้วย

### 3.7 การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้งและเสริมเพิ่มเติมวัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้คุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

# หมวดที่ 4 : การประสานงาน

## 4.1 การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และวิศวกร

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และวิศวกรในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่าง และอื่นๆ ตามสมควรแก่กรณี

## 4.2 การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆ โดยผู้รับจ้าง งานอาคารหรือผู้คุมงาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

## 4.3 การประสานงานในด้านมัณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง หรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิก และ มัณฑนากรโดยใกล้ชิดตามที่ผู้คุมงานร้องขอ

## 4.4 การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงานและความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการ เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากผู้รับจ้าง

## 4.5 สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

4.5.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้าง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคาร เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

4.5.2 ผู้รับจ้าง ต้องให้ข้อมูลกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อรวบรวม และดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ หรือเอกชนในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว

## 4.6 การรักษาความสะอาด

4.6.1 ผู้รับจ้าง ต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ ออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานทุกวัน โดยนำไปทิ้งรวมกันในบริเวณส่วนกลางที่จัดไว้ให้

4.6.2 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องร่วมเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยต่างๆ ออกจากบริเวณโครงการ

## 4.7 การรักษาความปลอดภัย

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการรักษาความปลอดภัยด้านต่างๆ ภายในสถานที่ก่อสร้าง โดยถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเฉลี่ยค่าใช้จ่ายที่มีขึ้น ร่วมกับผู้รับจ้างงานอื่นๆ

# หมวดที่ 5 : แบบและเอกสาร

## 5.1 ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญาให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรงในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้ เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ ที่ได้รับอนุมัติให้ให้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

## 5.2 ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจน ในแบบประกอบสัญญารายการ เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์และเอกสารสัญญา ในระหว่างการเสนอราคาผู้รับจ้างต้องรีบสอบถามผู้ออกแบบเพื่อเป็นที่เข้าใจในการเสนอราคา ทั้งนี้ให้ถือว่าผู้รับจ้างได้เสนอราคาครอบคลุมแล้ว ยกเว้นในกรณีปัญหาที่เกิดจากการประสานงานในระหว่างก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดยผู้คุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หากผู้คุมงานยังไม่แจ้งผลการพิจารณา ห้ามผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และผู้คุมงานอาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญาไม่ได้

## 5.3 แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผังที่ออกแบบไว้เพื่อเป็นแนวทางในการคิดราคาจ้างเหมาตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้อง ได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

## 5.4 แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

5.4.1 ทันทีที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน จำนวน 3 ชุด ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์และตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง ยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้คุมงานอย่างน้อย 30 วันก่อนการติดตั้ง

5.4.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้อง ตามความต้องการใช้งานและการติดตั้งพร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น

5.4.3 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับ

5.4.4 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า

5.4.5 แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้คุมงาน

5.4.6 ผู้คุมงานมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น

5.4.7 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน มิฉะนั้นแล้วหากผู้คุมงานมีความเห็นให้แก้ไขเพื่อความเหมาะสม ซึ่งแตกต่างไปจากแบบ และ/หรือ การติดตั้ง ที่ได้ขออนุมัติไว้ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้ โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

5.4.8 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากผู้คุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

5.4.9 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้คุมงานจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และอาจส่งคืน โดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด

## 5.5 แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

5.5.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้ผู้คุมงานตรวจสอบเป็นระยะๆ

5.5.2 แบบสร้างจริงต้องมี ขนาดและมาตราส่วน เท่ากับแบบประกอบสัญญา และ/หรือ แบบใช้งานนอกจากแบบขยาย ให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ

5.5.3 แบบสร้างจริงต้องจัดสารบัญแบบโดยอาจจำแนกเป็นส่วนๆเพื่อสะดวกในการค้นหา เมื่อต้องการใช้งาน

5.5.4 แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง และส่งให้ผู้คุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานของระบบ อย่างน้อย 30 วัน

## 5.6 หนังสือคู่มือการใช้งาน และ บำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

5.6.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าเล่ม (HARDCOPY) ให้เรียบร้อย พร้อมทั้งจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของ CD ROM และ THUMB DRIVE (SOFTCOPY) โดยให้สามารถเปิดอ่านได้โดยใช้ COMPUTER ในรูปแบบของ FILE HTML หรือ PDF ซึ่งจะต้องส่งมอบให้เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน

5.6.2 หนังสือคู่มือ ควรแบ่งออกเป็น 4 ลำดับ ดังนี้

5.6.2.1 ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA) ประกอบด้วยแคตตาล็อก เครื่อง/อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุง แนบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์

5.6.2.2 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (TEST REPORT)

5.6.2.3 ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และข้อแนะนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ ขณะใช้งาน (RECOMMEND SPARE PARTS LIST)

5.6.2.4 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์แต่ละชนิด

5.6.2.5 หนังสือคู่มือนี้ ควรแบ่งหมวดเฉพาะสำหรับ เครื่องจักร และ/หรือ อุปกรณ์แต่ละชนิด/ประเภท

# หมวดที่ 6 : เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

## 6.1 เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ที่นำมาใช้งาน

6.1.1 เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน ทางเจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่ได้อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการดังกล่าว ในกรณีที่เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ โดยออกค่าใช้เอง

6.1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้าง ไม่สามารถจัดหา วัสดุ-อุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียดหรือแสดงตัวอย่างไว้แก่เจ้าของโครงการหรือสถาปนิก ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจง เปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อประกอบการ ขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการ

6.1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่าง การขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน

## 6.2 การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน

6.2.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย และความเสียหายที่เกิดขึ้น ในการขนส่งเครื่องอุปกรณ์มายังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง

6.2.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้าพร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

6.2.3 เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้

## 6.3 การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บ เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณที่เหมาะสมแก่วัสดุ-อุปกรณ์ นั้นๆ และกว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก หากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้า เมื่อวัสดุ-อุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้คุมงานอาจไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บ

## 6.4 การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งในที่เก็บพัสดุเพื่อรอการติดตั้ง และที่ติดตั้งแล้วให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้าง ซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือชำรุด จนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

## 6.5 ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้ง

6.5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของ วัสดุ-อุปกรณ์ แต่ละชิ้นตามที่ผู้คุมงานต้องการ

6.5.2 ในกรณีที่ผู้คุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือความเหมาะสม แล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้คุมงานกำหนดเมื่อวิธีและการติดตั้งนั้นๆได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

## 6.6 การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

6.6.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ ที่ผิดไปจากข้อกำหนด และเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการ เพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 15 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง

6.6.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้คุมงานในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

6.6.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

## 6.7 รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และ/หรือ ลูกศรแสดงทิศทางของเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

## 6.8 การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งานเครื่องวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้คุมงาน

# หมวดที่ 7 : การทาสี, การป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

## 7.1 ความต้องการทั่วไป

7.1.1 วัสดุ-อุปกรณ์ ทุกชนิด ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในใน ข้อกำหนดนี้ ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่แนะนำวิธีหนึ่ง อาจมีวิธีที่ดีและเหมาะสมกว่าตามข้อแนะนำของผู้ผลิตวัสดุ และ/หรือ สีที่ใช้นั้นๆ โดยได้รับการเห็นชอบจากผู้คุมงาน

