

รายการประกอบแบบ

งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

โครงการปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)

## สารบัญ

	หน้า
หมวดที่ 1. ข้อกำหนดทั่วไป	1
หมวดที่ 2. เครื่องส่งลมเย็น	13
หมวดที่ 3. เครื่องปรับอากาศแบบ VRV AIR CONDITION	18
หมวดที่ 4. ระบบส่งลมและอุปกรณ์ AIR DISTRIBUTION AND ACCESSORIE	26
หมวดที่ 5. พัดลมระบายอากาศ	36
หมวดที่ 6. อุปกรณ์ควบคุม	39
หมวดที่ 7. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	42
หมวดที่ 8. ท่อน้ำและการติดตั้ง	44
หมวดที่ 9. ฉนวนหุ้มท่อน้ำ	51
หมวดที่ 10. วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ	55
หมวดที่ 11. การปรับคุณภาพน้ำ	57
หมวดที่ 12. การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน	59
หมวดที่ 13. การทดสอบและทำความสะอาด	62
หมวดที่ 14. ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน	64

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## หมวดที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป

### 1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบจัดหา ติดตั้ง และทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ รวมทั้งระบบไฟฟ้ากำลังและควบคุมที่เกี่ยวข้อง สำหรับโครงการ ปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) ชั้น 6-7 มีขอบเขตของงานดังต่อไปนี้

- 1.1 ความรับผิดชอบตามที่ ระบุไว้ในข้อกำหนดทั่วไป และเงื่อนไขสัญญา
- 1.2 งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ห้องเครื่อง และบริเวณอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบ ซึ่งประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศ พัดลม ท่อลม และระบบท่อต่างๆ
- 1.3 ระบบไฟฟ้ากำลังและควบคุมสำหรับอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

### 2. มาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์และข้อกำหนดมาตรฐานดังต่อไปนี้

- ARI Air-conditioning and refrigeration institute
- ANSI American national Standards Institute
- AMCA Air Moving and Conditioning Association
- ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating And Air-conditioning Engineers
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ASTM American Society of Testing Material
- AWS American Welding Society
- BS British Standard
- EIT Engineering institute of Thailand (วสท Entering Temperature.)
- IEC International Electrotechnical Commissions
- MEA Metropolitan Electricity Authority (กฟน.)
- NEC National Fire Protection Association
- SMACNA Sheet Metal and Air-conditioning Contractors National Association Inc.
- TISI Thai Industrial Standard Institute
- UL Underwriters' Laboratories, Inc.

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

### 3. วัตถุประสงค์

เป็นความประสงค์ของผู้ว่าจ้างที่จะได้งานระบบปรับอากาศ และระบายอากาศที่เสร็จสมบูรณ์ได้มาตรฐานตามหลักวิชาการช่างที่ดี ผ่านการทดสอบตามที่กำหนด และพร้อมที่จะใช้งานได้โดยมิต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ใดมาเพิ่มเติมอีก วัสดุหรืออุปกรณ์ใดๆ ซึ่งมีได้แสดงไว้ในแบบหรือระบุไว้ในรายการประกอบแบบ หากวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมิได้เพื่อให้ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ และปลอดภัยตามหลักวิชาการ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ เสมือนหนึ่งว่าได้กำหนดไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบ

### 4. สถานที่ก่อสร้าง

สถานที่ก่อสร้างโครงการ ปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) สถาบันโรคทรวงอก

### 5. คำจำกัดความและความหมาย

คำต่างๆ ที่จะปรากฏในเอกสารฉบับนี้ให้ความหมายตามที่กำหนดไว้ดังนี้

- 5.1 “ผู้ว่าจ้าง” หมายถึง เจ้าของงาน และ/หรือตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งและมอบหมายให้ดำเนินการแทนในโครงการ
- 5.2 “วิศวกร” หมายถึง บุคคลหรือคณะบุคคล ซึ่งผู้ว่าจ้างได้แต่งตั้งและมอบหมายให้ดำเนินการควบคุมการก่อสร้างระบบปรับอากาศ และระบายอากาศในโครงการ
- 5.3 “ผู้รับจ้าง” หมายถึง ผู้ได้รับการทำสัญญาว่าจ้างจากผู้ว่าจ้างให้ทำการก่อสร้างระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศในโครงการ
- 5.4 “งาน” หมายถึง งานก่อสร้างตามขอบเขตของงานตามสัญญา ซึ่งรวมถึงแรงงานหรือวัสดุหรือทั้งสองอย่าง อุปกรณ์เครื่องมือ การขนส่ง และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานให้เสร็จเรียบร้อยตามสัญญา
- 5.5 “อนุมัติ” หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร
- 5.6 “แบบหรือ แบบก่อสร้าง หรือ Drawings” หมายถึง แบบแปลนที่รวมอยู่ในเอกสารประกอบสัญญาให้รวมความถึง แบบแปลนที่ออกเพิ่มเติมโดยผู้ว่าจ้าง
- 5.7 “ข้อกำหนด หรือรายละเอียดประกอบแบบ หรือรายการประกอบแบบหรือ Specification” หมายถึง ข้อกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับงานก่อสร้างถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา
- 5.8 “คุณภาพเทียบเท่าหรือเทียบเท่า” หมายถึง การอนุญาตให้ใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ในงานก่อสร้างนอกเหนือจากรายชื่อวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ หรือในแบบการเทียบเท่าโดยยึดถือคุณภาพเท่ากันหรือดีกว่าราคาเท่ากันหรือสูงกว่า แต่ทั้งนี้จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรเสียก่อน

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## 6. ความคลาดเคลื่อนหรือขาดตกบกพร่อง

- 6.1 งานส่วนทั่วไปและส่วนประกอบของระบบซึ่งมีได้ระบุและเป็นส่วนที่จะทำให้งานระบบของอาคารสำเร็จสมบูรณ์ ตามหลักวิชาช่างที่ดี ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 6.2 สิ่งใดที่ปรากฏในแบบหรือรายการประกอบแบบขัดแย้งกัน หรือมิได้ระบุลงไว้แน่นอน ให้ถือคำวินิจฉัยของวิศวกรเป็นอันสิ้นสุด

## 7. การติดตั้ง

- 7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรที่มีประสบการณ์ ความสามารถ หัวหน้าช่าง และช่างที่มีฝีมือสูงเท่านั้น เข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการจัดงาน และทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอที่ปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- 7.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องเป็นวิศวกรเครื่องกล หรือวิศวกรสาขาอื่นที่มีประสบการณ์ และได้ขึ้นทะเบียนเป็นวิศวกรควบคุมตาม พ.ร.บ. วิชาชีพวิศวกรรม เป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมการติดตั้งงานในระบบทั้งหมด
- 7.3 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนคนงานที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่พอดี หรืออาจเกิดการเสียหายหรืออันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนที่โดยทันที และค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

## 8. การประกันภัยด้านต่างๆ

- 8.1 การประกันภัยความรับผิดชอบต่อตามสัญญา (Control Insurance) เพื่อให้การคุ้มครองงานก่อสร้างทั้งหมดเต็มตามมูลค่างานและระยะเวลาครอบคลุมถึงระยะเวลาการบำรุงรักษา (Maintenance Period) อีก 1 ปี จำนวน 12 ครั้ง นับตั้งแต่วันที่มีการส่งมอบงาน
- 8.2 การประกันความรับผิดชอบต่อร่างกายและทรัพย์สินของบุคคลที่สาม อันเนื่องมาจากการดำเนินการก่อสร้าง การคุ้มครองดังกล่าวนี้ ให้รวมถึงความเสียหายต่อร่างกายและทรัพย์สินของเจ้าหน้าที่หรือพนักงานหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง และวิศวกร ทั้งนี้ให้มีวงเงินความรับผิดชอบต่อตามที่ระบุไว้ในเอกสารการประกวดราคา
- 8.3 การประกันภัยอุบัติเหตุส่วนบุคคลต่อชีวิตเจ้าหน้าที่หรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง และวิศวกร ซึ่งมีหน้าที่ต้องปฏิบัติงาน ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้าง ซึ่งผู้ว่าจ้างมีสิทธิขอเปลี่ยนแปลงตัวบุคคลดังกล่าวได้ตลอดเวลา โดยแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้รับจ้างและผู้รับประกันทราบ
  - เงินเอาประกันสำหรับการสูญเสียชีวิต หรือสูญเสียอวัยวะ หรือสาวยตา หรือทุพพลภาพถาวรในวงเงินตามที่ระบุในเอกสารการประกวดราคา
  - เงินเอาประกันสำหรับค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นในการรักษาพยาบาล ในวงเงินตามที่ระบุในเอกสารประกวดราคา
  - มีผลคุ้มครองตั้งแต่เริ่มปฏิบัติหน้าที่จนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

โดยการประกันดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ชำระเบี้ยประกันภัย ค่าภาษีและอากรแสตมป์ สำหรับการประกันภัยนี้ รวมทั้งค่าความเสียหายส่วนแรก (Deductible) รวมทั้งค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับทั้งสิ้น การที่ผู้รับจ้างได้ทำประกันภัยดังกล่าวทั้งหมดไม่เป็นผลให้ผู้รับจ้างพ้นจากความรับผิดชอบใดๆ ตามสัญญา

#### 9. การจัดทำแผนดำเนินงาน

ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร (Building Contractor) และส่งมอบรายละเอียดแผนดำเนินงานในส่วนของผู้รับจ้างเอง ให้แก่ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร เพื่อให้ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารสามารถวางแผนดำเนินงานร่วมของโครงการได้ โดยที่ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารเป็นผู้รับผิดชอบต่อความก้าวหน้าของงานในโครงการ ดังนั้นผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามแผนดำเนินงานร่วมได้ เป็นเหตุให้งานอื่นๆ ในโครงการต้องล่าช้าหรือทำให้เกิดผลเสียหายใดๆ อันเนื่องมาจากสาเหตุดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างงานอื่นๆ ของโครงการตามหลักฐานและสภาพความเป็นจริง

#### 10. การประชุม

หมายถึง การพบปะปรึกษาหารือระหว่างผู้รับจ้างกับวิศวกร และตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อให้งานก่อสร้างดำเนินไปตามแบบและรายการ และให้การทำงานทันกำหนดเวลาขั้นตอนที่ได้อำนาจไว้ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดตัวแทนผู้มีอำนาจเต็มเข้าร่วมการประชุมทุกครั้ง

#### 11. การจัดเบิกจ่ายเงินงวด

ผู้รับจ้างจะต้องทำเอกสารเบิกเงินงวด โดยระบุปริมาณงานพร้อมกับจำนวนเงินในแต่ละงวดเสนอให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติ และผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่จ่ายเงินงวดในเมื่อผู้ว่าจ้างเห็นว่า

1. ปริมาณและคุณภาพงาน ไม่เป็นไปตามที่ระบุไว้ในตารางการเบิกเงินงวดตามสัญญา
2. ระยะการเบิกเงินงวดไม่ตรงกับที่ระบุไว้

ยกเว้นกรณีที่ได้มีการตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้างเป็นลายลักษณ์อักษรหลักฐานต่างๆ ที่ผู้รับจ้างจะต้องแนบมาพร้อมกับเอกสารเบิกเงินงวด

1. ตารางการเบิกเงินงวดที่ได้รับอนุมัติ พร้อมแสดงเครื่องหมายงวดงานที่ต้องการเบิก
2. หลักฐานเพิ่มเติมอื่นๆ ที่ผู้ว่าจ้างร้องขอ

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินได้ภายใน 30 วัน หลังจากที่ได้เอกสารการเบิกเงินงวดของผู้รับจ้างได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องเรียบร้อย ยกเว้นได้มีการตกลงหรือระบุเป็นอย่างอื่นในสัญญา

#### 12. การแก้ไขเปลี่ยนแปลง แบบและรายการประกอบแบบ

12.1 การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบ และรายการประกอบแบบ อันเนื่องมาจากสาเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งแก่ผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติในเวลาอันควรก่อนดำเนินการติดตั้ง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

12.2 ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ซึ่งได้รับอนุมัติเทียบเท่ามาติดตั้งในงานของผู้รับจ้าง โดยที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นมีขนาด หรือ Rating ซึ่งทำให้อุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ของระบบเกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง หรือมีความจำเป็นต้องแก้ไขงานโครงสร้างสถาปัตยกรรม งานระบบท่อ งานระบบไฟฟ้า เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบรายละเอียดแสดงการแก้ไขเสนอต่อวิศวกรเพื่อขออนุมัติในเวลาอันควรก่อนเริ่มดำเนินการ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการแก้ไขดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

### 13. วัสดุอุปกรณ์

#### 13.1 การจัดหา

13.1.1 บรรดาวัสดุและอุปกรณ์ใช้ในการก่อสร้างทุกชนิด ทั้งที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบแบบหรือมีได้ระบุ แต่จำเป็นต้องนำมาประกอบการก่อสร้างตามหลักวิชาการต่างจากการพิจารณาของวิศวกร จะมีในท้องตลาดหรือขาดตลาดหรือมีไม่พอเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง จะต้องเตรียมการจัดหาเอาไว้เสียแต่เนิ่นๆ ทั้งวัสดุและอุปกรณ์ที่มีชื่อระบุในแบบรูป และรายการประกอบแบบหรือวัสดุเทียบเท่าเพื่ออนุมัติ ผู้รับจ้างจะอ้างว่าไม่มีในท้องตลาด หรือขาดตลาด หรือต้องสั่งจากต่างประเทศ หรือต้องสั่งทำ หรือต้องรอให้ครบอายุการใช้งาน แล้วนำเหตุผลเหล่านั้นไปเป็นข้ออ้างเป็นเหตุให้การก่อสร้างต้องชะงัก หรือล่าช้าไม่ทันกำหนดสัญญาและขอต่ออายุสัญญาไม่ได้ เป็นหน้าที่โดยตรงของผู้รับจ้างที่จะต้องวางแผนงานให้รอบคอบ ก่อนลงมือดำเนินการก่อสร้าง

13.1.2 วัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ผู้รับจ้างสั่งเข้ามายังสถานที่ก่อสร้างจะต้องเป็นของใหม่ได้มาตรฐานไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จะต้องบรรจุในหีบห่อเรียบร้อยจากโรงงาน หรือมีใบสั่งของจากโรงงานกำกับ และจะต้องเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ที่มีคุณภาพชั้นหนึ่ง ถูกต้อง และมีจำนวนพอเพียง วัสดุและอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องนำออกนอกบริเวณสถานที่ก่อสร้างทันที

13.1.3 ในกรณีที่จำเป็นต้องสั่งวัสดุอุปกรณ์จากต่างประเทศ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการเกี่ยวกับการนำเข้าวัสดุอุปกรณ์ โดยให้ปฏิบัติตามระเบียบของทางราชการที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้าวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ โดยไม่มีข้อยกเว้น

13.1.4 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อสมรรถนะ และความสามารถของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในโครงการนี้ทั้งหมด เพื่อให้ได้จุดประสงค์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง หากจะมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ จะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบล่วงหน้าเพื่อพิจารณาอนุมัติเสียก่อน

#### 13.2 การจัดส่งตัวอย่างหรือรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ในการขออนุมัติ

13.2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง หรือเอกสารแสดงรายละเอียดพร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิคของวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้ง ให้วิศวกรอนุมัติก่อนจึงจะทำการสั่งซื้อและนำไปใช้ในสถานที่ก่อสร้างได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง หรือรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ในการขออนุมัติดังกล่าวล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วันก่อนดำเนินการสั่งซื้อ

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

- 13.2.2 วัสดุและอุปกรณ์ตัวอย่างที่ได้รับการอนุมัติ ผู้ควบคุมงานจะเก็บไว้เพื่อเป็นหลักฐานเปรียบเทียบกับวัสดุ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานจริง
- 13.2.3 การตรวจสอบวัสดุที่ขออนุมิตินั้น วิศวกรจะตรวจสอบหรือทดสอบเฉพาะเท่าที่จำเป็นส่วนที่เหลือซึ่งไม่สามารถตรวจสอบได้ให้ถือว่าผู้รับจ้างรับผิดชอบว่าเสนอสิ่งที่ถูกต้องเหมาะสมหากปรากฏภายหลังว่ารายละเอียดดังกล่าวมีปัญหาในการใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
- 13.2.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายการคำนวณที่จำเป็น โดยใช้ข้อมูลจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้จริงเพื่อให้วิศวกรพิจารณาตรวจสอบกับสมรรถนะของเครื่องจักรและอุปกรณ์เมื่อผู้รับจ้างเสนอขออนุมัติเครื่องและอุปกรณ์
- 13.3 การขนส่ง เก็บรักษา และการติดตั้ง
  - 13.3.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งวัสดุและอุปกรณ์มายังสถานที่ก่อสร้าง เก็บรักษารวมทั้งยกเข้าไปยังสถานที่ติดตั้งและดำเนินการติดตั้ง เพื่อป้องกันความเสียหายใดๆ อันอาจเกิดขึ้นจนถึงวันส่งมอบงาน ในกรณีที่มีการบกพร่องของวิศวกรมีสิทธิที่จะแนะนำให้ผู้รับจ้างปฏิบัติ จัดหา หรือระวังรักษาให้ดีขึ้นและเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามซึ่งค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
  - 13.3.2 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งเสียหายระหว่างการขนส่ง การติดตั้ง หรือการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของวิศวกร
  - 13.3.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง และต้องแจ้งให้วิศวกรทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษา วัสดุ และอุปกรณ์ไว้ให้เรียบร้อย
  - 13.3.4 เมื่อวัสดุและอุปกรณ์เข้าถึงสถานที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้อง ตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป
  - 13.3.5 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในสถานที่ก่อสร้างเอง เครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายเสื่อมสภาพหรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ หรือส่งมอบงานแล้ว
  - 13.3.6 การเก็บรักษา วัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ และในส่วนที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร
- 13.4 การทดสอบ
  - 13.4.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการทดสอบคุณภาพวัสดุ สิ่งของ เพื่อให้ได้คุณภาพตรงตามทีระบุในรายการค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**



13.4.2 ถ้าวิศวกรเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ วิศวกรมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่วิศวกรมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่วิศวกรเชื่อถือ ทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้าและต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

13.4.3 ในกรณีที่วิศวกรต้องการให้มีการทดสอบคุณภาพ ณ โรงงานหรือต้องการใบรับรองจากผู้ผลิตสิ่งของใดๆ ก็ตามที่จะนำมาใช้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองในการนี้ทั้งหมด

#### 13.5 การเทียบเท่าวัสดุ/อุปกรณ์

ผู้รับจ้างมีสิทธิ์ขอเทียบเท่า เพื่ออนุมัติเลือกใช้วัสดุที่มีชื่อแตกต่างจากที่ระบุไว้ในแบบ หรือรายละเอียดประกอบแบบได้ ในหลักการคุณภาพเท่ากันหรือดีกว่าราคาเท่ากันหรือแพงกว่าผู้รับจ้างจะขอเทียบเท่าได้ในกรณี

ก. มีระบุในรายการประกอบแบบ “หรือคุณภาพเทียบเท่า” หรือ “เทียบเท่า”

ข. วัสดุที่ระบุในท้องตลาดมีไม่เพียงพอ หรือขาดตลาดหรือบริษัทผู้ผลิตเลิกผลิต โดยผู้รับจ้างต้องแสดงหลักฐานประกอบให้ชัดเจน ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างขอสงวนสิทธิ์ในการอนุมัติวัสดุรายการเทียบเท่า

### 14. เครื่องมือ

14.1 ผู้รับจ้างจะต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวนที่เพียงพอ

14.2 วิศวกรมีสิทธิ์ที่จะสั่งการให้ผู้รับจ้างเพิ่มจำนวนเครื่องมือ หรือระงับการใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมกับงาน หรือไม่ปลอดภัยได้

### 15. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างฝีมือที่มีประสบการณ์และความสามารถจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง การติดตั้งต้องเป็นไปอย่างถูกต้องตามมาตรฐานวิชาช่าง เรียบร้อยและปลอดภัย เมื่อวิศวกรเห็นว่าผลงานติดตั้งไม่ได้มาตรฐานหรือไม่เรียบร้อยหรือไม่ปลอดภัย ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข หรือรื้อถอนเพื่อติดตั้งใหม่ตามคำสั่งของวิศวกร

### 16. การรักษาความสะอาดบริเวณสถานที่ก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องรักษาความสะอาดบริเวณสถานที่ที่ผู้รับจ้างปฏิบัติงานตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องขนย้ายเศษวัสดุหรือสิ่งของที่ขจัดทิ้งมากองรวมไว้ในที่ๆ จะกำหนดให้โดยวิศวกร และจะต้องขนย้ายออกจากบริเวณสถานที่ก่อสร้างหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานในแต่ละวัน

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## 17. การประสานงานกับผู้รับจ้างงานอื่นๆ ในโครงการ

- 17.1 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานและทำความเข้าใจกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารโดยตรง ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการร่วมใช้สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น สำนักงาน สนาม ที่พัคนางาน น้ำ ประปา ไฟฟ้า ห้องน้ำ-ส้วม นักร้าน เครื่องยกอุปกรณ์ พื้นที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ การรักษาความปลอดภัย เป็นต้น
- 17.2 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร ในการจัดเตรียมช่องทางสำหรับเคลื่อนย้ายเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ เข้าไปติดตั้งสถานที่ๆ กำหนดได้โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้างอาคาร ในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารล่วงหน้าในเวลาอันควร หากผู้รับจ้างละเลยหรือเพิกเฉยต่อการปฏิบัติดังกล่าว หรือแจ้งต่อผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารในเวลากระชั้นชิด เป็นเหตุให้เกิดความล่าช้าในงานก่อสร้างอาคารหรืองานอื่นๆ หรือทำให้ต้องเพิ่มงานก่อสร้างอาคารหรืองานอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด
- 17.3 ในการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์บางอย่าง ซึ่งต้องติดตั้งหรือเตรียมช่องไว้ในโครงสร้าง ผนัง หรือฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายละเอียดทั้งหมดที่จำเป็น และเพียงพอต่อผู้รับจ้างงานก่อสร้างล่วงหน้าในเวลาอันควร เพื่อให้ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารสามารถจัดเตรียมงานก่อสร้างในส่วนนั้นตามความประสงค์ของผู้รับจ้าง หากผู้รับจ้างละเลยหรือเพิกเฉยต่อการปฏิบัติดังกล่าว หรือแจ้งต่อผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารในเวลากระชั้นชิด หรือเกิดความผิดพลาดในรายละเอียดที่แจ้งให้ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดต่อผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร
- 17.4 ในการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ในบริเวณเดียวกัน หรือใกล้เคียงกับงานของผู้รับจ้างอื่นๆ เช่น ในห้อง Mechanical Room ในช่องเดินท่อ ในฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอื่นๆ ดังกล่าวในการจัดตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ของแต่ละงานเพื่อไม่ให้เป็นการอุปสรรคซึ่งกันและกันทั้งในการติดตั้ง และการเข้าไปทำการซ่อมบำรุงในภายหลัง

## 18. การจัดทำและการอนุมัติ Shop Drawings

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawings เสนอต่อวิศวกรเพื่อการอนุมัติตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง Shop Drawings จะต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ตามสภาพความเป็นจริงของสถานที่ๆ ติดตั้ง และขนาดจริงของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในบริเวณที่ติดตั้ง ของผู้รับจ้างรายอื่นๆ กำหนดจะติดตั้งอยู่ใกล้เคียงกัน ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการกำหนดตำแหน่ง หรือระดับของเครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมดในบริเวณนั้น พร้อมกับแสดงใน Shop Drawings ด้วย

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง Shop Drawings ในระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อที่วิศวกรจะตรวจสอบอนุมัติได้ทันต่อการดำเนินการ โดยอย่างต่ำไม่น้อยกว่า 15 วัน การที่ผู้รับจ้างจัดทำแบบ Shop Drawings ล่าช้า และ/หรือมีระยะเวลาตรวจสอบไม่เพียงพอ จะถือเป็นสาเหตุในการเรียกร้องเวลาหรืออ้างว่าเป็นปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างไม่ได้

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

การอนุมัติ Shop Drawings โดยวิศวกร มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างได้รับการยกเว้น ความรับผิดชอบในการก่อสร้างส่วนนั้นๆ ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อ การก่อสร้าง ในส่วนนั้น ในกรณีที่มีปัญหา และจะต้องรับผิดชอบต่อ การแก้ไข ให้เรียบร้อยสมบูรณ์

#### 19. การตัด การเจาะและการสกัดงานอาคาร

ในกรณีที่มีความจำเป็นจะต้องทำการตัด เจาะ สกัดหรือกระทำการใดๆ ต่องานโครงสร้างหรืองานสถาปัตยกรรมของอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดเพื่อขออนุมัติต่อวิศวกรก่อนเริ่มดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อ การซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างให้กลับคืนสู่สภาพเดิม จนเป็นที่ยอมรับของวิศวกร

#### 20. ฐานและที่ยึดเครื่องจักรหรืออุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างฐาน ค.ส.ล. โครงเหล็กสำหรับจับยึดหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ให้ความแข็งแรงและปลอดภัยอย่างถูกต้องตามหลักวิชา ถึงแม้ว่าจะมิได้แสดงในแบบก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องส่ง Shop Drawings ต่อผู้ควบคุมงานเพื่อการตรวจอนุมัติก่อนดำเนินการก่อสร้าง

#### 21. การป้องกันน้ำซึมผ่านโครงสร้าง

ในกรณีที่ต้องติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ทะลุผ่านโครงสร้างของอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องเสนอกรรมวิธีในการก่อสร้างเพื่อป้องกันการซึมของน้ำผ่านบริเวณนั้น ต่อผู้ควบคุมงานเพื่อการอนุมัติก่อนเริ่มดำเนินการ

#### 22. การป้องกันการผุกร่อนของวัสดุอุปกรณ์ที่ทำด้วยโลหะ

วัสดุและอุปกรณ์ที่ทำด้วยโลหะซึ่งทำการประกอบและติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างจะต้องทำความสะอาดผิวนอกเพื่อขจัดคราบสกปรก ทาด้วย Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี (Synthetic Alkyd Resin Base, Gloss Enamel) อีก 2 ชั้น

วัสดุและอุปกรณ์โลหะที่ประกอบมาจากโรงงานซึ่งได้ผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนจากโรงงานมาแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมสีที่ชำรุดเนื่องจากการติดตั้ง ตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ

#### 23. ป้ายชื่อและเครื่องหมายของเครื่องจักรและอุปกรณ์

เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทุกชนิดจะต้องมีป้ายชื่อ (Nameplate) แสดงคุณสมบัติหรือ Rating เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ติดมากับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์จากโรงงานผู้ผลิตผู้รับจ้างจะต้องจัดทำป้ายชื่อตามที่กำหนดในแบบ (Label) ของเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อความสะดวกในการอ้างอิง ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องเป็นภาษาอังกฤษและทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ ตัวหนังสือสีขาว มีขนาดเหมาะสม (สำหรับแผ่นควบคุมทั้งหมด) และใช้สีฟันทน (สำหรับเครื่องจักรและระบบท่อต่างๆ)

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

## 24. การทดสอบและปรับแต่งการทำงานของระบบ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับแต่งการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ และจัดทำแผนกำหนดการทดสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ พร้อมทั้งจัดเตรียมเอกสารขออนุญาตในการทดสอบจากผู้ผลิตเสนอต่อผู้ควบคุมงาน จำนวน 2 ชุด

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบ ต่อหน้าวิศวกรเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ได้กระทำเสร็จสิ้นนั้นถูกต้อง และใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างทุกประการ

อุปกรณ์ เครื่องมือ พนักงานสำหรับการปรับแต่ง การทดสอบระบบ และค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการดำเนินการดังกล่าวอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้าง

## 25. As-Built Drawings

ผู้รับจ้างจะต้องบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ระหว่างการปฏิบัติงานในแบบก่อสร้าง เมื่อการปฏิบัติงานแล้วเสร็จและก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องนำเอาบันทึกเหล่านั้นมาจัดทำ As-Built Drawings และเสนอต่อวิศวกรเพื่อการอนุมัติ เมื่อได้รับอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมเป็นรูปเล่ม เป็นต้น ฉบับกระดาษ 1 ชุด และพิมพ์เขียวจำนวน 4 ชุด ส่งมอบต่อผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบในวันส่งมอบงาน As-Built Drawings จะต้องมีความเท่าเทียมกับแบบก่อสร้างและใช้มาตรฐานเดียวกันในการเขียนแบบ

## 26. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดรวบรวมและส่งมอบหนังสือคู่มือการใช้ การบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ทุกชนิด รวมทั้งรายการ Spare Parts และอื่นๆ เป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ ต่อวิศวกรเพื่อการอนุมัติก่อนส่งมอบงาน เมื่อได้รับอนุมัติแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเอกสารดังกล่าวจำนวน 3 ชุด เพื่อส่งมอบต่อผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานเอกสาร ซึ่งใช้ในการโฆษณาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ของผู้ผลิตหรือผู้ขายจะไม่นับว่าเป็นหนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษา

## 27. การส่งมอบ

27.1 นอกจากการระบุเป็นอย่างอื่นในสัญญาการส่งมอบงาน ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

27.1.1 กำหนดมอบรับงานขึ้นต้น (Substantial Completion) 15 วัน ก่อนกำหนดการเวลาแล้วเสร็จตามสัญญา โดยผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเพื่อการส่งมอบงานขึ้นต้น (Substantial Completion) ก่อนกำหนดรับมอบงานขึ้นต้น 15 วัน

27.1.2 วิศวกรจะจัดทำบัญชีงานที่ต้องแล้วเสร็จ และตรวจสอบทดลองตามบัญชีงานพร้อมทั้งออกหนังสือรับรองข้างต้นและจัดทำบัญชีงานที่ต้องแก้ไข (List of Defect Works) ให้แก่ผู้รับจ้างเพื่อการดำเนินการงานขั้นสุดท้ายให้แล้วเสร็จ (Final Completion) ซึ่งจะต้องอยู่ภายในกำหนดเวลาแล้วเสร็จตามสัญญา

27.1.3 เมื่อวิศวกรพิจารณางานขั้นสุดท้ายเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงจะได้เชิญผู้แทนของผู้ว่าจ้างมาเพื่อตรวจรับมอบงาน ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการรับมอบงาน ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่างานใน

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

ส่วนนั้นๆ จะต้องมีการแก้ไข โดยที่ระยะเวลาตามสัญญายังคงสภาพเดิม ผู้รับจ้างไม่สามารถอ้างเหตุผลนี้ในการต่ออายุสัญญาการก่อสร้างได้

## 27.2 การส่งมอบอุปกรณ์และรายการเอกสาร

ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบอุปกรณ์รายการเอกสารต่อผู้ว่าจ้างดังต่อไปนี้

27.2.1 คู่มือสำหรับการดูแลรักษา ผู้รับจ้างจะรวบรวมคู่มือและข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสำหรับวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้

27.2.2 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหาวิทยากรผู้ชำนาญงานของบริษัทผู้ผลิต อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งอาคาร มาอบรมหรือแนะนำให้บุคลากรของผู้ว่าจ้างรับทราบเกี่ยวกับการดูแลรักษาการใช้งานหรือการซ่อมแซมการบำรุงเบื้องต้น จนกว่าจะมีความเข้าใจสามารถปฏิบัติงานได้

27.2.3 ผู้รับจ้างจะต้องมอบเครื่องมือและชิ้นส่วนอะไหล่ที่มีมากับอุปกรณ์ ให้ผู้ว่าจ้างเก็บรักษาทั้งหมด

27.2.4 แบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawing) ทั้งหมดจะต้องจัดเป็นรูปเล่มรวมต้นฉบับกระดาษไข 1 ชุด พร้อมด้วยสำเนา (พิมพ์เขียว) จำนวน 4 ชุด และบันทึกลงใน CD ROM จำนวน 3 ชุด แบบก่อสร้างจริงจะต้องมีขนาดเท่ากับแบบก่อสร้างและใช้มาตราส่วนเดียวกันในการเขียนแบบแสดงส่วนที่เปลี่ยนแปลงไป จากการก่อสร้างเดิมอย่างชัดเจน

27.2.5 หนังสือรับประกันคุณภาพจากบริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนหรือผู้ติดตั้งสำหรับเครื่องจักร และอุปกรณ์ทุกชนิดโดยมีกำหนดระยะเวลาประกันตามที่ระบุในรายการประกอบแบบ และอย่างน้อยเท่ากับระยะเวลารักษา ตามสัญญาก่อสร้าง

27.2.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมวัสดุ และ/หรืออุปกรณ์สำหรับงานระบบเพื่อสำรองในการบำรุงรักษาอาคารหลังการรับมอบงานในปริมาณที่เหมาะสม

## 28. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างและการบริการ

28.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรม เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบก่อนส่งมอบงาน

28.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญงาน มาช่วยดูแลควบคุมระบบเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

28.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญมาทำการตรวจ ซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีพร้อมกับส่งรายงานผลการตรวจสอบให้ผู้ว่าจ้างเป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลาประกัน

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## 29. การรับประกันผลงานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันผลงานเป็นเวลา 12 เดือน นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างเข้าครอบครองในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเข้าครอบครองทำประโยชน์ในบางส่วนของอาคาร ระยะเวลาของการรับประกันงานก่อสร้างจะแยกย่อยตามส่วนนั้นๆ เช่นเดียวกัน หากมีการเสียหายเกิดขึ้นแก่ส่วนใดส่วนหนึ่งของสิ่งก่อสร้างจะแยกย่อยตามส่วนนั้นๆ เช่นเดียวกัน หากมีการเสียหายเกิดขึ้นแก่ส่วนใดส่วนหนึ่งของสิ่งก่อสร้างในระยะเวลาของการรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนช่างฝีมือมาดำเนินการซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงแก้ไขสร้างใหม่ แล้วแต่กรณี ให้กลับดีดังเดิมตามคำสั่ง คำแนะนำของวิศวกร/สถาปนิกผู้ออกแบบภายใน 7 วัน หรือระบุเป็นอย่างอื่นโดยผู้ว่าจ้าง หากผู้รับจ้างไม่มาดำเนินการตามที่ผู้ว่าจ้างแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบตามกำหนด ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะจัดหาบุคคลอื่นมาดำเนินการแทน ผู้รับจ้างยินดียที่จะให้ผู้ว่าจ้างหักเงินจากยอดเงินค้ำประกันผลงาน เพื่อใช้จ่ายในกิจการนั้นๆ ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างโดยไม่มีข้อแม้ใดๆ ทั้งสิ้น

การซ่อมแซมงานที่อยู่ในระยะเวลาค้ำประกัน เป็นงานที่เกิดจากความเสียหายที่เกิดขึ้นจากความบกพร่องหรือความประมาทเลินเล่อในการก่อสร้างของผู้รับจ้างเป็นผู้กระทำโดยถือคำวินิจฉัยของสถาปนิก/วิศวกรผู้ออกแบบเป็นอันสิ้นสุด

เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาค้ำประกันงานก่อสร้างสถาปนิก/วิศวกรผู้ออกแบบ จะเป็นผู้ออกไปรับรองผลงานให้แก่ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องนำหลักฐานใบรับรองผลงานนี้แสดงต่อผู้ว่าจ้างเพื่อขอหนังสือค้ำประกันผลงานก่อสร้างจากผู้ว่าจ้าง