7.1.2 การป้องกันการผุกร่อน และการทาสี ต้องดำเนินการก่อนนำวัสดุ-อุปกรณ์นั้นๆ เข้าติดตั้งยังสถานที่ใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหาการกีดขวางในภายหลัง เว้นแต่ผู้คุมงานจะพิจารณาความเหมาะสม

7.1.3 ท่อร้อยสาย และรางวางสายตลอดจนอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่ปรากฏแก่สายตา ต้องทาสีทับหน้าด้วยสีขาว หรือสีอื่นที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบโดยตลอด

7.1.4 เมื่อติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยแล้วหากพบว่ามีการชำรุดเสียหายของผิวงาน ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้ดีดังเดิม

7.1.5 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียง อื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิด ชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อ และที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของสีตามรหัสสีและ สัญลักษณ์

## 7.2 การเตรียม และทำความสะอาดผิวงาน

7.2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำหนิต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้ปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานให้ปราศจากคราบไขมันโดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือ น้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้ง ใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดแล้วจึงเช็ด หรือเป่าลมให้แห้งสนิท

7.2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย (ห้ามใช้เครื่องขัด หรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด) แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน

7.2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นจนสะอาด

7.2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทราย แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูทำความสะอาด

## 7.3 การทดสอบ

7.3.1 การทาหรือพ่นสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาหรือพ่นไปแล้วแห้งสนิทก่อน

7.3.2 สีที่ใช้ทา หรือพ่น ประกอบด้วยสี 2 ส่วน คือ

7.3.3 สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

7.3.4 สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

## 7.4 ประเภทและชนิดของสีที่ใช้

7.4.1 ประเภทและชนิดของสีที่ใช้ขึ้นกับผิวงานและสภาวะแวดล้อม โดยมีกรรมวิธีตามกำหนดในตาราง

| ชนิดของผิววัสดุ | บริเวณทั่วไป | บริเวณที่มีความชื้นสูง |
|---|---|---|
| - BLACK STEEL<br>- BLACK STEEL HANGER & SUPPORT<br>- BLACK STEEL SHEET<br>- SWITCH BOARD, PANEL BOARD ซึ่งทำจาก BLACK STEEL SHEET | ชั้นที่ 1 RED LEAD PRIMER<br>ชั้นที่ 2 RED OXIDE PRIMER<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD | ชั้นที่ 1 EPOXY POLYAMINE<br>ชั้นที่ 2 EPOXY POLYAMINE<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY |
| - GALVANIZED STEEL<br>- GALVANIZED STEEL HANGER & SUPPORT<br>- GALVANIZED STEEL SHEET | ชั้นที่ 1 ETCHING PRIMER<br>ชั้นที่ 2 ZINC PHOSPHATE<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD | ชั้นที่ 1 ETCHING PRIMER<br>ชั้นที่ 2 EPOXY POLYAMINE<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY |
| - STAINLESS STEEL<br>- STAINLESS STEEL PIPE<br>- ALUMINIUM<br>- ALUMINUM STEEL PIPE<br>- LIGHT ALLOY<br>- COPPER<br>- COPPER TUBE | ชั้นที่ 1 ETCHING PRIMER<br>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD | ชั้นที่ 1 ETCHING PRIMER<br>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD |
| - PVC<br>- PLASTIC | ชั้นที่ 1 WASH PRIMER<br>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ACRYLIC RESIN<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ACRYLIC RESIN | ชั้นที่ 1 WASH PRIMER<br>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ACRYLIC RESIN<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ACRYLIC RESIN |
| - CAST IRON | ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY<br>ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY | ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY<br>ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY |

7.4.2 วัสดุที่เป็นโลหะ และใช้งานฝังดิน ให้เคลือบด้วย COAL TAR EPOXY อย่างน้อย 2 ชั้น

7.4.3 ในกรณีที่มีการซ่อม หรือทาสีใหม่ อันเป็นผลมาจากการเชื่อม การตัด-เจาะ และการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

## 7.5 รหัสสีและสีสัญลักษณ์

7.5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้น ๆ มีการหุ้มฉนวน ให้ทาท่อเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

7.5.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น และ ภายในกลุ่ม

7.5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้.

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

7.5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้.

7.5.4.1 ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง

7.5.4.2 ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว

7.5.4.3 เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก

7.5.4.4 เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น

7.5.4.5 บริเวณช่องเปิดบริการ

# หมวดที่ 8 : ระบบปรับอากาศแบบน้ำยาแปรผัน (VARIABLE REFRIGERANT FLOW:VRF)

## 8.1 ความต้องการทั่วไป

8.1.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้อง ดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบปรับอากาศรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบและวัสดุปลีกย่อยที่แสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด ทั้งนี้ตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศให้ใช้งานได้สมบูรณ์ถูกต้องตามความประสงค์ของแบบและโครงการ

8.1.2 คุณสมบัติของผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศ

ผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศจะต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศหรือผู้แทนจำหน่ายหลัก(Agent/Distributor)ของเครื่องปรับอากาศ โดยต้องมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายว่าจะเป็นผู้ขายเครื่องปรับอากาศให้แก่ผู้รับจ้างสำหรับโครงการนี้โดยเฉพาะผู้รับจ้างต้องไม่เคยมีรายชื่อในรายนามบริษัทฯ ที่ทิ้งงานราชการ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบปรับอากาศรวมทั้งระบบไฟฟ้าของระบบปรับอากาศโดยช่างผู้ชำนาญเป็นผู้ควบคุมงานติดตั้ง

8.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดต่างๆเพื่อการพิจารณาดังนี้

8.1.3.1 ก่อนเข้าดำเนินการติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างเสนอแบบรายละเอียดติดตั้ง (Shop Drawing)มาให้ผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อตรวจสอบก่อนดำเนินการติดตั้งเพื่อประกอบการพิจารณาด้วย ในกรณีที่ไม่เสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง(Shop Drawing)เพื่อขออนุมัติจะไม่ได้รับอนุญาติให้เข้าทำการติดตั้ง

8.1.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแคตตาล็อก ตารางการเลือกเครื่องส่งลมเย็นหรือคอยล์เย็นที่แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของตัวเครื่องปรับอากาศพร้อมทั้งตารางที่แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของครื่องปรับอากาศมาพร้อมเอกสารสอบราคาเพื่อประกอบการพิจารณา ด้วยโดยตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัตินั้นจะต้องแสดงรายละเอียดเป็นข้อๆพร้อมทั้งระบุเอกสารที่ใช้อ้างอิง เทียบกับคุณลักษณะทางเทคนิค

8.1.4 การดำเนินงาน

ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรเครื่องกล ซึ่งเป็นบุคลากรของบริษัทเอง มาทำการควบคุมการติดตั้งหรือว่าจ้างผู้ที่มีความชำนาญการติดตั้งมาควบคุมการติดตั้งตามแบบแปลนที่ได้อนุมัติเรียบร้อยแล้ว

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้งานทุกอย่างมาขออนุมัติการใช้งาน จากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนทำการติดตั้งและให้นำตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ไปไว้ที่สำนักงานสนามควบคุมการก่อสร้าง ถ้าปรากฏว่าผลงานติดตั้งมีคุณภาพไม่ดี ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการตามข้อวินิจฉัยของกรรมการตรวจการจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ใหม่ กรณีมีข้อขัดแย้ง ในแบบ หรือ รายการประกอบแบบให้ผู้รับจ้างแจ้งคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อดำเนินการแก้ไขตามระเบียบราชการต่อไปก่อนทำการติดตั้ง

8.1.5 การรับประกันและบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันระบบปรับอากาศ ทั้งระบบที่ทำการติดตั้งเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปีนับจากวันรับมอบงานงวดสุดท้าย

## 8.2 คุณลักษณะทางเทคนิคเครื่องปรับอากาศระบบน้ำยาแปรผัน

เครื่องปรับอากาศระบบน้ำยาแปรผัน (Variable Refrigerant Flow) เป็นแบบขยายตัวรับความร้อนโดยตรงระบายด้วยอากาศ ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต 1ชุด สามารถต่อกับเครื่องเป่าลมเย็นได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น R410A มีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบหรือตารางแสดงรายการอุปกรณ์ โดยอ้างอิงที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็นที่อุณหภูมิ 19°CWB/ 27°CDB หรือ 80°FDB/ 67°FWB และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนที่อุณหภูมิ 35°CDB ความสามารถระบบจะต้องรองรับการเดินท่อน้ำยาได้ถึง 160 เมตร และความต่างระดับของเครื่องคอนเดนซิ่งยูนิตกับเครื่องส่งลมเย็นได้ถึง 30 เมตร

ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตควบคุมการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกชุดควบคุมด้วยวงจร DC Inverter Control เครื่องปรับอากาศสามารถควบคุมได้จากระบบควบคุมกลาง(Central Control Unit ) โดยคอนเดนซิ่งยูนิต ( Condensing unit ) และเครื่องส่งลมเย็น (Fan coil Unit ) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา หรือ ยุโรป ภายใต้ลิขสิทธิ์ ของผลิตภัณฑ์นั้นและต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน โรงงานของผู้ผลิตจะต้องได้รับมาตรฐาน ได้แก่ ISO 14001, ISO 9001 และได้รับอนุญาติประกอบกิจการโรงงานอุตสหกรรมสีเขียวไม่น้อยกว่าระดับที่ 4 จากกระทรวงอุตสาหกรรม เครื่องปรับอากาศจะต้องมีค่าประสิทธิภาพความเย็น (EER หรือ COP)ตามที่ระบุในแบบ และมีรายละเอียดดังนี้

8.2.1 คุณสมบัติของเครื่องคอนเดนซิ่งยูนิต ( Condensing Unit)

คอนเด็นซิ่งยูนิต (Condensing Unit) ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดจาก โรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย หรือต่างประเทศ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

8.2.1.1 เป็นเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบน ตามที่ระบุหรือแสดงในแบบ ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant-410A

8.2.1.2 ส่วนโครงภายนอก (Casing) ทำด้วยเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบอบสี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็ง ที่เหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือนหรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

8.2.1.3 คอมเพรสเซอร์ เป็นแบบ Hermetic Scroll Compressor ระบายความร้อนด้วยน้ำยาและมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อน หรือกระแสเกินเกณฑ์ การทำงานของคอมเพรสเซอร์ควบคุมด้วย PID: Proportional–Integral–Derivative หรือ Microprocessor และสามารถปรับรอบการทำงานของมอเตอร์ด้วย Inverter ตามภาระความเย็นที่ต้องการได้ และสามารถลดการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 20% ของ Full Load

8.2.1.4 ชุดคอล์ยร้อนมีพัดลมระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 2 พัดลม ใช้เป็นแบบระบายออกขึ้นทางด้านบนหรือระบายออกด้านข้างตามที่ระบุในแบบ

8.2.1.5 คอล์ยร้อน ทำด้วยท่อทองแดงที่ถูกติดเข้ากับครีบอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type ผ่านการทดสอบรอบรั่วและการขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

8.2.1.6 ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/3 PHASE / 50 HZ หรือ220 V/ 1PHASE / 50 HZ ตามมาตรฐานผู้ผลิต

8.2.1.7 ระบบควบคุม แผงควบคุม PC BOARD มีการเคลือบป้องกันฝุ่นและความชื้น อีกทั้งต้องมีการระบายความร้อนของแผงควบคุม PC BOARD ให้ระบายความร้อนด้วยอากาศ

8.2.2 คุณสมบัติของเครื่องส่งลมเย็น ( Fan Coil Unit)

เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit)ประกอบและผ่านการทดสอบเรียบร้อยทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทยหรือต่างประเทศ มีขนาดทำความเย็นไม่น้อยกว่าที่แสดงค่าในแบบ (Drawing) และเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับคอนเดนซิ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

8.2.2.1 ตัวถังภายนอก เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จสวยงามและแข็งแรง ทำด้วยเหล็กมีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม. ที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและเคลือบอบสี หรือทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็ง กรณีเป็นเครื่องรุ่นต่อท่อลมซ่อนในฝ้าตัวถังภายนอกไม่ต้องทำสี ภายในบริเวณที่จำเป็น ให้บุด้วยฉนวนยาง หรือ

วัสดุเทียบเท่า ที่เป็นฉนวนกันความร้อน มีถาดน้ำทิ้งหุ้มด้วยฉนวนดังกล่าว ในการใช้งานปกติ จะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกตัวโครง

8.2.2.2 กรณีเป็นชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง แขวนใต้ฝ้า และติดผนัง, (Ceiling Suspended Type ,Wall Type)ต้องมีหน้ากากจ่ายลม ที่สามารถปรับระดับ และปรับปริมาณลมได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ

8.2.2.3 เครื่องส่งลมเย็นแบบต่อท่อลม Ceiling Concealed Type เครื่องรุ่นต่อท่อลมขนาดทำความเย็น ชนิดแรงส่งลมสูงสามารถเลือกตั้งค่าแรงดันลม External static pressure ได้ตั้งแต่ 10-200 Pascal โดยเลือก Set ค่าจาก Wired remote control ชนิด Touch screen ปรับปริมาณลมได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ

8.2.2.4 เครื่องส่งลมเย็นชนิดซ่อนในฝ้า (CASSETTE TYPE )เป็นแบบเป่า 4 ทิศทาง (4 way Cassette type) โดยมอเตอร์สวิงสามารถปรับบานสวิงขึ้น ลง เป็นอิสระได้ทั้ง 4 ด้าน ปรับได้ 6 ระดับ และมี Pump Drain Built-in หน้ากากเครื่อง แบบเป่า 4 ทิศทาง สามารถเลือกแบบมี แผ่นใบปรับ Draft Prevention Panel ได้ตามที่ระบุในแบบหรือตารางแสดงอุปกรณ์

8.2.2.5 พัดลมส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบหอยโข่ง Centrifugal, Turbo FanหรือแบบใบพัดยาวCross Flow Fan ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับระดับแรงลม 4 ระดับ