## หมวดที่ 2 เครื่องส่งลมเย็น

### 1. โครงสร้างลมเย็น (AHU CASING)

- 1.1 ผนังตัวถัง (CASING) ทุกด้านมีโครงสร้างเป็นผนัง 2 ชั้นและมีไส้ฉนวนอยู่ระหว่างกลาง (DOUBLE-SKINNED WITH INSULATION CORE) ผนังผลิตมาจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีแบบ High Strength Pre-painted เพื่อให้ผิวหน้าทั้งด้านนอกและด้านในตัวเครื่องมีความเรียบไม่สะสมฝุ่นและสิ่งสกปรก ฉนวนซึ่งเป็นไส้ในระหว่างแผ่นผนัง 2 ชั้นเป็นฉนวนโพลียูรีเทนชนิดไม่ลามไฟ ฉนวนมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน  $0.017 \text{ W/m}^2\text{K}$  ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาของฉนวน 25 มิลลิเมตร ตัวถังเครื่องที่ประกอบเสร็จพร้อมใช้จะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมไม่เกิน  $0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 1.2 แต่ละ MODULE จะประกอบด้วยโครงของ MODULE ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงเครื่องไปในตัว เพื่อป้องกันการผุกร่อนโครงเครื่อง (FRAMEWORK) ทุกส่วนทำจากอลูมิเนียมรีดขึ้นรูปชนิดป้องกันการส่งผ่านความร้อน (EXTRUDED THERMAL BREAK ALUMINUM PROFILE FRAMEWORK) โครงเครื่องยึดประกอบเข้าด้วยกันอย่างแข็งแรงและแน่นหนา ข้อต่อที่หัวมุม (CORNER JOINT) ทำจาก Nylon และได้รับการขึ้นรูปมาเฉพาะกับการใช้งานที่จุดนั้นๆ
- 1.3 ช่องเปิดบริการเป็นส่วนหนึ่งของผนังตัวถังเครื่องให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต แต่จะต้องมีคุณลักษณะและคุณสมบัติเหมือนกับตัวถังเครื่องทุกประการ ผนังของตัวเครื่องและช่องเปิดบริการต้องยึดติดกับโครงเครื่องในลักษณะที่ไม่ให้เกิดการรั่วซึมของอากาศ (AIR TIGHT) และเป็นไปตามมาตรฐาน EN1886 อุปกรณ์ล็อก มือจับ และบานพับสำหรับผนังตัวถังเครื่องและช่องเปิดบริการจะต้องเป็นอุปกรณ์ระดับ HEAVY DUTY หรือ INDUSTRIAL GRADE ช่องเปิดบริการจะต้องออกแบบให้สามารถเข้าตรวจสอบภายในได้แบบ WALK THRU โดยไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย ตำแหน่งที่ต้องมีช่องเปิดบริการคือ
- 1.4 FAN SECTION
- 1.5 MIXING BOX SECTION AND FILTER SECTION
- 1.6 ตัวเครื่องส่งลมเย็นทั้งชุดจะติดตั้งวางบนฐานที่ทำจากโครงเหล็กอาบสังกะสี โดยมีแผ่นยางกันสะเทือน NEOPRENE RUBBER PAD รองรับอยู่เพื่อลดแรงสั่นสะเทือน
- 1.7 ส่วน PANEL และ ACCESS DOORS ต้องเป็นแบบ THERMAL BREAK เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำบนตัวเครื่องที่อุณหภูมิห้องปกติ

### 2. พัดลม (FAN ASSEMBLY)

- 2.1 ส่วนพัดลม (FAN) ประกอบด้วย FAN WHEEL, FAN MOTOR, TAPERED LOCK PULLEY
- 2.2 พัดลมต้องเป็นแบบ CENTRIFUGAL พัดลมและแกน SHAFT ต้องได้รับการปรับถ่วงสมดุลทางด้าน STATICALLY และ DYNAMICALLY BALANCED มาเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผู้ผลิต โดยใช้มาตรฐาน ISO 1940 พัดลมทุกตัวต้องผ่านการทดสอบและตรวจสอบโดยใช้มาตรฐาน AMCA 210 และใช้มาตรฐาน AMCA 300 ในการตรวจวัดระดับเสียง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**



- 2.3 เพลาพัฒลมทำมาจากเหล็กกล้าคาร์บอน C45 พื้นผิวป้องกันการเกิดการกัดกร่อน
- 2.4 ตัวพัฒลมควรจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงสร้างเหล็กที่มีส่วนป้องกันการสั่นสะเทือน (VIBRATION ISOLATION BASES) ติดตั้งอยู่ภายในตัวเครื่อง AHU และส่วนส่งกำลังจากมอเตอร์ไปสู่พัฒลมด้วยมุลย์และสายพานรูปตัววี (V-BELT) ควรจะมีช่องเปิดบริการ (ACCESS DOOR) ซึ่งประกอบด้วย GASKETS, HANDLES, LATCHES, HINGES ให้มาด้วยเพื่ออำนวยความสะดวกดูแลรักษาและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในตัวเครื่อง
- 2.5 พัฒลมทำด้วยเหล็กอบสังกะสีหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีพ่นสีแล้วอบ (BAKED ON ENAMEL)
- 2.6 ตลับลูกปืนเป็นชนิด BALL BEARING หรือ ROLLER BEARING มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมงตามมาตรฐาน RATING LIFE OF L50 และสามารถมีอายุการใช้งานได้สูงสุดถึง 1,000,000 ชั่วโมง
- 2.7 โครงของชุดพัฒลม แกนหมุนและตัวใบพัดจะต้องมาจากผู้ผลิตรายเดียวกัน ไม่อนุญาตให้ประกอบหรือปรับแต่งชุดพัฒลมด้วยอุปกรณ์จากผู้ผลิตรายอื่น

### 3. มอเตอร์พัฒลม (MOTOR)

- 3.1 มอเตอร์เป็นชนิดระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลท์ ขับเคลื่อนพัฒลมโดยผ่านสายพาน
- 3.2 วัสดุที่ใช้ทำเพลามอเตอร์ คือ เหล็ก C-40 และมอเตอร์ใช้ฉนวน CLASS F ซึ่งสามารถทนความร้อนได้มากที่สุด 145 องศาเซลเซียส
- 3.3 สำหรับมอเตอร์ที่ต่ำกว่า 3 กิโลวัตต์ จะสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง (DIRECT ON LINE STARTING) เข้ากับ 3 ขั้วเท่านั้น (3 TERMINALS ONLY) สำหรับมอเตอร์ที่สูงกว่า 3 กิโลวัตต์ จะสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า (STAR-DELTA STARTING) เข้ากับ 6 ขั้ว (6 TERMINALS)
- 3.4 มอเตอร์จะต้องได้รับการออกแบบมาตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC ที่สามารถให้เข้ากับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์/3 เฟส/50 เฮิร์ต มอเตอร์เป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED (TEFC), 4 POLE, IP55
- 3.5 การขับเคลื่อนพัฒลมอาศัยมุลย์และสายพานรูปตัววี มุลย์ชุดที่ติดอยู่กับเพลามอเตอร์เป็นแบบที่ความกว้างของร่องมุลย์คงที่ (CONSTANT PITCH PULLEY) หรือความกว้างของร่องมุลย์ปรับเปลี่ยนได้ (ADJUSTABLE PULLEY) ความตึงสายพานอาศัยการปรับระยะแทนมอเตอร์ ชุดมอเตอร์/มุลย์/สายพานอยู่ภายในเครื่องเป่าลมเย็น

### 4. คอยล์เย็น

- 4.1 คอยล์เย็นทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ ความเร็วลมหน้าคอยล์ต้องไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที ครีบบัลดัชนีเป็นแบบ SLIT FINS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน คอยล์เย็นจะต้องมีครีบลูมิเนียม(STANDARD)ที่มีความหนา 0.127 มิลลิเมตร และความแข็งแรงของครีบบัลดัชนี (FIN HARDESS) เป็นแบบ H0 และ H22 ซึ่งยึดติดอยู่กับท่อทองแดงอย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล มีจำนวนครีบบัลดัชนีในช่อง 8-12 ครีบบัลดัชนี ครีบบัลดัชนี HERESITE หรือ HYDROPHILIC และ COPPER (OPTION) สามารถป้องกันการเกิดการกัดกร่อนที่พื้นผิวได้

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**



- 4.2 จำนวน ROW ของคอยล์ต้องไม่น้อยกว่า 4 ROW
- 4.3 คอยล์เย็นจะต้องผ่านการทดสอบรอยรั่ว (LEAK TEST) ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 17 BAR (250 PSIG) และสามารถทนความดันได้สูงสุด 20 BAR (300 PSIG) โดยจะต้องมี RATED CAPACITY และความดันลดของน้ำคร่อมคอยล์ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์โดยวัดโดยวิธีการมาตรฐานของ ARI-410
- 4.4 ท่อน้ำเย็นที่ต่อเข้า-ออก คอยล์เย็น ถ้าติดตั้งในระดับต่ำกว่าจุดสูงสุดของคอยล์เย็นต้องมี AUTOMATIC AIR VENT ติดไว้ที่จุดสูงสุดดังกล่าวด้วย

## 5. ภาคน้ำทิ้ง

- 5.1 ภาคน้ำทิ้ง ทำจากเหล็กอาบสังกะสี เคลือบสีกันสนิมป้องกันการผุกร่อน เพื่อง่ายต่อการรักษาความสะอาด และออกแบบภาคน้ำทิ้งให้มีความลาดเอียงและลึก เพื่อให้ให้น้ำไหลออกได้อย่างรวดเร็ว ส่วนใต้ภาคน้ำทิ้งด้วยฉนวน PE หนา 10 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
- 5.2 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องต้องมีเทรป (TRAP) ที่ใกล้ภาคน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางการไหลของน้ำ

## 6. แผงกรองอากาศ (FILTER)

- 6.1 ส่วนแผงกรองอากาศ (FILTER) ประกอบด้วย FILTER HOUSING และ FILTER MEDIA
- 6.2 แผงกรองอากาศต้องได้ตามมาตรฐาน ASHRAE 52-76 หรือ 52.1-92 และออกแบบให้มีการกระจายลมผ่านแผงกรองอากาศได้อย่างทั่วถึงโดยอาจจะใช้ AIR SCREENS, BAFFELS หรืออุปกรณ์อื่นๆ
- 6.3 มีช่องเปิดบริการเพื่อเปลี่ยนแผงกรองอากาศได้ง่าย โดยอาจจะอยู่ด้านหลังหรือด้านข้างของตัวเครื่อง
- 6.4 PRE-FILTER เป็นแผงกรองอากาศชนิด FLAT FILTER มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) มีประสิทธิภาพการวัดแบบ DUST SPOT EFFICIENCY ไม่น้อยกว่า 25-30 % ตามมาตรฐานในการวัดของ ASHRAE 52.1-92

## High Intensity UVC (UVGI)

### 1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาระบบ UVGI โดยใช้หลอด UVC ที่ผลิตความยาวคลื่น 253.7 (254) นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่มีประสิทธิภาพในการหยุดการเจริญพันธุ์ของไวรัส แบคทีเรีย และเชื้อรา โดยจะต้องมีค่าความเข้มรังสี (Intensity) ไม่ต่ำกว่า  $1,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  ตลอดทั้งหน้าทางออกของคอยล์เย็น โดยติดตั้งระบบ UVGI ในเครื่องปรับอากาศบริเวณด้านทางออกของคอยล์เย็น AHU เพื่อใช้กำจัดไวรัส แบคทีเรีย และเชื้อรา ป้องกันการสะสมของไบオフィล์มที่เกิดบริเวณคอยล์เย็น ส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในอาคารดีขึ้น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศ

ระบบ UVGI อุปกรณ์หลอด UVC และ Power Supply จะต้องผลิตจากโรงงานผลิตที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 20 ปี

### 2. มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์และโรงงานผู้ผลิตจะต้องได้รับการยืนยันตามมาตรฐานที่กำหนดดังนี้ ( พร้อมแนบเอกสารยืนยัน )

- 2.1 อุปกรณ์จ่ายไฟ และหลอด UVC ที่เสนอ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL
- 2.2 โรงงานผู้ผลิต ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2015, ISO 14001 : 2015
- 2.3 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. เลขที่ 1955-2551

### 3. ข้อกำหนดทางเทคนิค

#### 3.1 หลอด UVC

3.1.1 หลอด UVC ต้องผลิตรังสีที่มีความยาวคลื่น 253.7 (254) nm. โดยมีความเข้มเพียงพอในการกำจัดเชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย วัสดุที่ใช้ทำหลอดทำจากแร่ Quartz เพื่อการแผ่รังสีที่สม่ำเสมอ สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ โดยเป็นชนิดหัวหลอดด้านเดียวชนิด 4 pin (single ended emitter) และสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพที่อุณหภูมิประมาณ  $2-60^\circ\text{C}$

3.1.2 ความเข้มรังสี UVC ตกกระทบบที่บริเวณแผงคอยล์เย็น จะต้องมีความเข้มรังสีที่ความยาวคลื่น 253.7 (254) nm ไม่น้อยกว่า  $1,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  ตามที่ 2017 ASHREA Winter Conference-Papers ระบุ โดยให้พิจารณามุมของคอยล์ และจะต้องแนบรายการผลการคำนวณความเข้มข้นของรังสีจาก Software ของผู้ผลิตในการขออนุมัติใช้งาน

3.1.3 หลอด UVC และอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (POWER SUPPLY) ต้องเป็นแบรนด์เดียวกันไม่น้อยกว่า 1 ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ต่างยี่ห้อเพื่อควบคุมมาตรฐานความเข้มของรังสีใช้กับระบบไฟฟ้า 220VAC. 50Hz

#### 3.2 ชุดอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply)

3.2.1 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในกระแสดำเนินการได้อย่างดี ที่  $2^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$ , 100% RH

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

### 3.3 ชุดขาตั้งรองรับอุปกรณ์ (Support Kit)

3.3.1 ชุดขาตั้งรองรับระบบ HIGH INTENSITY UVC ต้องเป็นแบบ Sliding aluminum rack support ผลิตจากอลูมิเนียมที่มีคุณสมบัติที่ไม่เกิดการกัดกร่อน (Non-corrosive)

## 4. ส่งมอบงาน

4.1 การส่งมอบงานติดตั้งระบบ UVC ต้องมีเอกสารยืนยันการคำนวณความเข้มของรังสีจาก Software ของผู้ผลิตโดยตรง และใช้เรดิโอมิเตอร์ตรวจวัดค่าความเข้มของรังสี UVC ที่มีความยาวคลื่น 253.7 (254) nm ณ บริเวณมุมของแผงคอยล์เย็น โดยมีความเข้มรังสี ไม่ต่ำกว่า 1,000  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

## 5. การรับประกันต้องมีเอกสารยืนยันจากตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต

5.1 หลอด UVC ใช้งานได้เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 1 ปี ในกรณีเปิดใช้งานตลอด

5.2 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องรับประกันอายุการใช้งาน 3 ปี

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

### หมวดที่ 3 เครื่องปรับอากาศแบบ VRV

#### 1. ข้อกำหนดทั่วไป

##### 1.1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหา และติดตั้งระบบปรับอากาศ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบและวัสดุ ปลีกย่อยที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด ทั้งนี้ตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมด ที่นำมา ติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศให้ใช้งานได้สมบูรณ์ ถูกต้องตามความประสงค์ของแบบและโครงการ

##### 1.2. คุณสมบัติของผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศและผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ

- ผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศ จะต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรง จาก บริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายหลักของเครื่องปรับอากาศ และต้องไม่เคยมีรายชื่อในรายนาม บริษัทที่ทำงานราชการ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบปรับอากาศรวมทั้งระบบไฟฟ้าของระบบปรับอากาศโดยช่างผู้ชำนาญ เป็นผู้ควบคุมการติดตั้ง อีกทั้งระบบปรับอากาศและผลิตภัณฑ์ เครื่องปรับอากาศที่เสนอใช้ในโครงการจะต้องเป็นยี่ห้อที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และคิดเป็นจำนวนตันความเย็นไม่น้อยกว่า 3,000 ตันความเย็น
- ผู้รับจ้างต้องมีความเข้าใจในมาตรฐานการติดตั้งระบบปรับอากาศ VRV ที่ถูกต้อง โดยต้องผ่านการฝึกอบรมจากบริษัทผู้ผลิตระบบปรับอากาศ VRV และมีจดหมายรับรองยืนยันการผ่านการฝึกอบรม

##### 1.3. การดำเนินงาน

ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิศวกรเครื่องกล ซึ่งเป็นบุคลากรของบริษัทเอง มาทำการควบคุมการติดตั้ง หรือ ว่าจ้างผู้ที่มีความชำนาญการติดตั้งมาควบคุมการติดตั้ง ตามแบบแปลนที่ได้รับการอนุมัติเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้งานทุกอย่างมาขออนุมัติการใช้งาน จากวิศวกรผู้ออกแบบก่อน ทำการติดตั้ง

##### 1.4. การรับประกันและการบำรุงรักษา

- ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันระบบปรับอากาศทั้งระบบ ที่ทำการติดตั้งเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี นับจากวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยระบบปรับอากาศจะต้องทำงานได้ถูกต้องทุกประการ
- ในช่วงเวลาการรับประกันนี้ หากระบบปรับอากาศมีข้อขัดข้อง ทางผู้ว่าจ้าง จะต้องแจ้งรายการ ข้อขัดข้องอย่างละเอียด ต่อผู้รับจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร และผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างเข้าตรวจสอบ ภายใน 3 วันทำการ เมื่อได้รับเอกสารจากทางผู้ว่าจ้าง