8.2.2.6 มอเตอร์พัดลมส่งลมเย็น เป็นชนิด Induction Hold IC Control , Split Capacitor หรือ Blushless DC Motor ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์

8.2.2.7 คอยล์เย็น เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดงด้วยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่วที่ความดัน 300 PSI จำนวนครีบอยู่ในช่วง 9-12 ครีบต่อนิ้ว และจำนวนแถว 2-4 แถว และผ่านการทดสอบรอยรั่วมาจากโรงงานผู้ผลิต

8.2.2.8 อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็น เป็นแบบอิเลกโทรนิคเอ็กแปนชั่นวาล์ว (Electronic Expansion Valve)

8.2.2.9 ระบบไฟฟ้าและควบคุม มีสวิทซ์ปิด-เปิดเครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลม ใช้เป็นชนิดติดตั้งแยกมีสายควบคุมชนิดหน้าจอสัมผัส ( Wired Remote Touch Screen Type) ในกรณีที่ไม่ระบุชนิดในแบบ

8.2.2.10 แผงกรองอากาศสำหรับเครื่องแบบ Cassette 4 way , 2 way 1 way , wall type ,Ceiling suspend เป็นแบบ Pocket Plastic ที่สามารถ ถอดล้างทำความสะอาดได้

8.2.3 REMOTE ควบคุมอุณหภูมิและการเปิดปิด VRF และ Central Control ควบคุม VRF ส่วนกลาง

ชุด REMOTE ควบคุมการเปิดปิด และ ควบคุมอุณหภูมิแบบมีสาย หรือไร้สาย (Wired Remote Control OR Wireless Remote ) สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ Fan Coil Unit แต่ละเครื่องเป็นแบบ Digital ชนิด LCD Screen หรือชนิด Touch Screen ตามที่ระบุในแบบ หรือตารางอุปกรณ์ ซึ่งสามารถสั่งการ และแสดงสถานะภาพของการทำงาน เช่น อุณหภูมิภายในห้อง, อุณหภูมิ Set point, Speed พัดลม, การแจ้งเตือนการทำงานผิดปกติ ได้จากตัว Wired Remote Control

8.2.4 ระบบควบคุมจากส่วนกลางสำหรับระบบปรับอากาศ VRF

ผู้รับจ้างต้องควบคุมระบบปรับอากาศ VRF ที่ติดตั้ง ให้สามารถสั่งงานผ่านระบบควบคุมจากส่วนกลางขนาดเล็กแบบหน้าจอสีชนิดสัมผัส( Full Color Touch Screen) แสดงผลเป็น แอล ซี ดี ขนาดหน้าจอไม่ต่ำกว่า 9 นิ้ว โดยจะต้องสามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ดังนี้

8.2.4.1 อุปกรณ์จากส่วนกลางสามารถควบคุมชุดคอล์ยเย็นได้ไม่น้อยกว่า 200 ชุด และจัดเป็นกลุ่มได้ตั้งแต่ 1-16 กลุ่ม

8.2.4.2 On/Off Command Control : สามารถควบคุมการเปิดปิดเครื่องโดยกำหนดเวลาให้เปิดปิดได้โดยอัตโนมัติตามช่วงเวลาที่กำหนด

8.2.4.3 Mode Command : ควบคุมการเลือกโหมดการทำงานของคอล์ยเย็น เช่น โหมดการทำความเย็น, เดินเฉพาะพัดลม, ปรับระดับอุณหภูมิความเย็น

8.2.4.4 Fan Speed Command : เพื่อควบคุมและปรับระดับความแรงของลม โดยเครื่องส่งลมเย็น สามารถปรับระดับความแรงลมได้ 4 ระดับ

8.2.4.5 Remote Control Lock/Unlock command : สามารถควบคุมให้ Remote Control ของแต่ละคอล์ยเย็น สามารถสั่งการ หรือไม่สามารถสั่งการได้

8.2.4.6 Function Emergency Stop : สามารถหยุดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ กรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

8.2.4.7 Schedule Time Program : สำหรับการตั้งเวลาเปิดปิดอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ ตามเวลาที่กำหนด โดยสามารถกำหนดรายละเอียดของแต่ละวันในสัปดาห์

8.2.4.8 Set Temperature Command : ควบคุมระดับอุณหภูมิของห้อง

8.2.4.9 Room Temperature Status : สามารถตรวจวัดระดับอุณหภูมิของห้องได้

8.2.4.10 Fan speed Status : สามารถตรวจสอบระดับความแรงของลม

8.2.4.11 Failure Status : สามารถตรวจสอบกรณีที่เครื่องมีการทำงานผิดปกติ

8.2.4.12 Filter Sign Status : สามารถตรวจสอบสถานะเพื่อทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ

8.2.5 งานติดตั้งท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้งและอุปกรณ์สำหรับระบบปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ VRF

8.2.5.1 ให้ใช้ท่อน้ำยาเป็นท่อทองแดงชนิดแข็ง Type L ยกเว้นท่อขนาด1/4 นิ้ว ใช้เป็นท่อม้วนชนิดหนาได้ ท่อน้ำยาเชื่อมต่อระหว่างคอนเด็นซิ่งยูนิตกับเครื่องส่งลมเย็น ขนาดท่อสูงสุดไม่มากกว่า 1 5/8 นิ้ว และให้หุ้มท่อ Suction และ Liquidด้วยฉนวน Closed Cell Insulation หนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ ท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกัน โดยมี Clamp รัดทุก ๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร (8 ฟุต) ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรัด Clampอุปกรณ์ สามทางแบ่งน้ำยาให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับเครื่องปรับอากาศ มิให้ใช้ข้อต่อสามทางฉากรูปตัวT ที่ใช้กับท่อทองแดงทั่วไป

8.2.5.2 ฉนวนที่ใช้สำหรับระบบ VRV บริเวณจุดต่อทั้งหมดต้องเป็นของผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต หรือได้รับการรับรองมาตรฐานเดียวกับผลิตภัณฑ์ การตัดต่อประกอบฉนวนส่วน ข้อต่อบริเวณที่ฉนวนสำเร็จรูปไม่สามารถกระทำได้ ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบเป็นกรณีๆ ไป

8.2.5.3 ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC แข็ง, Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 อุปกรณ์ ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต ท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation ความหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

8.2.5.4 กรณีเดินท่อน้ำยาผ่านคาน กำแพง หรือ พื้น จะต้องมีปลอก (Sleeve)ให้ท่อผ่านและต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อ PVC กับปลอก Sleeve ด้วยวัสดุยางซิลิโคนหรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย

8.2.6 ระบบไฟฟ้าสำหรับ ระบบปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ

8.2.6.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศตามแบบ และรายการประกอบนี้และอื่น ๆ ที่จำเป็น ที่อาจมิได้กำหนดไว้ โดยการติดตั้งทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานวสท.