#### 2. รายละเอียดเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศเป็นระบบแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต 1 ชุด สามารถต่อกับเครื่องเป่าลมเย็นได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น R-410A และสามารถควบคุมได้จากระบบ ควบคุมกลาง (Central Control Unit) โดยคอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) และเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทยหรือญี่ปุ่น ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น และต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน และโรงงานของผู้ผลิตจะต้องได้รับมาตรฐาน ได้แก่ ISO 14001, ISO 9001 เป็นต้น

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในโครงการจะต้องมีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบและมีรายละเอียดข้อกำหนดของตัวเครื่องปรับอากาศ ดังต่อไปนี้

2.1. คอนเดนซิ่งยูนิต ( CONDENSING UNIT ) ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยทั้งหมดมาจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย ,ยุโรปหรือญี่ปุ่น โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนโครงภายนอก ( CASING , CARBINET ) ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบอบ/สี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน
- คอนเดนซิ่งยูนิตสามารถทำงานเป็นโมดูลเดี่ยวๆได้หรือจะประกอบกันเป็น SYSTEM ก็ได้โดยควรประกอบได้สูงสุด 3 โมดูลรวมเป็น 1 system กรณีที่ประกอบด้วย 2 โมดูล หรือ 3 โมดูล หากมี 1 โมดูลเสีย โมดูลที่เหลือสามารถจ่ายความเย็นให้ทั้งระบบได้โดยผู้ใช้ งานสามารถเปิดเองได้ด้วย Remote Control ปกติ โดยยี่ห้อของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการนี้ จะต้องยี่ห้อที่มีประสิทธิภาพในการใช้ชุด INVERTER เป็นตัวควบคุมการปรับเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็น ซึ่งถูกติดตั้งและใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 7 ปี
- คอมเพรสเซอร์ ( COMPRESSOR ) เป็นแบบกันหอย, มอเตอร์หุ้มปิด ( HERMETIC SCROLL TYPE ) ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์
- คอยล์ร้อนต้องมีความสามารถในการควบคุมและปรับเปลี่ยนอุณหภูมิของสารทำความเย็น (VRT-Variable Refrigerant Temperature) และสามารถเลือกปรับรูปแบบการทำงานให้เป็นแบบเน้นการประหยัดพลังงานหรือแบบเร่งความเร็วในการทำทำความเย็นได้ อีกทั้งระบบต้องสามารถคำนวณและปรับแรงลมของเครื่องส่งลมเย็นได้อย่างอัตโนมัติใน Mode Auto เพื่อการประหยัดพลังงาน
- คอยล์ของคอนเดนเซอร์ ( CONDENSER COIL ) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมที่เคลือบสาร PE ป้องกันการกัดกร่อนซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต
- พัดลมของคอนเดนเซอร์ เป็นแบบใบพัดแฉก ( PROPELLER ) ได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงป้องกันอุบัติเหตุ
- มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองลิ้น แบบตลับลูกปืน หรือแบบปลอก ที่มีการหล่อลื่นระยะยาว และสามารถสร้างแรงดันลม (External Static Pressure) ได้สูงสุด 78.4 Pa
- ระบบควบคุม แผงควบคุม (PC BOARD) จะต้องมีการเคลือบป้องกันฝุ่นและความชื้น อีกทั้งต้องมีการระบายความร้อนของแผงควบคุมด้วยสารทำความเย็น นอกจากนี้จะต้องมีตัวป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ ( HIGH PRESSURE CUT OUT ) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม
- ระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ø / 50 Hz
- คอนเดนซิ่งยูนิต จะต้อง มี AUTOMATIC TEST OPERATION เพื่อตรวจสอบการเดินสายระหว่าง

CONDENSING UNIT และ FAN COIL UNIT, ระยะท่อ และสถานะของ STOP VALVE

**\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

- คอนเดนซิ่งยูนิต จะต้องมียระบบ Auto Charge น้ำยาอัดโนมิติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน
- 2.2. เครื่องส่งลมเย็น ( FAN COIL UNIT ) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย หรือ ญี่ปุ่น และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อหุ้มด้วยคอนเดนซิ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้
- ส่วนโครงภายนอก เป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสีหรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในบริเวณที่จำเป็นให้บุด้วยฉนวนยางหรือฟองน้ำหรือวัสดุเทียบเท่า มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวในการใช้งานปกติ จะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง
  - คอยล์เย็น (EVAPORATOR COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
  - อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์อิเล็กทรอนิกส์แบบชั้นวาล์ว (ELECTRONIC EXPANSION VALVE)
  - คอยล์เย็นชนิดฝังในฝ้าเพดานรอบทิศทาง (Cassette Type Round Flow) ต้องเป็นแบบรอบทิศทาง สามารถปรับแรงลมได้ 3 ระดับ ถาดน้ำทิ้งต้องมีแบคทีเรีย Silver Ions เพื่อป้องกันแบคทีเรียและเมือกต่างๆที่ บำน้ำทิ้งต้องสามารถยกขึ้นสูงสุดได้ 850 mm
  - คอยล์เย็นชนิดแขวนต่อท่อลม (Ceiling Conceal Type) ขนาดต่ำกว่า 54,000 BTU สามารถปรับแรงลมได้ 3 ระดับถาดน้ำทิ้งต้องมีการเคลือบสารป้องกันแบคทีเรีย Silver Ions เพื่อป้องกันแบคทีเรียและเมือกต่างๆที่ บำน้ำทิ้งต้องสามารถยกขึ้นสูงสุดได้ 700 mm
  - ระบบควบคุม มีสวิตช์ เปิด ปิด เครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งสวิตช์เทอร์โมสแตต อยู่ที่เครื่อง หรือเป็นแบบตั้งแยก (REMOTE TYPE) ที่ต่อสายส่งสัญญาณควบคุมการทำงาน ระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับชุดควบคุมการทำงาน (CONTROLLER) เป็นแบบ NON POLARITY ด้วยสาย 2 แกน
  - แผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียม , โยสังเคราะห์ หรือ RESIN NET ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
  - ระบบไฟฟ้า 220 V / 1 Ø / 50 Hz

2.3 การควบคุมระบบปรับอากาศรีโมทคอนโทรลแบบมีสายจะเชื่อมต่อกับเครื่องส่งลมเย็นแต่ละตัวในระบบแอร์แบบปรับน้ำยาอัดโนมิติ สามารถควบคุมการเปิด ปิดของเครื่องส่งลมเย็นได้ และปรับแรงลมได้ โดยแสดงผลทางหน้าจอ LCD เติ้นซึ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

สำหรับอุปกรณ์ควบคุมการทำงานส่วนกลาง (Central Controller) เป็นแบบ Touch Screen ซึ่งสามารถ Load แบบ (Floor Plan) ลงไปในตัวเครื่องได้ เพื่อความสะดวกในการควบคุมการทำงานและแจ้งสถานะของเครื่องส่งลมเย็น สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องส่งลมเย็นได้อย่างน้อย 64 ตัวหรือมากกว่า โดยเพิ่ม ADAPTOR สามารถควบคุม เปิด ปิดแบบตัวต่อตัวได้ สามารถทำการตั้งเวลาการทำงานควบคุมอุณหภูมิ, สามารถควบคุมการเปิด ปิดผ่านอินเตอร์เน็ตได้, สามารถต่อกับอุปกรณ์เสริมเพื่อแจ้งเตือนความผิดปกติไปยัง Supplier (Air Net) ในกรณีที่เครื่องเริ่มมีปัญหา

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

### 3. ท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์

#### 3.1 ท่อสารทำความเย็น ให้ใช้ท่อทองแดงดังตารางต่อไปนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	ชนิดของท่อทองแดง
6.4 มม. หรือ 1/4"	O1 or 1/2 H
9.5 มม. หรือ 3/8"	O1 or 1/2 H
12.7 มม. หรือ 1/2"	O1 or 1/2 H
15.9 มม. หรือ 5/8"	O2 or 1/2 H
19.1 มม. หรือ 3/4"	1/2 H
22.2 มม. หรือ 7/8"	1/2 H
25.4 มม. หรือ 1"	1/2 H
28.6 มม. หรือ 1 1/8"	1/2 H
31.8 มม. หรือ 1 1/4"	1/2 H
34.9 มม. หรือ 1 3/8"	1/2 H
38.1 มม. หรือ 1 1/2"	1/2 H
41.3 มม. หรือ 1 5/8"	1/2 H

#### หมายเหตุ

O1 = Soft Drawn (ท่อม้วน) ความหนาขั้นต่ำ 0.80 มม.

O2 = Soft Drawn (ท่อม้วน) ความหนาขั้นต่ำ 0.99 มม.

1/2 H = Hard Drawn (ท่อตรง) Type L

3.2 ข้อต่อทองแดงสามทางสำหรับแยกสารทำความเย็น ให้ใช้ Refnet Joint ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายตัว Y ซึ่งสามารถแบ่งจ่ายสารทำความเย็นได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่อนุญาตให้ใช้ข้อต่อสามทางรูปตัว T ซึ่งการแบ่งจ่ายสารทำความเย็นอาจจะไม่สม่ำเสมอ

3.3 ท่อสารทำความเย็น ให้หุ้มรอบด้วย FLEXIBLE CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION ชนิดไม่ลามไฟ ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

3.4 ท่อน้ำทิ้งขนาดไม่เล็กกว่า 20 มม. เป็นท่อพี.วี.ซี ชั้น 8.5 ตาม มอก.17 ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศให้หุ้มด้วยฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 9.5 มม.

3.5 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคาร หรือตามแนวในแบบ ในส่วนที่ผ่านคาน กำแพง หรือพื้น จะต้องมีการวางปลอก (SLEEVE) ถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคาร จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุยาง หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย และท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคง ระบบการทำงานของคอนเดนส์ยูนิทและเครื่องส่งลมเย็นจะต้องสามารถทำให้น้ำมันหล่อลื่นกลับไปที่คอมเพรสเซอร์ได้โดยไม่เกิดปัญหาต่อระบบโดยไม่ต้องติดตั้ง OIL TRAP ที่ท่อสารทำความเย็น

**\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**



ท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดพอเหมาะคือ ให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิควบแน่นเปลี่ยนไปเกินกว่า  $1 - 2^{\circ}\text{C}$  หรือมีขนาดตามที่กำหนดในแบบ ผู้ติดตั้งไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Sight Glass เพื่อตรวจสอบความชื้นและสารความเย็นในระบบแต่ผู้ติดตั้งจำเป็นต้องทำการเชื่อม ทดสอบรั่ว และทำสุญญากาศในระบบท่ออย่างถูกต้อง ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในข้อ 3.8 , 3.9 , 3.10

- 3.6 ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ ( SUPPORT, HANGER ) ทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร โดยให้เรียงท่อ Gas และท่อ Liquid คนละระดับตามแนวตั้ง เพราะเมื่อถึงจุดที่ติดตั้ง Refnet Joint ท่อที่แยกออกไปของท่อ Gas และท่อ Liquid จะอยู่คนละระดับ จึงไม่จำเป็นต้องยกท่อเส้นหนึ่งเพื่อหลบท่ออีกเส้นหนึ่ง ซึ่งปกติการยกท่อหลบนี้จะต้องใช้ข้องอ 4 ตัว และเชื่อม 8 รอย การจัดเรียงท่อตามแนวตั้งจึงช่วยลดรอยเชื่อมได้ถึง 8 รอย ภาพต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการติดตั้งดังกล่าวโดยรวมท่อน้ำทิ้งไว้ด้วยโดยใช้ Hanger เพียงตัวเดียว เจาะรูยึดเข้ากับเพดานเพียงจุดเดียว โดยระดับของท่อน้ำทิ้งสามารถปรับได้เพื่อให้มีความลาดเอียง

กรณีที่ระดับเนื้อที่บนฝ้ามีไม่เพียงพอ ให้แยกท่อน้ำทิ้งออกแล้วใช้ Hanger ต่างหาก ถ้าระดับเนื้อที่บนฝ้ายังคงไม่พอสำหรับการจัดเรียงท่อ Gas กับ ท่อ Liquid ให้อยู่คนละระดับ จึงให้จัดเรียงท่อทั้งหมดในระดับเดียวกันได้

การยึดท่อเข้ากับ Support หรือ Hanger แยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

- 3.6.1 ท่อแนวนอน – ให้ใช้ท่อ พี.วี.ซี. ฝาครึ่งตามยาว หรือ แผ่นหลักอาบสังกะสีไม่บางกว่าเบอร์ 22 B.W.G. ยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม. ประกับ แล้วรัดด้วย Clamp

สำหรับบริเวณที่ Support หรือ Hanger อยู่ใกล้กับท่อแนวดิ่ง และมีน้ำหนักกดทับจากท่อแนวดิ่งมากจนฉนวนมีการยุบตัวมาก ให้ใช้ฉนวนสำหรับรับน้ำหนักโดยเฉพาะ (Insulation Pipe Support ) แทนฉนวนปกติ เพื่อมิให้ฉนวนมีการยุบตัว

- 3.6.2 ท่อแนวดิ่ง – ให้ใช้ฉนวนสำหรับรับน้ำหนักโดยเฉพาะ (Insulation Pipe Support) แล้วจึงรัดด้วย Clamp เข้ากับ Support เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักในแนวดิ่งได้ ป้องกันมิให้ท่อในแนวดิ่งเกิดการเลื่อนไถลลงซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบท่อได้

- 3.7 ในการติดตั้งท่อสารทำความเย็น ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังมิให้สิ่งสกปรกฝุ่นผงเข้าไปในท่อโดยใช้วัสดุที่เหมาะสมปิดปลายท่อไว้ ถ้าการปิดปลายท่อใช้วิธีหุ้มด้วยพลาสติกแล้วพันด้วยกระดาษขาว หรือ เทปพันสายไฟ หรือวัสดุที่มีความเหนียว ให้พันในระยะที่ห่างจากปลายท่ออย่างน้อย 3" มิเช่นนั้นเวลาเชื่อมปลายท่อ รอยเชื่อมอาจจะไม่ดีอันเกิดจากคราบขาวที่ติดอยู่ที่ผิวท่อ

ถ้าหากสิ่งสกปรกฝุ่นผงได้เข้าไปแล้วให้ทำความสะอาดภายในท่อโดยใช้ฟองน้ำชุบน้ำยา R141B เช็ดภายในท่อทองแดงหลายๆครั้ง โดยในแต่ละครั้งให้เปลี่ยนฟองน้ำโดยใช้ฟองน้ำที่สะอาด จนกว่าฟองน้ำที่เช็ดแล้วจะไม่มีคราบสกปรกติดออกมา

- 3.8 ในการเชื่อมท่อทองแดงให้ผ่านก๊าซไนโตรเจนภายในท่อตลอดเวลาขณะเชื่อมเพื่อป้องกันมิให้เกิดเขม่าออกไซด์ของทองแดงขึ้นภายในท่อซึ่งจะเป็นฝุ่นผงที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ภายในต่อไปในอนาคตได้

- 3.9 ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปภายในท่อ ใช้ Regulator ปรับให้มีความดันตามลำดับ ดังนี้

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**



ขั้นที่ 1 ความดันไม่ต่ำกว่า 42 PSI หรือ 3 kgf/cm<sup>2</sup> เป็นเวลาอย่างน้อย 3 นาที

ขั้นที่ 2 ความดันไม่ต่ำกว่า 213 PSI หรือ 15 kgf/cm<sup>2</sup> เป็นเวลาอย่างน้อย 3 นาที

ขั้นที่ 3 ความดันไม่ต่ำกว่า 540 PSI หรือ 38 kgf/cm<sup>2</sup> เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชม.