8.2.6.2 ชนิดของสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้ เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ดังนี้

8.2.6.2.1 สายไฟฟ้าเมนให้ใช้ชนิด IEC01 750 V 70 C PVC Type-A หรือสายXLPE 0.6/1 KV 90

8.2.6.2.2 สายไฟฟ้าคอนโทรลให้ใช้ชนิด VCT 750 V 70C PVC หรือ สาย SHIELD TWISTED PAIR 18 AWG

8.2.6.3 ขนาดสายไฟฟ้าเมนเครื่องปรับอากาศหากมิได้กำหนดไว้ ขนาดสายไฟฟ้าจะต้องเป็นขนาดที่รับกระแส ได้ไม่ต่ำกว่า 125% ของกระแสใช้งานเต็มที่ Full Load และขนาดเล็กสุด 2.5 ตรม.

8.2.6.4 ขนาดสายไฟฟ้าคอนโทรล ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด 0.75 – 1.5 ตร.มม.

8.2.6.5 ท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมายมอก.

8.2.6.6 การเดินสายไฟฟ้า หากไม่ได้กำหนดไว้ต้องเดินสายในท่อ EMTหรือIMC ขนาดและจำนวนสายในท่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ หรือที่กำหนดในแบบ

8.2.6.7 การตัดสายไฟฟ้า ต้องทำในกล่องต่อสาย กล่องสวิทช์ หรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการต่อสายไฟฟ้า ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงได้ง่าย

8.2.6.8 การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 10ตร.มม.ให้ใช้ Wire Nut หรือ Scott Lock ขนาดใหญ่กว่าให้ใช้ Split Bolt หรือ Bolt หรือ Sleeve พันด้วยเทปไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

8.2.6.9 การเดินสายไฟฟ้าเข้ากับมอเตอร์ของแฟนคอล์ยยูนิตหรือคอนเดนซิ่งยูนิตให้เดินร้อยสายใน Flexible Conduit

8.2.6.10 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดานหรือเดินเกาะเพดานหรือฝังในผนังให้ใช้ท่อ EMT

# หมวดที่ 9 : พัดลมระบายอากาศ (Ventilation and Exhaust Fans)

## 9.1 ความต้องการทั่วไป

พัดลมระบายอากาศใช้ในการเคลื่อนย้ายปริมาณอากาศออกนอกบริเวณที่ต้องการระบายอากาศตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์

9.1.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ท

9.12 ความดังของเสียงพัดลม โดยทั่วไปจะต้องไม่เกิน 70 dBA (RE 10-12 WATTS) ที่ OCTAVE BAND 2-8 และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Free blow จะต้องไม่เกิน 55 dBA (RE 10-12 WATTS) ที่ Octave Band 2-8 โดยวัดที่ระยะห่างโดยรอบไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ในเกณฑ์ที่เทียบเท่ากันนี้

9.1.3 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท หรือ 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท ตามที่กำหนดในแบบมาตรฐาน NEMA หรือ IEC Synchronous Speed 1,450 RPM, Insulation Class B Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP 55, การจัดวางติดตั้งต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม

9.1.4 พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันต้องเป็นชนิดทนความร้อนและใช้งานในอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 250C (482 F) ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พัดลมสำหรับระบบควบคุมควันไฟ เช่น พัดลมอัดความดัน และพัดลมระบายควันจะต้องแข็งแรง มอเตอร์สำหรับพัดลมระบายควันไฟต้องติดตั้งอยู่นอกแนวกระแสลม และออกแบบให้ทำงานได้ที่อุณหภูมิ 80C (175F) ส่วนประกอบทางไฟฟ้าทั้งหมดและสายไฟฟ้าควรเป็นแบบกันความร้อนและกันน้ำ

9.1.5 ใบพัดของพัดลมต้องได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุนมาจากโรงงานผู้ผลิต

9.1.6 Vibration Isolator เป็นแบบ Spring หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

9.1.7 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทและเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter ทำด้วยอลูมิเนียม ประกอบอยู่ภายในโครงเหล็กแข็งแรง

9.1.8 ตัวถังและใบพัดลม ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต และชุดใบพัดต้องมีความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว และแรงดันอากาศ

9.1.9 พัดลมที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วย Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

9.1.10 ลูกปืนของมอเตอร์และพัดลมต้องเป็นชนิด Heavy Duty หรือตามมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต

9.1.11 พัดลมทุกตัวต้องมีสวิทช์ตัดตอนไว้ในระยะที่สามารถตัดทางเดินไฟได้อย่างรวดเร็ว ในกรณีฉุกเฉิน หรือขณะทำการซ่อมบำรุง สำหรับพัดลม Propeller ขนาดเล็กกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) Ceiling Mount Exhaust Fan ขนาดเล็ก และ Ceiling Circulating Fan ไม่จำเป็นต้องมี Circuit Breaker

## 9.2 ประเภทของพัดลม

9.2.1 พัดลมแบบ Propeller

9.2.1.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงามจะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม

9.2.1.2 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิท เป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter

9.2.1.3 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนัง ความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

9.2.1.4 ใบพัดลมชนิดทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียม ต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตราย ยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

9.2.2 พัดลมแบบ Ceiling Mount Exhaust

9.2.2.1 ใบพัดลมเป็นแบบ Centrifugal พร้อมตัวดึงพัดลมทำจากกล่องเหล็กพ่นสีแล้วอบ (Baked on Enamel), หน้ากากระบายอากาศทำจากอลูมิเนียมหรือพลาสติกที่ถอดได้ และแลดูสวยงาม รวมทั้ง Gravity Shutter ทางด้านออกของพัดลม

9.2.2.2 ในกรณีที่พัดลมต่อกับท่อลมจะต้องมีอลูมิเนียม Flexible Duct ช่วงหนึ่ง ยาวอย่างน้อย 600 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถปลดตัวพัดลมจากท่อระบายอากาศได้จากภายใต้ฝ้าเพดาน โดยที่ไม่ต้องทำช่องเปิดบริการด้านข้างตัวพัดลมอีก การยึดท่อ Flexible Duct กับตัวพัดลมและท่อลมใช้ Clamp รัดให้สนิท แล้วใช้เทปพันทับ

9.2.3 พัดลมม่านอากาศ AIR CURTAINS

9.2.3.1 ออกแบบมาสำหรับติดตั้งบริเวณเหนือประตู โดยอาศัยความเร็วลมที่เป่าลงตรงบริเวณประตู เพื่อให้เกิดความดันแตกต่างของอากาศ ในบริเวณหน้าประตู และปิดกั้นไม่ให้อากาศระหว่างภายใน และภายนอกห้องเคลื่อนที่สี่กัน

9.2.3.2 ตัวถังภายนอกทำด้วยพลาสติก มีความแข็งแรง พร้อมโครงโลหะภายใน ในส่วนด้านลมดูด (Air Intake) มีลักษณะเป็นเกล็ดพลาสติก มีความสวยงามสามารถถอดได้ เพื่อตรวจสอบอุปกรณีโบพัด และมอเตอร์ได้ โดยสะดวกด้านลมเป่า (Air Outlet) มีใบปรับทิศทางลม พร้อมสวิตช์ควบคุม

9.2.3.3 สวิตช์ควบคุมประกอบด้วยปุ่ม ON-OFF พร้อม Speed Switch สามารถปรับความเร็วของลมได้ 2 ระดับ (HIGH และ LOW) ความเร็วลมที่ระยะ 3 เมตร จาก Air Outlet ต้องมีความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.5 เมตร/วินาที ที่ High Speed

9.2.3.4 พัดลมเป็นแบบ Forward Curve Centrifugal Fan ติดตั้งอยู่บนแกนเพลาชุดเดียวกัน ใบพัดทำจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสี ได้รับการถ่วงสมดุลย์ทั้งทางด้าน Static และ Dynamic ความตั้งของเสียงไม่เกิน 67 dB(A)

9.2.3.5 มอเตอร์เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 220V., 1 PHASE, 50 Hz. ฉนวนไฟฟ้า CLASS B.