ให้บันทึกอุณหภูมิบรรยากาศก่อนและหลังทดสอบไว้ด้วย เนื่องจากความดันภายในท่อจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิบรรยากาศที่เปลี่ยนไปในอัตราประมาณ 1 kgf/cm<sup>2</sup> ต่อ 0.1 °C

3.10 หลังจากทดสอบหารอยรั่วแล้วไม่พบว่ามีรอยรั่ว ให้ทำการดูความชื้นออกจากภายในท่อโดยทำให้

เป็นสุญญากาศด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ ( VACUUM PUMP ) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำสุญญากาศ จนมีความดัน -755 mmHg หรือ -1 kgf/cm<sup>2</sup> ทำต่อให้ครบ 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 2 ถัดก๊าซไนโตรเจนจนมีความดัน 0.05 MPa หรือ 0.51 kgf/cm<sup>2</sup>

ขั้นที่ 3 ทำสุญญากาศอีกครั้ง จนมีความดัน -755 mmHg หรือ -1 kgf/cm<sup>2</sup> หลังจากนั้นรักษาความดันที่ระดับนี้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

ขั้นที่ 4 เติมสารความเย็นเข้าไปในระบบท่อ

#### 4. การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ (VRV)

4.1 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบสำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสม และความเห็นชอบของผู้คุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อน ให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้พ่นสีกันสนิม และพ่นสีภายนอกอีกชั้นหนึ่งเรียบร้อยแล้วจากโรงงาน

4.2 การติดตั้งสวิทช์เปิด-ปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ให้ติดตั้งจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้คุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง

4.3 การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี Vibration Isolators รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังน้อยที่สุด

4.4 การติดตั้งเครื่องระบายความร้อน ต้องติดตั้งอยู่บนโครงสร้างเหล็กที่แข็งแรง และต้องจัดให้มี Spring Isolator สำหรับเครื่องที่มีขนาด

#### 5. ระบบท่อน้ำยา (Refrigerant Piping System)

ระบบท่อน้ำยาใช้ท่อทองแดง (Copper Tube Hard Drawn Type M) ท่อ Suction หุ้มฉนวน Closed Cell Foam Plastic หนาไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกันโดยมี Clamp รััดทุกๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรััด Clamp

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนาน หรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่ง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยา และท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ทำฝาครอบ หรือก่ออิฐ ช่อที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วย เหล็กตัว C ขนาด 75 มม. x 40 มม. x 5 มม. โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้

ท่อน้ำยา จะต้องใหญ่พอที่จะไม่ทำให้เกิดความดันลดมากเกินไป ซึ่งจะทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานเกินกำลัง และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ

ท่อน้ำยา จะต้องตรวจสอบเพื่อหารอยรั่ว โดยใช้ความดัน 1.5 เท่าของความดันทำงาน (Working Pressure)

ถ้า Condensing Unit ติดตั้งอยู่เหนือ Fan Coil Unit ท่อด้านดูดจะต้องมีอุปกรณ์ดักน้ำยาเพื่อป้องกันน้ำยาเหลวไหลย้อนเข้าสู่คอมเพรสเซอร์

## 6 ระบบควบคุม (Control System)

- 6.1 เครื่องปรับอากาศทุกตัวให้เปิด-ปิด โดยใช้แบบ Push Button Switch พร้อมด้วยหลอดสัญญาณ (Pilot Lamp) ชนิด Neon Type แต่ละหลอดเพื่อแสดงเมื่อมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นทำงานและเครื่องระบายความร้อนทำงานตามลำดับ
- 6.2 ระบบควบคุมใช้ระบบไฟฟ้า 24 โวลต์ รายละเอียดเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ กำหนดเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) จะต้องมีส่วนที่ตั้งอุณหภูมิซึ่งล๊อคได้พร้อมกับ Thermometer แสดงอุณหภูมิอยู่ในตัวเครื่องเดียวกัน ติดตั้งตามจุดที่กำหนดระบบปรับอากาศ ต้องมีระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (Interlocking System) ระหว่างเครื่องระบายความร้อน และเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องระบายความร้อนทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็นในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย

## 7. ท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Piping)

- 7.1 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้ท่อ PVC Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2524 อุปกรณ์ข้อต่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนา ตามประเภทท่อที่ใช้และใช้น้ำยาต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 7.2 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี Trap และลาดเอียงไปทางปลายทางไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 100
- 7.3 ท่อน้ำทิ้งซึ่งติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อน้ำทิ้งซึ่งติดตั้งในส่วนอื่น ซึ่งไม่ใช่บริเวณปรับอากาศ ให้หุ้มฉนวนเฉพาะท่อในแนวระดับ (แนวนอน) ฉนวนที่ใช้ให้ใช้ชนิดเดียวกับฉนวนท่อน้ำยา โดยมีความหนาของฉนวนไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

## 8. พัดลม (Ventilating or Exhaust Fan)

### 8.1 พัดลมแบบหอยโข่ง (Centrifugal Fan)

ระบบระบายอากาศจะต้องยึดถือตามมาตรฐานของ AMCA โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 8.1.1 Housing ทำด้วยเหล็กกล้า สามารถถอดออกเป็นส่วนๆ ได้ เพื่อสะดวกในการติดตั้งผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานของโรงงาน
- 8.1.2 Wheel เป็น Single Width, Single Inlet, Forward Curved Blades หรือ Backward Curved Blades ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐาน ต้องได้สมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic
- 8.1.3 Shaft ทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่รอบความเร็วไม่ต่ำกว่า 2 เท่าของความเร็วที่ใช้งาน
- 8.1.4 Bearing เป็นแบบ Self-Aligning Ball Bearing การจัดการบีตต้องทำได้ง่าย
- 8.1.5 Motor เป็นแบบ Induction Squirrel Cage Totally Enclosed Fan Cooled ระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 ไซเคิล ทดสอบโดยสายพานรูปตัววี Pulley เป็นแบบ Variable Pitch Diameter และจะต้องมี Belt Guard ด้วย
- 8.1.6 พัดลมจะต้องมีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบ และต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ
- 8.1.7 พัดลมแบบตั้งพื้นจะต้องติดตั้งอยู่บน Anti-Vibration Fan Base
- 8.1.8 พัดลมแบบแขวนจะต้องมี Spring Vibration Isolators ติดตั้งที่ Hanger Rods

### 8.2 พัดลมแบบ Propeller

- 8.2.1 พัดลม มอเตอร์ และที่กำบังลม จะต้องยึดติดบนโครงโลหะที่มั่นคงแข็งแรง ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานของโรงงาน
- 8.2.2 พัดลมทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียม หรือวัสดุอื่น และจะต้องได้สมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic พร้อมมี Wire Guard ป้องกันอันตราย
- 8.2.3 พัดลมเป็นแบบขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์
- 8.2.4 พัดลมจะต้องมีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดในแบบ

### 8.3 พัดลมระบายอากาศแบบติดเพดาน (Ceiling Mounted)

- 8.3.1 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper
- 8.3.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ หน้ากากพัดลม (Inter Grille) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็ก
- 8.3.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย
- 8.3.4 การปิด-เปิดพัดลมเป็นแบบสวิตช์

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

---

**หมวดที่ 4 ระบบส่งลมและอุปกรณ์ AIR DISTRIBUTION AND ACCESSORIES**

---

**1. ความต้องการทั่วไป**

ท่อดมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีมีความหนา วิธีการประกอบ และการติดตั้งตามที่จะระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียด จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE STANDARD ให้ตรวจสอบขนาดและแนวทางการเดินท่อดม ให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้งข้อบังคับต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อ ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Miter Bend) มี Turning Vane ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ ข้อบังคับของท่อดมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้ ท่อดมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่ที่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อดม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ ท่อดมที่ทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมียูบ (Duct Sleeve) ทำด้วยไม้เนื้อแข็งหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน ท่อดมที่ไม่ได้หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตา ต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีบังกันการผุกร่อนและรหัสสี ท่อดมที่ต่อกับพัดลมและเครื่องปรับอากาศแบบ Split System ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Polyester Fabric ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) ในกรณีที่จะระบุให้ใช้ท่อดมกลมอ่อน (Round Flexible Duct) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลม ความยาวของท่อดมกลมอ่อนที่ใช้ต่อจะต้องมีความยาวไม่เกิน 3.0 เมตร (10 ฟุต) รอยต่อท่อดมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวด้วยวัสดุทนไฟภายนอก และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนผ้า เพื่อการตรวจสอบและบริการท่อดม ท่อน้ำเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำผ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิด ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Revet) ที่ใช้กับงานท่อดม จะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## 2. การแขวนยัดท่อ

- 2.1 การแขวนท่อลม ให้ใช้ขนาดของ Steel Rod และเหล็กฉากตามในแบบที่กำหนดในแบบ การรองรับท่อลมที่เกินตามแนวนอน และมีขนาดเล็กกว่า 54 นิ้ว จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 8 ฟุต ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก 4 ฟุต ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมาต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอ ส่วนปลายของ Steel Rod ให้ทำเกลียวสำหรับใส่ Nut โดยตรง หำนำ Bolt มาเชื่อมต่อปลาย Rod อีกทีหนึ่ง
- 2.2 ขนาดของเหล็กแขวนและเหล็กฉากรองรับ จะต้องเปลี่ยนไปตามขนาดของท่อตามมาตรฐาน ASHRAE และยึดติดแน่นกับพื้นคอนกรีต โดยใช้ Steel หรือ Brass Expansion Shield
- 2.3 ที่แขวนท่อจะต้องเป็นชนิดปรับระยะได้

## 3. Damper

- 3.1 Splitter Dampers จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังที่ระบุในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เกจหนากว่าท่อลมช่วงนี้อีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือชุบสังกะสี (Push Rod) สำหรับปรับตำแหน่งใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
- 3.2 Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Interlocking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียึดปลายด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถึงสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ, Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade ชนิด Gang Operate

## 4. วัสดุท่อลม

- 4.1 ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลม หรือท่อลมรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี ปริมาณสังกะสีที่อบไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อตารางเมตร (0.60 ปอนด์ต่อตารางฟุต) รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และสีทาภายนอก
- 4.2 ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุให้ใช้ตามขนาดเบอร์เกจ (Gauge Number) จะหมายถึง Bwg. ผู้รับจ้างสามารถเลือกใช้แผ่นสังกะสีตามมาตรฐานอื่นได้ แต่จะต้องเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าเบอร์ Bwg. เกจที่ระบุให้ใช้

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างนํ้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

Largest DimensionBwg.Gauge

12" and less

No.26 (0.45 mm.)

13" to 30"

No.24 (0.55 mm.)

31" to 54"

No.22 (0.70 mm.)

55" to 84"

No.20 (0.90 mm.)

85" to above

No.18 (1.20 mm.)

- 4.3 ท่อลมแบบกลมชนิด Flexible Duct จะต้องทำด้วยวัสดุอะลูมิเนียมยึดโดยวิธีทางกลแบบ Triple Lock Seam ประกอบสำเร็จรูปพร้อมหุ้มฉนวน Fiberglass with Vapour Barrier หนาอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ความหนาแน่น 16 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (1 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) จากโรงงานผู้ผลิต

ท่อลมกลมสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 KPA (20"WG) และทนความร้อนได้ถึง 130 องศาเซลเซียส (266 องศาฟาเรนไฮต์)

ขนาดของท่อลมแบบกลม หากไม่ได้ระบุในแบบให้ใช้ขนาดดังนี้

ปริมาณลม (CFM.)	ขนาดท่อลม (นิ้ว)
0-50	4
50-100	5
101-150	6
151-300	8
301-500	10
501-700	12

## 5. หน้ากากลม

- 5.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกตัวต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีก เพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน
- 5.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้ควบคุมงานกำหนดในภายหลัง
- 5.3 หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะแบบกลมหรือแบบสี่เหลี่ยม จ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทาง ตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลม สามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

- 5.4 หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวนอนส่วนด้านหลังติดในแนวตั้ง
- 5.5 หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ลักษณะเหมือนกับ Supply Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 5.6 หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser ทำด้วย Extruded Aluminum มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องตามที่ระบุในแบบ ช่องจ่ายลมแต่ละช่องขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- 5.7 หน้ากากลมกลับ (Return Air Grille) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา
- 5.8 หน้ากากลมกลับบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับถ้าติดตั้งทั้งสองด้านผนัง และต่อลมต่อเชื่อมหน้ากากลมทั้งสอง
- 5.9 หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลงติดตั้งด้านหลัง หน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 5.10 หน้ากากลมระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับหน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุด ต้องมี Opposed Blade Volume Damper ด้วย

## 6. ฉนวนหุ้มท่อลม (Duct Insulation)

### 6.1 ความต้องการทั่วไป

#### 6.1.1 ขอบเขตของงาน

ให้ขอบเขตของฉนวนที่ใช้ในการหุ้มท่อน้ำเย็น ท่อลม และอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศ

#### 6.1.2 นิยาม

ท่อน้ำเย็น และท่อลม หมายถึง ท่อน้ำ หรือท่อลม หรือพื้นผิวใดที่มีอุณหภูมิเมื่อเดินเครื่องที่อุณหภูมิต่ำกว่า 16 °C

#### 6.1.3 ผลการทดสอบ คือ ผลการทดสอบคุณสมบัติโดยหน่วยงาน หรือ บุคคลที่สาม ที่สามารถอ้างอิงถึงมาตรฐานการทดสอบคุณภาพฉนวน

#### 6.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal conductivity, K factor) หมายถึง ปริมาณความร้อนในหน่วย วัตต์ หรือ บีทียู ที่มีการถ่ายเทผ่านวัสดุเนื้อเดียวกันตลอดหน้ากว้าง 1 m<sup>2</sup> (1 ft<sup>2</sup>) หนา 1 m (1 inch) เมื่ออุณหภูมิที่แตกต่างของวัสดุด้านที่ต่างกันอยู่ที่ 1 °C (1°F) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง hr.

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

6.1.5 วิธีการติดตั้งแบบอัดแน่น (Compression Fit Method) คือ การติดฉนวน เพื่อให้เกิดการยึดหรือ หด ของฉนวนยางแผ่น โดยการไม่ทากาวที่ปลายแผ่นฉนวนประมาณ 5mm ที่วางต่อกัน จับฉนวนให้ขอบเหลื่อมกันประมาณ 5 mm อัดปลายฉนวนทั้งสองด้านเข้าหากัน เพื่อให้ฉนวนเกิดการอัดแน่นในระหว่างการติดตั้งฉนวนแผ่น จากนั้นจึงทากาวทาฉนวนที่ขอบทั้งสองด้าน

6.1.6 การตรวจสอบคุณภาพ

- ฉนวนที่นำมาใช้ต้องไม่มีการฉีกขาด แตกหัก และสภาพสินค้าอยู่วัสดุหีบห่อเรียบร้อย ไม่ฉีกขาดจากโรงงาน เก็บฉนวนในที่สะอาด แห้ง ในร่ม เพื่อป้องกันความชื้นสะสมจากภายนอก และรังสียูวี
- ฉนวนที่นำมาติดตั้ง ต้องมีการทำความสะอาดพื้นผิว รวมไปถึงพื้นผิวของวัสดุที่จะติดตั้งควรแห้ง ไม่มีฝุ่นหรือ คราบน้ำมัน หรือวัสดุปลอมปนอื่นๆ

6.2 คุณสมบัติวัสดุฉนวน

ฉนวนที่ใช้หุ้มท่อน้ำเย็นต้องเป็นฉนวนยางชนิดเซลล์ปิด (Closed Cell Insulation) ยึดหยุ่นได้ ทำจากวัสดุ ยางประเภท EPDM ซึ่งมีค่าทางเทคนิค ดังนี้



คุณสมบัติ	คุณสมบัติ (มาตรฐาน)
โครงสร้างของเซลล์ (Cell structure)	EPDM
ชนิดวัสดุ (Material Type)	synthetic rubber(ASTM C534)
อุณหภูมิการใช้งาน (Temperature service)	ต่ำสุด - 57° C to สูงสุด +125 °C
ความหนาแน่น (Density)	48-80 kg/m3 (ASTM D1667)
ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน	<0.25Btu-in/hr-F <sup>2</sup> atmean temperature 75°F
(Thermal conductivity)	<0.036W/m.K at mean temperature 24 °C (ASTM C177)
ค่าการแทรกซึมความชื้นของวัสดุ (Water Vapor Permeability)  หรือค่าต้านทานไอน้ำซึมผ่าน	< 0.017 perm-inch or <0.15x10 <sup>-15</sup> Kg/(m.s.Pa) ASTM E96 7000 ตามมาตรฐานการคำนวณ DIN 52615
ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	< 1.1 %
การป้องกันก๊าซโอโซน (Ozone resistance)	ไม่แตก เมื่อสัมผัสกับโอโซน No Crack
คุณสมบัติของวัสดุเกี่ยวกับการลามไฟ	Self extinguishing (ASTM D635)
(Fire Performance)	Self extinguishing (UL 94 Class V0)

#### กาว และสีทาฉนวน (Adhesive and Finishing)

- ควรใช้กาวที่ไม่ทำลายผิวฉนวน และสามารถติดฉนวนได้แน่น เมื่อติดตั้งต่อ ฉนวนควรฉีกขาดจากกัน สีทาฉนวนไม่ควรทำลายผิวฉนวน หรือทำให้ฉนวนเกิดการหลุดตัว

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

## 6.3 การติดตั้งฉนวน (Installation)

ขนาดความหนาของฉนวนหุ้มท่อในสภาพอากาศต่างๆ

อุณหภูมิห้อง (°C)	+30 °C			+35°C		
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	80	85	90	80	85	90
อุณหภูมิท่อน้ำหรือท่อลม ที่ 15 °C						
ท่อขนาด ต่ำกว่า 35 mm.	13	19	25	13	19	32
ท่อขนาด 42-60 mm.	13	19	25	19	19	32
ท่อขนาด 67-140 mm.	13	19	25	19	25	38
ท่อขนาดใหญ่กว่า 140 mm.	13	19	32	19	25	38
อุณหภูมิท่อน้ำหรือท่อลม ที่ 10 °C						
ท่อขนาด ต่ำกว่า 35 mm.	19	25	32	19	25	38
ท่อขนาด 42 ถึง 60 mm.	19	25	32	19	25	38
ท่อขนาด 67 ถึง 140 mm.	19	25	38	25	25	44
ท่อขนาดใหญ่กว่า 140 mm.	19	32	44	25	32	50
อุณหภูมิท่อน้ำหรือท่อลม ที่ 5 °C						
ท่อขนาด ต่ำกว่า 35 mm.	19	25	32	19	25	38
ท่อขนาด 42 ถึง 60 mm.	19	25	38	25	32	44
ท่อขนาด 67 ถึง 140 mm.	25	25	44	25	32	50
ท่อขนาดใหญ่กว่า 140 mm.	25	32	50	32	38	57
อุณหภูมิท่อน้ำหรือท่อลม ที่ 0 °C						
ท่อขนาด ต่ำกว่า 35 mm.	25	32	38	25	32	44
ท่อขนาด 42 ถึง 60 mm.	25	32	44	32	38	50
ท่อขนาด 67 ถึง 140 mm.	32	38	57	32	38	57
ท่อขนาดใหญ่กว่า 140 mm.	32	38	57	32	44	70

## 6.3.1 ฉนวนในงานท่อลมสี่เหลี่ยม (Rectangular or Square Duct )

- เลือกใช้ฉนวนที่มีคุณสมบัติเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำ
- แนวทางการติดตั้งท่อลมควรให้มีแนวลาดเอียงเล็กน้อย ประมาณ 2°C เพื่อป้องกันน้ำขังในท่อลม
- มีการทำความสะอาดพื้นผิวฉนวนด้วยน้ำมันเช็ด ก่อนที่จะติดตั้งฉนวนเข้ากับท่อลม
- รอยเชื่อมต่อฉนวน ควรใช้วิธีการติดฉนวนแบบอัดแน่นตามนิยามในส่วนที่ 1
- บริเวณรอยต่อฉนวน ควรยาแนวด้วยกาวทาฉนวน และติดด้วยเทปกาวฉนวนทับอีกครั้งหนึ่ง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

- เมื่อมีการติดฉนวนมากกว่าหนึ่งชั้น(multiplayer insulation)ควรหุ้มฉนวนให้ตะเข็บมีการเหลื่อมกัน

### 6.3.2 ฉนวนในงานท่อลมชนิดกลม (Round Duct )

- ใช้ฉนวนยางชนิดเซลล์ปิดตามคุณสมบัติในส่วนที่ 1 ห้ามยืด หรือดึงฉนวน ควรทากาวเพื่อติดฉนวนเข้ากับหนึ่งในสามของส่วนล่างของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลม ในท่อมี่เส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 12" และทากาวทั้งพื้นผิวฉนวนให้ติดกับท่อลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 24"
- รอยเชื่อมต่อฉนวน ควรใช้วิธีการติดฉนวนแบบอัดแน่นตามนิยามในส่วนที่ 1
- เมื่อมีการติดฉนวนมากกว่าหนึ่งชั้น(multiplayer insulation)ควรหุ้มฉนวนให้ตะเข็บมีการเหลื่อมกัน

### 6.3.3 ฉนวนในท่อกลมนอกอาคาร (Exposed Outdoor Duct)

ควรใช้วิธีข้างล่างต่อไปนี้กับงานฉนวนในท่อกลมนอกอาคาร และพึงระวังให้ฉนวนที่ติดตั้งมีความลาดเอียง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดน้ำขังบนผิวฉนวน

แผ่นพอยด์ ผสมพอลิเมอร์ หรือ แผ่นอลูมิเนียมพอยด์ หนาประมาณ 0.005" (5 mil thick) จะช่วยป้องกันรังสียูวี และเพิ่มความทนทานต่อสภาวะต่างๆ ภายนอกอาคาร รอยตะเข็บสามารถใช้กาวทาฉนวนทาติดกับพื้นผิวของฉนวนได้

### 6.3.4 สีทาฉนวน

ทาสีลงบนพื้นผิวที่สะอาด จะสามารถป้องกันอากาศที่เปลี่ยนแปลง และรังสียูวี โดยทาสีชั้นแรก โดยไม่ผสมตัวทำละลายสีให้เจือจาง จากนั้น รอให้แห้งประมาณ สี่ชั่วโมง จึงทาสีชั้นที่สองทับลงอีกครั้งหนึ่ง

### 6.3.5 ฉนวนที่ใช้ทำวัสดุรองรับท่อ (Pipe Support or Pipe hanger)

ทำด้วยวัสดุที่เป็นโฟมแข็งเพื่อรองรับน้ำหนักท่อน้ำ บริเวณรอยต่อระหว่างฉนวนยางหุ้มท่อกับ ตัวรองรับท่อ ควรทำด้วยฉนวนยางชนิดเดียวกัน เพื่อให้ได้รอยต่อที่หนาแน่น และไม่มีไอน้ำแทรกซึมผ่านเข้าไปภายในท่อ และเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

ความหนาแน่นของวัสดุรองรับท่อน้ำ 120-150 กก./ลบ.เมตร (Kg/m<sup>3</sup>)

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของโฟมแข็ง < 0.025 วัตต์ ต่อ เมตร องศาเซลเซียส (W/m.K) ที่ 20 °C

ค่า Compressive Strength ในแนวตั้งฉาก ของโฟมแข็ง > 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (Kg/cm<sup>2</sup>)

ค่า Compressive Strength ในแนวนอน ของโฟมแข็ง > 7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (Kg/cm<sup>2</sup>)

ค่าการไม่ลุกลามไฟของวัสดุ(Fire performance) Class V-O ตาม UL-94

ค่าการดูดซึมน้ำ (Water absorption) < 5% โดยน้ำหนัก

อุณหภูมิต่ำสุด -200°C

อุณหภูมิสูงสุด 100°C

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

## 7. อุปกรณ์ลดเสียง (Sound Absorber)

- 7.1 หากต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงจะต้องมีโครงสร้างตามที่แสดงไว้ในแบบ และรายละเอียดความเร็วลมที่ผ่านอุปกรณ์ลดเสียงต้องไม่เกิน 15 เมตร/วินาที (3,000 ฟุต/นาที)
- 7.2 กล่อง (Casing) ของอุปกรณ์ลดเสียงพับทำขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ขนาดความหนาใช้เบอร์เกจเดียวกันกับท่อลมอยู่ด้วยกัน แต่จะไม่บางกว่า 0.7 มิลลิเมตร
- 7.3 วัสดุดูดกลืนเสียง เป็นวัสดุพวกใยแก้ว หนาไม่ต่ำกว่า 2 นิ้ว ผิวของวัสดุดูดกลืนเสียงที่อยู่ในทางผ่านของลม (Air Flow Passage) จะต้องเคลือบผิวด้วย Neoprene และมีตาข่ายอลูมิเนียม หรือเหล็กชุบสังกะสีเป็นตารางขนาดประมาณ 8 x 8 มม. ปิดทับ

## 8. ฉนวนภายในท่อลม (Duct Liner)

- 8.1 ท่อส่งลมเย็นและลมกลับที่ติดตั้งผ่านห้องหรือโถงที่ไม่มีฝ้า และ/หรือ ใต้ฝ้าตามที่ระบุไว้ในแบบให้ด้วยฉนวนไว้ภายใน พื้นที่หน้าตัดของท่อส่วนที่บุฉนวนภายใน ต้องไม่เล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่หุ้มฉนวนภายนอกที่มีขนาดท่อลมเท่ากัน
- 8.2 ฉนวนทำด้วยไฟเบอร์กลาสอย่างแข็ง (Rigid Board) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ พ้นทับหน้าด้านสัมผัสด้วย Neoprene
- 8.3 ฉนวนต้องยึดแน่นติดกับท่อลมด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ หรือหมุดยึด (Spindle Pin With Spring Washer) ชนิดไม่ติดไฟตามคำแนะนำของผู้ผลิต ช่วงหัว-ท้าย ยึดด้วยกรอบสังกะสีเบอร์เกจเดียวกับท่อลม

## 9. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- 9.1 ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่ปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจะจ่ายลม ต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง 10% ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ
- 9.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 9.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้แยกปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่ปรับตั้งเรียบร้อยแล้วทุกๆ แห่ง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## 10. การทำความสะอาดท่อลม

- 10.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษขนวน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- 10.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในลมท่อ ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่นผง ออกจากท่อลมให้หมด
- 10.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำ ความสะอาดระบบท่อลมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## หมวดที่ 5 พัฒลมระบายอากาศ

### 1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 พัฒลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับงานต่างๆ ตามที่ระบุในแบบและมีความสามารถในการระบายอากาศ ได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
- 1.2 Gravity Shutter ใช้สำหรับพัฒลมระบายอากาศแบบติดผนัง ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ในปิด-เปิดทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้
- 1.3 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 70 dBA (RE  $10^{-12}$  Watts) ที่ Octave Band 2-8 และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Free Blow จะต้องดังไม่เกิน 50 dBA (RE  $10^{-12}$  Watts) ที่ Octave Band 2-8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้ จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้
- 1.4 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ Totally Enclose Fan Cooled (TEFC), Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V/3 Ph/ 50 Hz. หรือ 220 V/1 Ph/50 Hz. มาตรฐาน IEC, Synchronous Speed 1,450 RPM, ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B, Rotor Torque Class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 KW (3/4 HP) และ Rotor Torque Class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่โตกว่าและเท่ากับ 0.55 KW (3/4 HP) , Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP54, Mounting Arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลมขนาดมอเตอร์ (Nameplate KW Rating) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบ Backward Curve หรือ Air Foil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมที่มีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์ จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 20%
- 1.5 สมรรถนะของพัดลมต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบ โดยได้รับการทดสอบและวัดค่าสมรรถนะจากโรงงานผู้ผลิตทำตามมาตรฐาน AMCA Standard 210 And The tified Rating Program ฉบับล่าสุด หรือ DIN Standard และต้องได้รับการรับรองสมรรถนะที่ทดสอบได้จาก AMCA หรือ DIN ด้วยระบบความดังของเสียงต้องเหมาะสมกับการใช้งาน โดยให้แสดง Sound Power Level มาด้วย
- 1.6 ชนิด และประเภทของพัดลมให้ยึดในแบบเป็นหลัก ซึ่งชนิดและประเภทของพัดลมจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

### 2. พัดลมแบบ Centrifugal

- 2.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Lock Seam หรือ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

- 2.2 ใบพัด (Fan Wheel) เป็นแบบ Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ตาม ที่ระบุในแบบ ทำด้วยเหล็กอบสังกะสีหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุด ใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดัน อากาศ ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.3 เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่างๆ จนถึง 2 เท่าของ ความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน
- 2.4 ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self Alignment มีอายุการ ใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life) การอัดจาระบีสามารถทำได้ โดยง่าย ตลับป้อนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือท่อลมปิดมิดชิด ต้องต่ออัดจาระบี (Grease Fitting) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า
- 2.5 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที (2,000 ฟุต ต่อวินาที)
- 2.6 พัดลมชนิด Belt Drive ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับเคลื่อนโดยผ่านชุดสายพาน และมู่เล่ย์ ชนิดปรับรอบได้ มีฝาครอบสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้ โดยไม่ ต้องถอดมอเตอร์ออกและฝาครอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดอันเดียวกับฐานพัดลม
- 2.7 Vibration Isolator ของพัดลมขนาดเล็กชนิด Direct Drive เป็นแบบยาง Acoustic Pad ความหนาไม่ น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ Rubber-In-Shear
- 2.8 Vibration Isolator ของพัดลมขนาดใหญ่ชนิด Belt Drive เป็นแบบสปริงชนิดมี Acoustic Pad รอง และให้ Static Deflection ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต Vibration Isolator
- 2.9 ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาด ภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม
- 2.10 พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลม ต้องต่อด้วยหน้าแปลน (Flange) พร้อมทั้งติดตั้ง Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- 2.11 ปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (Screem) ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ใหญ่กว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

### 3. พัดลมแบบ Propeller

ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธี ป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความ สวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้รูปร่างที่สวยงาม

Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบ โครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

ใบพัดลมต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

#### 4. พัดลมแบบ Ceiling Fan

ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper

พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ

มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งประมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย

การปิด-เปิดพัดลม เป็นแบบสวิทช์ที่มีไฟแสดง

#### 5. พัดลมแบบ Axial Flow Direct Drive

ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

ใบพัดลมเป็นแบบ Mixed Flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต

การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct Drive มอเตอร์มาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต

Vibration Isolator เป็นแบบสปริง

พัดลมส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ต่อด้วย Flexible Duct Connector ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด



## หมวดที่ 6 อุปกรณ์ควบคุม

### 1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ หมายถึง ระบบควบคุมที่ใช้กับระบบการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ (Auto matic Temperature Control) และระบบป้องกันความเสียหายต่อระบบปรับอากาศ รวมไปถึงระบบควบคุมสำหรับพัดลมและระบบอื่นๆ ตามที่กำหนด เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบและรายการ ไม่ว่าในแบบและรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานดังกล่าวไว้หรือไม่ก็ตาม การเลือกอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมที่ติดตั้ง
- 1.2 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ พร้อมทั้งรายการคำนวณ, การเลือกอุปกรณ์, แบบแสดงแนวทางเดิน, ขนาดและลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ มารับความเห็นชอบจากผู้คุมงานก่อนการติดตั้ง
- 1.4 บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรม และมีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบควบคุมเชิงวิศวกรรมผู้ชำนาญงานด้านนี้

### 2. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

- 2.1 เทอร์โมสตัท สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นขนาดใหญ่เป็นแบบ P-I Controller, Low Voltage (24V) (เฉพาะอาคารที่ไม่มีระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ)
- 2.2 เทอร์โมสตัท สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดมากกว่า 5 ตัน เป็นแบบไร้สาย หรือแบบอื่นๆ ที่ระบุในแบบ เป็นชนิด Single stage หรือ Multi stage ตามความจำเป็นของเครื่อง
- 2.3 เทอร์โมสตัท สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นขนาดเล็ก, เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็กไม่เกิน 5 เป็นแบบไร้สาย พร้อมทั้งมีสวิตช์ปรับรอบพัดลม 3 จังหวะ อยู่ในชุดเดียวกัน โดยสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นต้องเป็นชนิด P-I Controller, Low Voltage (24V) (เฉพาะอาคารที่ไม่มีระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ)

### 3. อุปกรณ์ควบคุมเมื่อเกิดเพลิงไหม้

- 3.1 ระบบควบคุมสำหรับเครื่องเป่าลมเย็น (AHU) และพัดลมต่างๆ เครื่องที่มีอัตราการตั้งแต่ 2000-5000 CFM และพัดลมที่ใช้ระบายควันจาก Kitchen Hood ทุกขนาดจะต้องติดตั้ง Firestat ไว้ ณ ทางลมกลับหรือลมส่งของเครื่องแต่ละชุด แล้วแต่กรณี เมื่อเกิดเพลิงไหม้หรืออุณหภูมิของลมสูงกว่า 130 °F ระบบควบคุมจะตัดวงจรควบคุมของเครื่องปรับอากาศออก ทำให้เครื่องหยุดทำงาน และในกรณีต้องการเดินเครื่องใหม่ ต้องใช้มีกอด (Manual Reset) Firestat ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

จาก UL หรือ เทียบเท่า ในกรณีที่มีอาคารนั้นมี Heat Detector อยู่แล้ว ให้เอาสัญญาณจาก Heat Detector มาใช้ควบคุมมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นแทนได้

- 3.2 ระบบควบคุมสำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีอัตราการส่งเกินกว่า 5000 CFM ต้องใช้ Smoke Detector เป็นแบบ Duct (Insert) Type ใช้สำหรับตรวจจับการควบคุมของมอเตอร์เครื่องเป่าลมเย็น หรือของเครื่องปรับอากาศทั้งชุด เมื่อตรวจจับควันที่มากับลมได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจาก U.L. ในกรณีที่มีอาคารนั้นมี Smoke Detector อยู่แล้ว ให้เอาสัญญาณจาก Smoke Detector มาใช้ควบคุมมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นแทนได้

#### 4. วาล์วอัตโนมัติ (Automatic Control Valve)

- 4.1 2-Way, 3-Way Proportional Motorized Control Valve , PICV VALVE ON-OFF Motorized Control Valve ใช้สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นตามทีระบุในแบบวาล์วขนาดตั้งแต่ 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม. (2 นิ้ว) ตัว วาล์วทำด้วยบรอนซ์ ส่วนขนาด 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วยบรอนซ์ หรือเหล็กหล่อต่อแบบหน้าแปลนก้านวาล์วทำด้วยสแตนเลส หน้าวาล์วสามารถถอดออกเปลี่ยนได้ง่าย ลึนวาล์วเป็นแบบ Globe หรือ Plug Pattern พร้อมกับ มี Valve Position Indicator บอกละเอียดการเปิดหรือปิดวาล์ว มอเตอร์จะต้องมี Manual Clutch สามารถเปิดหรือปิดวาล์วด้วยมือ ขณะที่มอเตอร์ใช้งานไม่ได้ วาล์วต้องเป็นแบบ Normally Closed โดยขณะที่ไฟไม่เข้า วาล์วต้องอยู่ในตำแหน่งปิดไม่ให้น้ำไหลผ่านคอยล์เย็น

- 4.2 วาล์วพร้อมอุปกรณ์ทุกชุด ต้องทนอุณหภูมิในช่วง -10 ถึง 60 องศาเซลเซียส และวาล์วทุกตัวจะต้องทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1,360 KPa (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เมื่อวาล์วปิดสนิทขณะผลต่างความดันหน้าและหลังวาล์วเป็น 300 kPa (43 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จะมีย่านน้ำได้ไม่เกิน 10% ของอัตราการไหลที่ใช้งานปกติ (Close Off Rating) การเลือกขนาดให้ใช้ความดันลด (Pressure Drop) ขณะที่อัตราการไหลที่ใช้งานปกติดังนี้:

- วาล์วที่เปิด-ปิดอย่างเดียว (On-Off Valve) ความดันลดไม่เกิน 35 kPa ( 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- วาล์วที่หรี่ได้ (Modulating Valve) ความดันลดอยู่ระหว่าง 35 ถึง 70 kPa (5-10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

- 4.3 สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าของวาล์วที่ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 220 โวลท์ จะต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานโดยมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 95 % โดยสามารถ Overload ได้ไม่น้อยกว่า 25 % เป็นแบบ Heavy duty

- 4.4 Motorized Control Valve

อุปกรณ์ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำ เพื่อให้มีปริมาณการไหลที่คงที่ มี 2 ประเภท ดังนี้

1. Control Valve แบบรูนเล็ก ตัวอุปกรณ์เป็นชนิดสกรู (Screw Type) หรือ ชนิดหน้าแปลน (Flanged Type) มีการควบคุมแบบ Proportional หรือ Floating เป็นชนิด IP54 มีขนาดตั้งแต่

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

DN15( ½") – DN80(3"), ค่า CV 2.5 – 110 ใช้ไฟ 24 VAC และเป็นแบบ Electric Return

2. Control Valve แบบ Package ตัวอุปกรณ์เป็นชนิดหน้าแปลน (Flanged Type) มีการควบคุมแบบ proportional หรือ Floating, การใช้งานสามารถสื่อสารผ่าน SAnet protocol ได้, อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน JIS 10K/JISFC200 สำหรับ chilled/hot water และเป็นชนิด IP54 มีขนาดตั้งแต่ DN15( ½") – DN150(6"), ค่า CV 1.0-350, ใช้ไฟ 24 VAC และเป็นแบบ Electric Return

## 5. อุปกรณ์แสดงการไหลหรือเปิดปิดเมื่อมีการไหล (Flow Switch)

5.1 จะต้องมีส่วนที่ตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เมื่อไม่มีการไหลของน้ำเย็นและน้ำระบายความร้อน และตำแหน่งอื่นๆ ที่แสดงในแบบ ตัว Detect จะต้องสอดอยู่ในท่อน้ำเย็น โดยโครงสร้างของ Flow Switch จะต้องเป็นแบบ Watertight, Dust-tight ใช้ในบริเวณที่มีความชื้นสูง จะต้องได้ UL List ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- Wetted Part : Brass
- Switch Enclosure : NEMA 4X
- Pressure Rating : 150 psi
- Minimum Temp Rating : 32°F
- Maximum Temp. Rating : 220°F
- Electrical : 10 A. 250 V.AC., 2 A. 0-30 V.DC.