9.2.3.6 ความยาวของชุดม่านอากาศ ตามที่กำหนดในแบบ

**9.3 การป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง**

ในการติดตั้งจะต้องป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง และ/หรือ ท่อลม โดยการแขวนยึดกับลูกยางกันสะเทือนตามมาตรฐาน และคำแนะนำของผู้ผลิต ทั้งนี้การเลือกลูกยางกันสะเทือนจะต้องคำนึงถึงน้ำหนัก, แรงเหวี่ยงหมุนตัว และค่าการยุบตัวที่เหมาะสมกับพัดลมแต่ละรุ่น เพื่อไม่ให้เกิดการส่งผ่านของการสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง ณ จุดใดที่ตรวจพบปัญหาดังกล่าว ให้ผู้รับจ้างแก้ไขโดยผ่านการเห็นชอบของวิศวกรควบคุมงาน โดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด ทางด้านท่อลมถ้ามีการต่อกับพัดลมจะต้องมีผ้าใบ Polyester กันสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วยเสมอ

**9.4 ช่องเปิดบริการ (Access Panel)**

ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เพื่อจัดให้มีช่องเปิดบริการ (Access Panel) ใต้เครื่องพัดลมที่ฝ้าเพดานทุกเครื่อง ขนาดของช่องเปิดบริการจะต้องไม่เล็กกว่า 0.60 x 0.60 เพื่อให้สามารถเปิดช่องบริการขึ้นในช่องฝ้า เพื่อซ่อมแซมตัวพัดลมได้ทั้งตัว ช่องเปิดบริการและโครงของช่องเปิดจะต้องทำให้เรียบร้อยแข็งแรง ไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหาย

## หมวดที่ 10 ระบบไฟฟ้า

10.1 โดยทั่วไปงานเดินสายไฟฟ้ากำลังจากแผงไฟฟ้ามายังตำแหน่งเครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit) เป็นงานของผู้รับจ้างไฟฟ้า ส่วนงานเดินสายจากเครื่องระบายความร้อนไปยังเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ

10.2 การต่อสายไฟฟ้ากำลังเข้าเครื่องและเดินสายระบบควบคุมทั้งหมดติดตั้งโดยผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ

10.3 การเดินสายทั้งหมด ใช้สาย THW IEC01 รับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสไฟฟ้าใช้งานเต็มที่ของเครื่องปรับอากาศ แต่ไม่น้อยกว่า 2.5 ม.ม. เดินในท่อ EMT สำหรับในอาคาร ส่วนภายนอกอาคารให้พิจารณาตามมาตรฐานและความเหมาะสม ตามรายละเอียดในการ ติดตั้งระบบไฟฟ้า

10.4 การต่อเข้าอุปกรณ์ใช้ท่ออ่อน การต่อเข้าอุปกรณ์ภายนอกอาคารใช้ท่ออ่อนกันน้ำ

10.5 จัดหาและติดตั้งมอเตอร์สำหรับอุปกรณ์ที่กำหนด พร้อมด้วยระบบป้องกัน เช่น Overload, Low Voltage เป็นต้น และมอเตอร์ไฟฟ้าต้องออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้า 50 Hz.

10.6 บริภัณฑ์ไฟฟ้า และการติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย วสท. 2001-56 ในกรณีที่มาตรฐานดังกล่าวมิได้ระบุไว้ ให้ใช้มาตรฐานอื่นใดที่เทียบเคียงได้

10.7 การต่อลงดินส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ รวมถึงโครงสร้างโลหะที่ใช้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศต้องต่อลงดินและขนาดสายดินต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4-2 ใน วสท. 2001-56

## หมวดที่ 11 ท่อลมและอุปกรณ์

## 11.1 ทั่วไป

11.1.1 ท่อลมจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็ก ที่ใช้จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบวิธีการประกอบงานท่อลมและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE, SMACNA

11.1.2 แบบงานท่อลม มิได้จัดแสดงแนวหลบหลีกกันงานก่อสร้างอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING งานติดตั้งจริงและแสดงแนวหลบหลีกดังนี้ โดนให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

11.1.3 ขนาดที่กำหนดให้ในแบบท่อลม จะบอกขนาดของท่อลมในแนวนอนเป็นตัวแรก และตัวที่สองเป็นขนาดท่อลมในแนวตั้ง

11.1.4 ที่ท่อลมทางเข้าและออกของเครื่องส่งลมเย็น FAN COIL UNIT และพัดลมจะต้องมี FLEXIBLE CONNECTION ชนิด FIRE RESISTANCE

11.1.5 ที่ท่อลมแยกออกจากท่อลมหลักทุกจุดจะต้องมี SPLIT DAMPER เพื่อให้สามารถปรับปริมาณลมในงานท่อลมได้ หรือตามรายละเอียดในแบบ

11.1.6 ปะเก็นหน้าแปลนท่อลมให้ใช้ปะเก็นเป็นแบบใย ASBESTOS ขนาด 3/8”

11.1.7 รอยต่อตะเข็บของท่อลมทั้งหมดให้ยาแนวด้วย SILICONE หรือ NON - TOXIC AND NON - FLAMMABLE ACRYLIC DUCT SEALANT

## 11.2 ฉนวนหุ้มท่อลมและฉนวนหุ้มท่อกล่องลม (INSULATION OF DUCT AND PLENUM)

11.2.1 ท่อลมจะต้องหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน และฉนวนที่หุ้มจะต้องไม่วัดตัดพอดีหรือขาด ทั้งนี้เพื่อมิให้ฉนวนตึงเกินไป โดยฉนวนหุ้มท่อลม ให้เป็น FIBER GLASS ความหนาแน่น 1.5 lb/cu.ft. ความหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว พร้อมทั้ง VAPOR BARRIER ทำด้วย REINFORCE ALUMINUM FOIL หุ้มอยู่ภายนอกโดยรอบ ALUMINUM FOIL จะต้องเป็นชนิด FIRE RETARDANT TYPE และจะต้องไม่ฉีกขาดเป็นรอยหลังการติดตั้ง

11.2.2 ให้ใช้ SILICONE หรือ ACRYLIC SEALANT ยาแนวตะเข็บทั้งหมดของท่อลม อย่างทั่วถึงแล้วจึงนำแผ่นฉนวนหุ้มท่อลมหุ้มลงบนท่อลม และให้ปิดทับรอยต่อฉนวนหุ้มท่อลมด้วย ACRYLIC SEALANT TAPE กว้างไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ก่อนปิด TAPE

11.2.3 ให้รัดฉนวนหุ้มท่อลมโดยรอบด้วย ALUMINUM SHEET ความกว้าง 3 / 4 – 1” ทุกระยะ 1 เมตร

## 11.3 หน้ากากลม ( DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILLE)

11.3.1 หน้ากากลมทั้งหมดให้เป็น ANODIZED EXTRUDED ALUMINUM และพ่นสีขาวอบ ขนาด และตำแหน่ง เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ

11.3.2 EXHAUST AIR GRILLE ให้เป็นแบบ ONE WAY DEFLECTION TYPE ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศา

# หมวดที่ 12 การติดตั้ง

## 12.1 การติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต

12.1.1 ติดตั้งบนโครงสร้างที่แข็งแรง ตำแหน่งติดตั้งต้องแข็งแรง รองรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานได้ การใช้แขวนแต่ละวิธี ต้องใช้พุกและสกรูให้ถูกต้องกับสิ่งที่ยึด

12.1.2 ตัวเครื่องต้องไม่เอียง และมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 300 มม. โดยรอบเพื่อการซ่อมบำรุง

12.1.3 ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องสามารถสูบลมจากบรรยากาศภายนอกเข้าระบายความร้อน และส่งออกสู่ภายนอกได้สะดวก โดยไม่มีสิ่งกีดขวางกระแสลมทำให้ลมร้อนไหลย้อนกลับสู่เครื่องได้อีก

12.1.4 การติดตั้งหลายเครื่องใกล้กัน ต้องไม่ระบายลมร้อนสู่กันและกัน

12.1.5 ตำแหน่งที่ติดตั้งจะต้องไม่ก่อให้เกิดเสียงดังรวมถึงกระแสลมร้อนที่ต้องระบายไม่รบกวนพื้นที่ใช้งานข้างเคียง

## 12.2 การติดตั้งแฟนคอยล์

12.2.1 ต้องมั่นคงแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานได้

12.2.2 การยึดแขวนต้องยึดด้วยพุก และสกรู และลวดแขวนชนิดที่ถูกต้องและมีขนาดที่รองรับได้

12.2.3 การส่งกระจายลมเย็นต้องเป็นไปอย่างทั่วถึง ไม่กระทบต่อผู้ใช้ ไม่กระทบต่อการใช้งานของหัว Sprinkler ดับเพลิง หรืออุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ และไม่ก่อให้เกิดการกลั่นตัวของน้ำแก่วัสดุที่ถูกลมเย็นกระทบ เช่น กระจก ฝ้าเพดาน ทีวี เป็นต้น

12.2.4 ลมเย็นส่งจะต้องไม่ถูกดูดย้อนกลับเข้าช่องลมกลับโดยทันที

12.2.5 ลมกลับต้องสามารถไหลกลับสู่เครื่องได้อย่างสะดวก และทั่วถึงทุกบริเวณที่ส่งลมเย็นไปถึง

12.2.6 แผงกรองอากาศอาจติดตั้งอยู่ที่เครื่องหรือบานเกร็ดลมกลับ และต้องสามารถถอดล้างได้สะดวก

## 12.3 การติดตั้งท่อน้ำยา

12.3.1 การต่อท่อสารทำความเย็นเข้ากับอุปกรณ์จะต้องระมัดระวังดังนี้

12.3.1.1 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์จะต้องไม่มีความเค้นเกิดขึ้นที่ท่อและอุปกรณ์ รวมทั้งจะต้องมีข้อต่อแบบถอดได้โดยง่าย เช่น ข้อต่อแบบแฟลร์ สำหรับการถอดซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์

12.3.1.2 จะต้องติดตั้งท่อโดยไม่ให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากการขยายตัวและการหดตัวจากอุณหภูมิระหว่างการทำงาน

12.3.1.3 จะต้องนำข้อต่อขยายตัวหรือข้อต่ออ่อนมาใช้ในที่ซึ่งมีการขยายตัวและการหดตัวของท่อเกินกว่าที่จะสามารถชดเชยได้จากลูปขยายตัว

12.3.1.4 ระบบท่อจะต้องติดตั้งในลักษณะที่จะไม่เกิดความเสียหาย เนื่องจากการทรุดตัวที่ไม่เท่ากันของสิ่งรองรับท่อและเครื่องภายหลังการติดตั้ง โดยติดตั้งข้อต่ออ่อน

12.3.2 ท่อน้ำยาทั้งหมด จะต้องติดตั้งบนอุปกรณ์รองรับ (Support Hanger) โดยระยะห่างของจุดแขวนดังนี้

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max. Span (in Ft.) | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |

| Nominal (OD) DIA. | 5/8” | 7/8” | 1 1/8” | 1 3/8” | 1 5/8” | 2 1/8” | 2 5/8” |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

การยึดท่อเข้ากับ Support & Hanger แยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

12.3.2.1 ท่อแนวนอน ให้ใช้ท่อ PVC ผ่าครึ่งตามยาว หรือ แผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่ไม่บางกว่าเบอร์ 22 B.W.G. นาวไม่น้อยกว่า 20 ซ.ม. ประกบแล้วรัดด้วย Clamp สำหรับบริเวณที่ Support & Hanger อยู่ใกล้ท่อแนวดิ่งและมีน้ำหนักกดทับจนฉนวนยุบตัว ให้ใช้ยางรอง Rubber Support สำหรับรับน้ำหนักโดยเฉพาะ แทนฉนวนปกติ เพื่อมิให้เกิดการยุบตัว

12.3.2.2 ท่อในแนวดิ่งให้ใช้ยางรอง Rubber Support รัดด้วย Clamp เข้ากับ Support เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักในแนวดิ่งได้ ป้องกันมิให้ท่อในแนวดิ่งลื่นไถลลง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบท่อได้

12.3.3 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่ง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยาและท่อร้อยสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้าให้ทำฝาครอบ หรือก่ออิฐช่องที่ทำทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 75 มม. X 40 มม. X 5 มม. โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ CLAMP ยึดท่อทั้งหมดได้

12.3.4 ให้มีการทำความสะอาดท่อก่อนทำการติดตั้ง

12.3.4.1 ปิดปลายท่อทุกครั้งเพื่อป้องกันสิ่งสกปรก

12.3.4.2 การตัดท่อให้ใช้ Cutter ตัดท่อเท่านั้นและใช้ Reamer ลบคม

12.3.4.3 การเชื่อมท่อควรใช้ไนโตรเจนบริสุทธิ์ผ่านในท่อขณะที่เชื่อมเพื่อป้องกันการเกิดเขม่า

12.3.5 การทดสอบรอยรั่ว

12.3.5.1 การทดสอบรอยรั่วภายในระบบท่อ ไม่รวมแฟนคอยล์และคอนเด็นซิ่งยูนิตด้วยการทดสอบความดันด้วยการอัดก๊าซไนโตรเจน ให้มีความดัน 1.5 เท่าของความดันใช้งานด้านสูง (400 PSI สำหรับ R22 และ 600 PSI สำหรับ R410A)

12.3.5.2 การทดสอบรั่วรวมทั้งระบบ ทั้งระบบท่อรวมกับแฟนคอยล์ยูนิต ทดสอบความดันด้วยก๊าซไนโตรเจนที่ความดันใช้งานด้านสูง (300 PSI สำหรับ R22 และ 400 PSI สำหรับ R410A)