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## หมวดที่ 7 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

### 1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสาร อื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

### 2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิด ต้อง ANSI หรือ JIS ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT = DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้า โดยเฉพาะฝังภายในของท่อจะต้องเรียบปราศจากรอยตะขีบหรือสิ่งอื่นใดที่อาจจะทำให้ฉนวนของสายไฟฟ้าชำรุดได้ ดังรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ท่อโลหะบางชนิด (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว และไม่เกินกว่า 2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดานซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือเดินลอยในสถานที่ ซึ่งท่อไม่มีโอกาสที่จะสัมผัสกับน้ำหรือละอองน้ำ หรือรับแรงกระแทกจากภายนอก ห้ามเดินฝังในดินหรือพื้นคอนกรีต
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว และไม่เกินกว่า 2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานเช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงจะต้องหามวนอกด้วย FLINTKOTE โดยทั่วและทั้งให้แห้งเสียก่อน และใช้สถานที่อื่นตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346 ใช้เป็นท่อร้อยสายไฟฟ้าสำหรับท่อขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว
- 2.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำการติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพสถานที่ใช้งาน CONNECTOR
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
  - ก. ให้ความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
  - ข. การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

- ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 ม.
- ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- จ. การเดินท่อในสถานที่ที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร และไม่เกิน 1.00 เมตร
- ช. แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

### 3. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องรับสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 3.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 3.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตรทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 3.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS LABORATORY)
- 3.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาดจำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 373
- 3.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 3.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## หมวดที่ 8 ท่อน้ำและการติดตั้ง

### 1 ท่อน้ำและอุปกรณ์

- 1.1 ท่อน้ำระบายความร้อน (Cooling Water Pipe) ท่อน้ำทั้งหมด จะต้องใช้ท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิดมีตะเข็บมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 ความหนาไม่น้อยกว่า ERW Schedule 40 ผิวชุบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก ข้อต่อเป็นแบบเชื่อม ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ End และพินพรีหัดเครื่องหมายมาตรฐานท่อและขนาด ระบุบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเกิดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. และท่อที่มีขนาดต่ำกว่า 2" สามารถใช้ท่อ PPR-80 ,SDR6 ,PN20 ชนิดผสมไฟเบอร์ตามมาตรฐาน DIN 8077/78
- 1.2 ท่อน้ำเติม (Make Up Water Pipe) และท่อน้ำทิ้ง วัสดุที่ใช้ประกอบระบบท่อน้ำเติมและท่อน้ำทิ้ง จากจุดต่อของระบบประปาของอาคารจนถึง Expansion Tank หรือหอผึ่งน้ำให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS 1387 : 1967, Class Medium อุปกรณ์ประกอบท่อ (Pipe Fitting) ใช้แบบมีเกลียวทำด้วย Malleable Iron หรือ Mild Steel
- 1.3 ท่อลมอัด (Compressor Air) ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS 1387 : 1967 Class Medium อุปกรณ์ประกอบท่อ (Pipe Fitting) ใช้แบบมีเกลียวทำด้วย Malleable Iron หรือ Mild Steel
- 1.4 ท่อน้ำทิ้งจาก Condensate Drain ใช้ท่อ PVC สีฟ้าตามมาตรฐาน มอก."Class 8.5" และให้หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell ขนาด 1/2"
- 1.5 ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ท่อน้ำจะต้องใช้ท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิดมีตะเข็บ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 ความหนาไม่น้อยกว่า ERW Schedule 40 ข้อต่อเป็นแบบเชื่อม ท่อทุกท่อจะต้องพินพรีหัดเครื่องหมายมาตรฐานท่อและขนาดระบุบนตัวท่อ และท่อที่มีขนาดต่ำกว่า 2" สามารถใช้ท่อ PPR-80 ,SDR6 ,PN20 ชนิดผสมไฟเบอร์ตามมาตรฐาน DIN 8077/78
- 1.6 อุปกรณ์ประกอบท่อเหล็ก (Pipe Fitting) ใช้ Standard Weight Fitting แบบเชื่อมหรือแบบต่อเกลียว หน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding-Neck หรือ Socket Welding มาตรฐาน BS 10 Table F หรือ Class 150 lb, มาตรฐาน ANSI B 16.5 (BS1650) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestors อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat
- 1.7 ข้อต่อแบบเชื่อม (Welded Fittings) ข้อต่อแบบเชื่อมจะต้องมีลักษณะดังนี้
  - หน้าแปลน (Flanges) เป็นเหล็กกล้า สามารถทนความดันได้ไม่น้อยกว่าวาล์วที่ใช้ติดตั้ง
  - ข้อโค้ง (Elbows), Tees, Laterals และข้อลด (Reducers) ต้องเป็นเหล็กกล้า (Steel) ขนาดเท่ากับท่อน้ำที่ใช้การต่อท่อกิ่ง (Branch) ที่มีขนาดเล็กกว่ากับท่อเมนใหญ่ให้ใช้ Shaped Welding Fitting จำพวก Weldolets, Teelets หรือ Thredolets เชื่อมต่อ ห้ามใช้ข้อต่อแบบ Miter Elbow หรือแบบทำขึ้นเองโดยเด็ดขาด
- 1.8 ข้อต่อแบบเกลียว (Screwed Fittings) ต้องเป็นชนิด Malleable Iron, Threaded, Standard Weight Bunded

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

- 1.9 ปะเก็น (Gasket) หน้าแปลนทุกตัวจะต้องมีปะเก็นทำจากแผ่น Abestors คั่นอยู่กลาง ความหนาที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 1/16 นิ้ว นอกจากนี้จะได้กำหนดเป็นอย่างอื่น
- 1.10 สารอัดเกลียว (Pipe Joint Compound) การต่อท่อโดยใช้ข้อต่อเกลียวต้องใช้ Teflon Tape หรือสารประกอบของ Graphite พันหรือทาบนเกลียวตัวผู้ก่อนเข้าเกลียวให้แน่น ปลายเกลียวที่เหลือจะต้องทำความสะอาดก่อนทาสี Zinc Chromate อย่างน้อย 1 ครั้ง และต้องเหลือไม่น้อยกว่าสองเกลียว

## 2 การติดตั้ง

- 2.1 การเดินท่อน้ำต่างๆ ดังที่ปรากฏในแบบเป็นเพียงแนวทางที่แนะนำให้เท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบแนวทางการเดินท่อน้ำ กับแบบสถาปัตยกรรม, โครงสร้าง, ไฟฟ้า และสุขาภิบาล เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีปัญหาในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีการติดตั้งระบบท่อให้เหมาะสมกับสภาพการก่อสร้างจริง และให้ความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุงรักษาท่อได้มากที่สุด ท่อส่วนใดที่ระบุในแบบว่าจะต้องเดินผ่านผนัง, คาน, เสา, Pipe Shaft และ Trench ผู้รับจ้างจะต้องทำตามโดยเคร่งครัดโดยจัดทำ Offset, ข้อต่อ, Sleeve, Escutcheon หรืออื่นๆ ตามที่จำเป็น แนวทางการเดินท่อจริงจะต้องเป็นไปตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติแล้วเท่านั้น
- 2.2 การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้องโดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง เมื่อติดตั้งท่อแล้วจะต้องไม่เกิดแรงเครียด (Stress) ภายในท่ออันอาจทำให้ระบบท่อหรืออาคารเสียหายได้
- 2.3 การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องปล่อยให้มีการยืดและหดตัว โดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่างๆ โดยให้จัดทำ Offsets และ Loops ตามความเหมาะสมเพื่อรับการขยายตัวของท่อ การต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน หากในกรณีที่ไม่ได้ระบุให้มีข้อต่ออ่อน (Flexible Connection) ต่อประกอบอยู่ จะต้องจัดระนาบการเดินท่อ การทำ Offset ให้เหมาะสมกับขนาดท่อและความยาวของท่อทางตรง เพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือนและแรงเครียด (Stress) ที่ถ่ายทอดไปยังระบบท่อน้ำ
- 2.4 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ และวาล์วต้องเป็น Union หรือ Flange เสมอ
- 2.5 จะต้องไม่มีแนวท่อน้ำเดินอยู่เหนือแผงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเด็ดขาด
- 2.6 ผงตะไคร่ ฝุ่นต่างๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อ ผิวภายนอกของท่อเหล็กดำ และชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทั้งหมดต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสสี
- 2.7 การเปลี่ยนแนวทางเดินท่อ เปลี่ยนขนาดต้องใช้ข้อต่อมาตรฐานเสมอ ท่อแยก (Branch) ที่ต่อออกจากท่อเมน (Main) ให้ใช้ Tee มาตรฐาน นอกจากท่อแบบเชื่อมขนาด 8 นิ้ว และใหญ่กว่าหากท่อแยกมีขนาดไม่เกินครึ่งหนึ่งของท่อเมนยอมให้ใช้เจาะเชื่อมก็ได้
- 2.8 ในกรณีที่ใช้ข้อลดสำหรับท่อในแนวนอน (Horizontal) ให้ใช้ข้อลดเบี้ยว (Eccentric Reducer) โดยติดตั้งให้ด้านหลังท่ออยู่ในระดับเดียวกันด้านลดขนาดอยู่ด้านล่างทั้งท่อน้ำส่งและน้ำกลับเพื่อไม่ให้อากาศค้างอยู่ภายใน
- 2.9 ข้อลดของท่อแบบเกลียว ห้ามใช้แบบลดเหลี่ยม (Bushing) ต้องใช้ข้อลดมาตรฐาน (Reducer)

เท่านั้น \*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา



- 2.10 ติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Gate Valve และต่อท่อจาก Air Vent ไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุด ตำแหน่งที่ต้องติดตั้งดังนี้ คือ
- Main Header ในห้องเครื่องทำน้ำเย็น
  - จุดบนสุดของท่อ Chilled Water Risers
  - อื่นๆ ตามที่ระบุในแบบ
- 2.11 จุดยึดท่อ (Clamp) ในแนวดิ่ง (Vertical Riser) และข้อต่อไม่ควรอยู่สูงกว่า 1.5 เมตร จากพื้นของแต่ละชั้น
- 2.12 จุดต่ำสุดของท่อแนวดิ่ง (Riser) ทุกท่อต้องติดตั้ง Drain Valve ไว้ถ่ายน้ำทิ้ง และจากวาล์วต่อท่อสั้นๆ ขนาดเท่าวาล์วพร้อมมี Cap ปิดปลายขนาดของวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้เป็นดังนี้

ขนาดท่อแนวดิ่ง	ขนาดวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง
มิลลิเมตร (นิ้ว)	มิลลิเมตร (นิ้ว)
ไม่เกิน 100 (4)	20 (1/2)
150-200(6-8)	25(1)
250-300(10-12)	40(1 1/2)
350-400(14-16)	50(2)
ใหญ่กว่า 400(16)	65(2 1/2)

- 2.13 ท่อในแนวตรงต้องต่อท่อให้มีข้อต่อน้อยที่สุด ห้ามใช้เศษท่อต่อกัน
- 2.14 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี Ttap และลาดเอียงไปทางปลายทาง (Slope) ไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 100 (1 : 100) หาก Slope น้อยกว่า 1 ต่อ 100 ให้เลือกขนาดท่อใหญ่ขึ้นถัดไป ขนาดท่อใช้ตามตารางดังนี้

ขนาดท่อแนวดิ่ง	ขนาดวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง
มิลลิเมตร (นิ้ว)	มิลลิเมตร (นิ้ว)
20 (1/2)	0-5
25 (1)	5-10
30 (1 1/4)	10-40
40 (1 1/2)	40-100
50 (2)	100-300
75 (3)	300-600
100 (4)	600-800
125 (5)	มากกว่า 800

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**



### 3 ที่แขวนและรองรับน้ำหนักท่อ (Hanger and Support)

- 3.1 ที่แขวนท่อ (Hangers) ที่รองรับท่อ (Saddles) Pipe Rollers และประกันยึดท่อ (Clamps) ท่อน้ำทุกท่อต้องมีการรับรองรับอย่างแข็งแรงดังนี้ ท่อที่เดินตามแนวนอนให้ใช้ที่แขวนท่อแบบ Clevis ชนิดปรับได้ ยึดติดกับโครงสร้างอาคารด้วยก้านเหล็กอย่างมั่นคง แต่อาจใช้ Trapeze Hanger แทนได้ ในกรณีที่ท่อเดินขนานกันหลายท่อ ท่อที่เดินใกล้ระดับพื้นให้ใช้ Pipe Stanchions ที่มี Base Flanges และ Top Yodes ที่สามารถปรับระดับได้ หรือจะใช้ Roller Supports ตั้งบนฐานคอนกรีตหรือแบบอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ท่อที่เดินใกล้กำแพงให้ใช้ท้าวแขนเหล็กกล้า (Steel Brakes) ที่เหมาะสมรองรับ ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1 1/2" หรือเล็กกว่า อาจใช้ประกับยึดท่อเพียงอันเดียว การแขวนหรือรองรับท่อต้องไม่เกิน 1.50 เมตร จากชั้นส่วนที่หนัก เช่น ข้อต่อหรือวาล์ว สำหรับบริเวณท่อแยกทั้งต้นท่อปลายท่อต้องยึดไม่เกิน 0.9 เมตร ส่วนบริเวณที่หักเลี้ยวต้องไม่มากกว่า 0.3 เมตร ท่อส่วนที่นอกเหนือจากห้องรองรับไม่ห่างเกินที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

ขนาดท่อ (Nominal Size)	ระยะห่างสูงสุดของช่วงท่อ
มิลลิเมตร (นิ้ว)	มิลลิเมตร (นิ้ว)
25 (1)	2.00
30 (1 1/4)	2.00
40 (1 1/2)	2.00
50 (2)	2.50
65 (2 1/2)	2.50
75 (3)	3.00
100 (4) และใหญ่กว่า	3.50

ที่แขวนหรือรองรับท่อแต่ละอันต้องสามารถปรับระยะในแนวดิ่งได้ไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว

- 3.2 Protection Shield ที่ทำด้วยวัสดุซึ่งมีความหนาและความยาวพอเหมาะ เพื่อใช้รองรับระหว่างที่แขวนท่อกับฉนวนโดยต้องนำมาขออนุมัติก่อนเอาไปใช้ติดตั้ง
- 3.3 การรองรับท่อตามแนวดิ่ง (Vertical Piping Supports) ท่อที่เดินในแนวดิ่งจะต้องมี Guide หรือที่รองรับ ณ กึ่งกลางของ Riser แต่ละชั้นโดยมีระยะห่างกันไม่เกิน 5.00 เมตร และจะต้องทำที่รองรับเพิ่มเติมที่ฐานของ บริเวณข้อโค้ง (Elbow) หรือท่อแยก (Tee) ด้วย Pipe Stand ในบริเวณที่มีท่อเดินในแนวดิ่งอยู่ใกล้กันหลายท่อ อาจจะใช้ Guide ที่เหมาะสมร่วมกันได้ Guide และ Spacers จะต้องทำด้วยเหล็กโครงสร้างและตรึงยึดให้อยู่กับที่อย่างมั่นคง
- 3.4 การแขวน ยึดท่อ ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน สถานที่ตั้งและน้ำหนักของท่อน้ำในท่อรวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนท่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกชนิดและขนาดของ Hanger และ Support การยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ Expansion Bolt ห้ามใช้พินยิงตะปูยึด (Power Automated Pin)
- 3.5 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักท่อโดยเด็ดขาด
- 3.6 หลังจากการติดตั้งระบบท่อทั้งหมดและเติมน้ำเข้าจนเต็มแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

#### 4 ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (Sleeve and Escutcheon)

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งปลอกท่อลอด (Sleeve) ก่อนการเทพื้น คาน และผนังคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมกับผนังบ่ออิฐก่อนการติดตั้งให้ร่วมปรึกษากับผู้คุมงานและวิศวกรโครงสร้าง
- 4.2 ท่อที่ติดตั้งก่อนทำผนังหรือหล่อคอนกรีต ต้องสวม Sleeve ไว้ก่อนเสมอ
- 4.3 ขนาดภายในของ Sleeve ต้องโตกว่าขนาดท่อ และฉนวนหุ้มท่อที่ลอดผ่านไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปลายทั้งสองด้านต้องตัดขอบเรียบได้ฉากกับผนัง และความยาวเท่ากับความหนาของผนัง
- 4.4 ช่องว่างระหว่าง Sleeve กับท่อ และฉนวนที่ติดตั้งภายในอาคารต้องอุดให้แน่นด้วยฉนวน Mineral Wool แผ่นปิด (Escutcheon) ทั้งสองด้านทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว
- 4.5 ขนาดของแผ่นปิดมีดังนี้
  - ท่อขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 2 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว)
  - ท่อขนาด 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) และใหญ่กว่า ความหนาของแผ่นปิด 3 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว)