12.3.5.3 ภายหลังการเชื่อท่อแล้วเสร็จ ไม่ควรลดอุณหภูมิบริเวณที่ทำการเชื่อมอย่างรวดเร็ว โดยการใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดหรือใช้น้ำราด เพราะจะทำให้ท่อแตกร้าว เมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง

**12.4 การทำสุญญากาศ**

12.4.1 เมื่อทดสอบรั่วแล้วเสร็จ ให้ปล่อยก๊าซไนโตรเจนในระบบออกจนความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ

12.4.2 ทำสุญญากาศจนความดันลดลงถึง 29.72 นิ้วปรอท

12.4.3 ให้เดินเครื่องทำสุญญากาศต่อไปอีก 30 นาที

12.4.4 เมื่อปิดปั๊มสุญญากาศความดันสุญญากาศในระบบไม่ควรสูงขึ้น หากความดันสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องแสดงว่าในระบบมีการรั่วซึมหรือยังมีความชื้นอยู่ในระบบ

**12.5 การเติมสารทำความเย็นแนะนำ 2 วิธีดังนี้**

12.5.1 วิธีชั่งน้ำหนักเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย โดยการคำนวณปริมาณสารทำความเย็นที่จะต้องเติม และเติมเพิ่มโดยการชั่งน้ำหนักตามจำนวนที่คำนวณไว้ตามที่ผู้ผลิตเครื่องแนะนำ

12.5.2 วิธีองศาร้อนยวดยิ่งด้านดูด (Suction Superheat, SH) เป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูงโดยการวัดอุณหภูมิด้านดูด (Suction Temperature) ก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์แล้วลบด้วยอุณหภูมิอิ่มตัว (Saturated Temperature) ของความดันด้านต่ำโดยมีรายละเอียดพิจารณาดังนี้

12.5.2.1 SH ต่ำกว่า 15oF สารทำความเย็นในระบบมากเกินไป

12.5.2.2 SH สูงกว่า 20oF สารทำความเย็นในระบบไม่เพียงพอ

12.5.2.3 SH เท่ากับ 15-20oF สารทำความเย็นในระบบเพียงพอ

12.5.2.4 ควบทำควบคู่กับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ด้วยควบทำควบคู่กับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ด้วย

**หมายเหตุ**

การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้ง อาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสม และความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความ ร้อนให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับ การติดตั้งสวิทช์ปิด - เปิด และ เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดให้ในแบบหรือรายการในกรณีที่มี อุปสรรคเกี่ยวกับโครงการของอาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้ควบคุมงาน จะต้องเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง

การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็น ให้มี Vibration Isolators รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดัง ไม่เป็นที่รบกวนผู้อาศัยใกล้เคียง

กรณีที่ชุดคอยล์ร้อนติดตั้งอยู่สูงกว่าชุดคอยล์เย็น ระหว่าง 8-25 ฟุต (2.5 – 7.5 เมตร) จะต้องติดตั้งท่อกักเก็บน้ำมันหล่อลื่น (oil trap) ชนิด P-Trap ไว้ที่ด้านล่างของท่อที่อยู่ในแนวดิ่ง เพื่อทำหน้าที่กักเก็บน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลตกลงมาด้านล่างของท่อในแนวดิ่ง ขณะที่คอมเพรสเซอร์หยุดการทำงานและเมื่อ

คอมเพรสเซอร์เริ่มต้นการทำงานใหม่ น้ำมันหล่อลื่นที่อยู่ใน P-Trap จะถูกดูดกลับขึ้นไปทำหน้าที่หล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ได้อย่างรวดเร็ว

# หมวดที่ 13 การทดสอบ

## 13.1 การทดสอบให้ทำโดยการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลต่างๆ ด้านวิศวกรรมที่สำคัญๆ ได้แก่

13.1.1 ความดันของสารทำความเย็น

13.1.2 กระแสไฟฟ้าที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์และมอเตอร์ทุกตัว

13.1.3 อุณหภูมิอากาศในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์เย็นอุณหภูมิอากาศภายนอก และอุณหภูมิอากาศที่เข้าและออกจากชุดควบแน่น

13.1.4 ตรวจวัดปริมาณลมของเครื่องเป่าลมเย็น และหัวส่งลมเย็น (Supply Air Grill)

13.1.5 การทำงานของสวิตช์ควบคุมต่างๆ

13.1.6 รวมถึงทดสอบการไหลของน้ำทิ้ง เป็นต้น

13.1.7 รายการอื่นๆที่จำเป็น หรือผู้ผลิตแนะนำ

โดยผู้ติดตั้งจะต้องดำเนินการทดสอบดังกล่าวต่อหน้าตัวแทนของเจ้าของงาน และลงนามกำกับใน Data sheets

# หมวดที่ 14 ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์มาตรฐาน

## 14.1 เครื่องปรับอากาศระบบน้ำยาแปรผัน (VRF)

14.1.1 Mitsubishi Heavy Duty

14.1.2 Daikin

14.1.3 Carrier หรือเทียบเท่า

## 14.2 พัดลม

14.2.1 KRUGER

14.2.2 PANASONIC

14.2.3 MITSUBISHI หรือเทียบเท่า

## 14.3 FLEXIBLE DUCT

14.3.1 AERODUCT

14.3.2 DUCT EXCEL

14.3.3 EUROFLEX หรือเทียบเท่า

## 14.4 แผ่นเหล็กอาบสังกะสี

14.4.1 SINGHA

14.4.2 THAI-GALVANIZED STEELZICA, หรือเทียบเท่า

## 14.5 AIR GRILLE & REGISTER

14.5.1 PEC

14.5.2 KOMFORT FLOW

14.5.3 AS&D

14.5.4 CFM PERCOOL หรือเทียบเท่า

## 14.6 ท่อทองแดง

14.6.1 KEMBLA

14.6.2 CAMBRIDGE

14.6.3 KLM

14.6.4 HANA หรือเทียบเท่า

**14.7 PVC PIPE**

14.7.1 THAI PIPE

14.7.2 ELEPHANT หรือเทียบเท่า

**14.8 ฉนวนหุ้มท่อน้ำยา**

14.8.1 Aero flex

14.8.2 ARMAFLEX

14.8.3K-FLEX

14.8.4 MAX FLEX หรือเทียบเท่า

**14.9 ฉนวนหุ้มท่อลม**

14.9.1 ไมโครไฟเบอร์

14.9.2 SFG หรือเทียบเท่า

**14.10 สายไฟฟ้า**

14.10.1 BANGKOK CABLE

14.10.2 THAI YAZAKI

14.10.3 PHELPS DODGE หรือเทียบเท่า

**14.11 ท่อร้อยสายไฟ**

14.11.1 PANASONIC

14.11.2 TAS

14.11.3 PAT หรือเทียบเท่า

**14.12 อุปกรณ์ไฟฟ้า**

14.12.1 Square – Dz

14.12.2 ABB

14.12.3 Siemen

14.12.4 Mitsubishi หรือเทียบเท่า