#### 5 ท่อที่ติดตั้งผ่านผนังออกสู่ภายนอกอาคาร (Exterior wall)

- 5.1 Sleeve ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว ม้วน และเชื่อมภายนอกตลอดแนว ความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร (3/16 นิ้ว) หรือท่อเหล็กดำ Standard Weight มี Water Stop เชื่อมติดกับ Sleeve ตลอดแนว ความหนาของแผ่นเหล็กของ Water Stop ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว) และอุดช่องว่างด้วยเชือกปอดบีบอัดแน่นและสารอุดกันชื้น พร้อมแผ่นปิดทั้งสองด้านพร้อมทาสีภายนอกให้กับสีของอาคาร
- 5.2 ท่อที่ติดตั้งผ่านพื้นและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก Sleeve ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียวม้วนและเชื่อมตลอดแนว ความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว) หรือท่อเหล็กดำ Standard Weight สำหรับ Sleeve ที่พื้นให้ติดตั้งยามสูงพื้นพื้นหลังจากแต่งผิวแล้ว (Finish Floor) 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) อุดช่องว่างด้วย Mineral Wool แล้วอุดช่องหัว-ท้ายด้วย Sealant หรือ Caulking Compound

#### 6 อุปกรณ์เพื่อการขยายตัว (Expansion Joints)

- 6.1 ในกรณีที่แบบระบุให้ผู้รับจ้างจัดหาอุปกรณ์เพื่อการขยายตัวของท่อ ที่เกิดขึ้นเนื่องจาก Offsets หรือ Loops ของท่อที่มีอยู่ไม่สามารถลดการขยายหรือหดตัวอย่างได้ผล ผู้รับจ้างจะต้องใช้ Expansion Joint ชนิด Axial Bellow Type ทำด้วย Stainless Steel ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้กับน้ำอุณหภูมิระหว่าง 33-350 องศาฟาเรนไฮต์ และสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Operating Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า Valve ที่ใช้ติดตั้งส่วนนั้น มีคุณสมบัติลดแรงเค้น (Stress) อันเกิดจากการขยายหรือหดตัวของท่อได้ทั้งหมด โดยถือว่าน้ำที่ใช้อุณหภูมิ 95 องศาฟาเรนไฮต์เป็นเกณฑ์การเลือกขนาดที่เหมาะสมตลอดจนการติดตั้งต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำเท่านั้น

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

- 6.2 ในกรณีที่มีการขยายตัวของท่อ จะทำให้เกิดการลั่นสะเทือนหรือยกตัว ผู้รับจ้างจะต้องทำที่แขวนท่อแบบให้สปริงโดยได้รับการพิจารณาเรื่องรูปแบบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

## 7 ความลาดของท่อน้ำ (Pipe Pitch)

- 7.1 แนวท่อน้ำเย็น (Chilled Water Line) แนวท่อที่เดินต้องมีคามลาดเล็กน้อย เพียงพอที่จะสามารถระบายน้ำทิ้งออกจากระบบได้เมื่อต้องการ ท่อที่เป็น Trap หรือ Loop จะต้องจัดเตรียมวาล์วระบายน้ำทิ้งไว้ทุกแห่ง
- 7.2 แนวท่อระบายน้ำทิ้งของเครื่องเป่าลมเย็น (Condensate Drain Line) แนวท่อต้องมีความลาดตามทิศทางการไหลของน้ำเล็กน้อย เพียงพอที่จะระบายน้ำทิ้งออกได้โดยสะดวก
- 7.3 แนวท่อน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Line) แนวท่อต้องมีความลาดเล็กน้อย เพียงพอที่จะสามารถระบายน้ำทิ้งออกจากระบบได้มีที่สำหรับ Bleed-off น้ำส่วนหนึ่งที่ไหลกลับเข้า Cooling Tower ออกทิ้งอย่างสม่ำเสมอ
- 7.4 แนวท่อระบายน้ำทิ้ง (Drainage Piping) ความลาดของแนวท่อควรจะมี ความลาด 1 : 50 และต้องไม่น้อยกว่า 1 : 100

## 8 การต่อท่อ

### 8.1 ท่อแบบเกลียว (Threaded Joint)

- เกลียวท่อโดยทั่วไปใช้แบบ Parallel Thread เว้นแต่ท่อส่วนที่ระบุให้สามารถทนความดันเกินกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เกลียวต้องเป็นแบบ Taper Thread ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. หรือ BS 21: 1973
- ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้วจะต้องคว้านปาดเอาเศษที่ติดอยู่โดยรอบทิ้งออกให้หมด
- ใช้ Pipe Joint Compound หรือ Teflon Tape พันเฉพาะเกลียวตัวผู้ เมื่อขันเกลียวแน่นแล้ว เกลียวจะต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม

### 8.2 การต่อแบบเชื่อม (Welded Joint)

- คุณสมบัติของช่างเชื่อมและวิธีการเชื่อม การตัดสินใจว่าช่างเชื่อมผู้ใดมีคุณสมบัติเหมาะสมตามต้องการหรือไม่ จะใช้วิธีดูฝีมือเชื่อม ณ สถานที่ที่ทำงาน หากเห็นว่าฝีมือของช่างคนใดยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ให้ช่างผู้นั้นทำงานต่อไปได้
- Pipe Connection ท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และเล็กกว่าต้องใช้แบบเกลียว ท่อที่มีขนาด 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่า ให้ใช้ข้อต่อแบบเชื่อมทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามนี้โดยเคร่งครัด นอกจากจะได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่น
- การลบมุมท่อ (Pipe Beveling) ท่อทุกท่อนก่อนที่จะนำมาเชื่อมติดกันต้องลบมุมทั้งสองข้างให้เรียบร้อย ประมาณ 20 องศา – 40 องศา ซึ่งอาจทำโดยใช้เครื่องจักรหรือใช้เปลวไฟตัดท่อขาดก่อน แล้วใช้ตะไบดูแลของให้เรียบร้อยอีกทีหนึ่ง
- ลวดเชื่อม (Welding Rods) ต้องเหมาะสมกับเนื้อโลหะที่ใช้เชื่อมตามมาตรฐาน AWS

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

- การเชื่อมท่อ (Pipe Welding) ก่อนเชื่อมต้องทำความสะอาดปลายท่อให้เรียบร้อยก่อนวางท่อให้อยู่ในแนวที่ต้องการ แล้วค้ำยันให้มั่นคงด้วยท่อส่วนอื่นๆ ทำการเชื่อมแต้มยึดเป็นจุดๆ (Tack Weld) ก่อนเชื่อมจริง ขณะเชื่อมต้องพยายามให้น้ำโลหะจากหลอดเชื่อม และท่อหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ตลอดแนวเชื่อมลึกลงไปถึงผิวภายในของตัวท่อทุกส่วน
- การเชื่อมท่อโดยทั่วไปเป็นแบบ Butt-Welding ใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ARC Welding) รอยเชื่อมจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อมให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้ากันได้อย่างทั่วถึง

### 8.3 การต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Joints)

- เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลนและการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Out-Side Diameter) ที่เลือกใช้งาน และหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่างๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อโดยทั่วไปจะต้องเป็นแบบเชื่อม
- การยึดจับหน้าแปลนจะต้องจัดให้น้ำสัมผัสผิว (Facing Flange) ได้แนวขนานกันและตั้งฉากกับท่อ การเชื่อมหน้าแปลนกับท่อให้เชื่อมอย่างน้อย 2 รอยทับกัน
- สลักเกลียว (Bolt) และน็อต (Nut) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไปเป็นแบบ Carbon Steel ยกเว้นที่ใช้กับระบบท่อสุขสัจะสัจะต้องใช้แบบ Galvanized or Cadmiplate Bolt and Nut และที่ใช้กับระบบท่อฝังดินจะต้องทำด้วย Stainless Steel สลักเกลียวจะต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วจะต้องมีปลายโผล่จากเป็นเกลียวไม่น้อยกว่า 1/2 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว

### 8.4 การต่อแบบบัดกรี (Solder Joints)

- ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมจะต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาดปลายท่อภายนอกและภายใน
- ใช้แปรงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting รวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสาน อุณหภูมิการเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยเฉพาะการใช้ Solder แบบ Silver Brazing น้ำบัดกรีส่วนเกินจะต้องเช็ดออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## หมวดที่ 9 ฉนวนหุ้มท่อน้ำ

1 ความต้องการทั่วไป

## 1.1 ขอบเขตของงาน

ให้ขอบเขตของฉนวนที่ใช้ในการหุ้มท่อน้ำเย็น และอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศ

## 1.2 การตรวจสอบคุณภาพ

- ฉนวนที่นำมาใช้ต้องไม่มีการฉีกขาด แตกหัก และสภาพสินค้าอยู่วัสดุหีบห่อเรียบร้อย ไม่ฉีกขาดจากโรงงาน เก็บฉนวนในที่สะอาด แห้ง ในร่มเพื่อป้องกันความชื้นสะสมจากภายนอกและรังสียูวี
- ฉนวนที่นำมาติดตั้ง ต้องมีการทำความสะอาดพื้นผิว รวมไปถึงพื้นผิวของวัสดุที่จะติดตั้งควรแห้ง ไม่มีฝุ่นหรือ คราบน้ำมัน หรือวัสดุปลอมปนอื่นๆ

2 คุณสมบัติฉนวน

ฉนวนที่ใช้หุ้มท่อน้ำเย็นต้องเป็นฉนวนยางชนิดเซลล์ปิด (Closed Cell Insulation) ยึดหยุ่นได้ ทำจากวัสดุ ยางประเภท NBR/PVC ซึ่งมีค่าทางเทคนิค ดังนี้

คุณสมบัติ	คุณสมบัติ (มาตรฐาน)
โครงสร้างของเซลล์ (Cell structure)	Closed cell (ASTM C534)
ชนิดวัสดุ (Material Type)	Nitrile synthetic rubberยางสังเคราะห์ไนไตรล์
อุณหภูมิการใช้งาน (Temperature service)	ต่ำสุด -45° C to สูงสุด +116 °C
ความหนาแน่น (Density)	64-80 kg/m <sup>3</sup> (ASTM D1667)
ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน	<0.25Btu-in/hr-F-ft <sup>2</sup> atmean temperature 75°F
(Thermal conductivity)	<0.036W/m.K at mean temperature 24 °C (ASTM C177)
ค่าการแทรกซึมความชื้นของวัสดุ (Water Vapor Permeability)	< 0.017 perm-inch or <0.15x10 <sup>-15</sup> Kg/(m.s.Pa) ASTM E96
หรือค่าต้านทานไอน้ำซึมผ่าน	□ □ □ 7000 ตามมาตรฐานการคำนวณ DIN 52615
ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	< 1.1 %
คุณสมบัติของวัสดุเกี่ยวกับการลามไฟ	Self extinguishing (ASTM D635)
(Fire Performance)	Self extinguishing (UL 94 Class V0)

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

กาว และสีทาฉนวน (Adhesive and Finishing)

ควรใช้กาวที่ไม่ทำลายผิวฉนวนและสามารถติดฉนวนได้แน่น เมื่อติดตั้งรอยต่อ ฉนวนควรฉีกขาดจากกัน สีทาฉนวนไม่ควรทำลายผิวฉนวน หรือทำให้ฉนวนเกิดการหดตัว

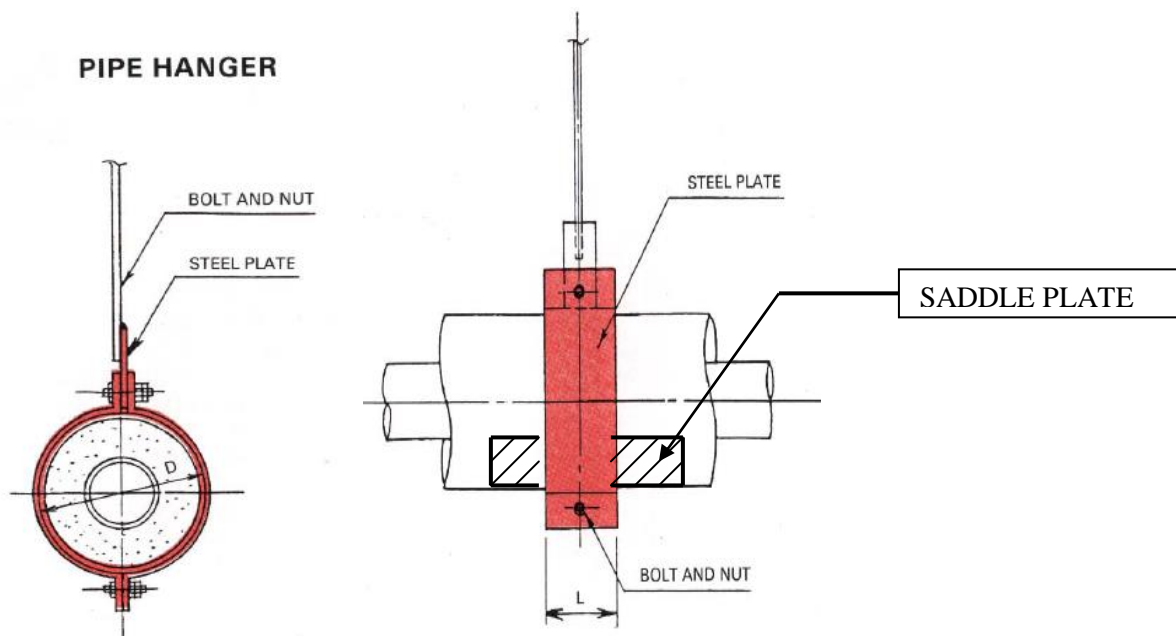
**3 การติดตั้งฉนวน (Installation)**

ขนาดความหนาของฉนวนหุ้มท่อในสภาพอากาศต่างๆ

อุณหภูมิห้อง (°C)	+30 °C			+35 °C		
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	80	85	90	80	85	90
อุณหภูมิท่อน้ำหรือท่อลม ที่ 15 °C						
ท่อขนาด ต่ำกว่า 35 mm.	13	19	25	13	19	32
ท่อขนาด 42-60 mm.	13	19	25	19	19	32
ท่อขนาด 67-140 mm.	13	19	25	19	25	38
ท่อขนาดใหญ่กว่า 140 mm.	13	19	32	19	25	38
อุณหภูมิท่อน้ำหรือท่อลม ที่ 10 °C						
ท่อขนาด ต่ำกว่า 35 mm.	19	25	32	19	25	38
ท่อขนาด 42 ถึง 60 mm.	19	25	32	19	25	38
ท่อขนาด 67 ถึง 140 mm.	19	25	38	25	25	44
ท่อขนาดใหญ่กว่า 140 mm.	19	32	44	25	32	50
อุณหภูมิท่อน้ำหรือท่อลม ที่ 5 °C						
ท่อขนาด ต่ำกว่า 35 mm.	19	25	32	19	25	38
ท่อขนาด 42 ถึง 60 mm.	19	25	38	25	32	44
ท่อขนาด 67 ถึง 140 mm.	25	25	44	25	32	50
ท่อขนาดใหญ่กว่า 140 mm.	25	32	50	32	38	57
อุณหภูมิท่อน้ำหรือท่อลม ที่ 0 °C						
ท่อขนาด ต่ำกว่า 35 mm.	25	32	38	25	32	44
ท่อขนาด 42 ถึง 60 mm.	25	32	44	32	38	50
ท่อขนาด 67 ถึง 140 mm.	32	38	57	32	38	57
ท่อขนาดใหญ่กว่า 140 mm.	32	38	57	32	44	70

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

#### 4.รายละเอียดประกอบารติดตั้งยึดแขวนท่อ



Pipe Hanger and Riser Support

Nominal Pipe Size (mm)	Casing Size (mm)	D (mm)	Strap Width L (mm)	Strap Thickness (mm)	Max. Hanger Interval
15	85	87	25	3	2m
20	91	93	25	3	2m
25	97	99	25	3	2m
32	106	108	25	3	2m
40	112	114	25	3	2m
50	124	126	25	3	2m
65	137	139	38	6	3.5m
80	167	169	38	6	3.5m
100	192	194	38	6	3.5m
125	219	221	38	6	4m
150	246	248	50	6	4m
200	319	321	50	6	4m
250	373	375	50	6	4m
300	424	426	50	9	4m
350	456	458	50	9	4m
400	506	508	50	9	4m
450	557	559	50	9	4m

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

500	608	700	50	9	4m
600	710	712	50	9	4m

ท่อขนาด ตั้งแต่ Ø 150 ขึ้นไป การรองรับท่อในแนวระนาบกับพื้น (Horizontal) ต้องมีแผ่นปะกับ (Saddle plate 3 mm thickness) รองรับที่ท้องท่อด้วยโดยความยาว ประมาณ 250 มม. และให้ตัดเป็นรูปโค้งตามแนวท่อ ประมาณครึ่งวงกลมของท่อ

#### ระบบท่อ (piping)

- สวมฉนวนเข้ากับท่อในกรณีที่ยังไม่ได้ติดตั้งท่อน้ำ ในท่อน้ำมีการติดตั้งแล้ว ให้สวมฉนวนตามแนวยาว เพื่อสวมฉนวนเข้ากับท่อน้ำ และเชื่อมรอยต่อด้วยกาวทาฉนวน และมีการยาแนวผ้าด้วยกาว
- เมื่อมีการสวมฉนวนเข้ากับท่อ ควรใช้วิธีดันฉนวนเข้าไปในท่อ อย่าพยายามฝืนดึงท่อเพื่อให้ฉนวนสวมเข้า เพราะจะทำให้ฉนวนยัด ความหนาลดลง และมีผลต่อรอยตะเข็บอาจฉีกขาดได้
- ติดเทปการบริเวณปลายท่อทองแดงก่อนที่จะมีการต่อท่อ เพื่อป้องกันฝุ่นผงเข้าไปในท่อน้ำ
- ควรมีการทำความสะอาดปลายท่อทุกปลาย การตัดฉนวนยาวควรใช้อุปกรณ์ มีดที่คม เพื่อป้องกันรอยตะเข็บแตก ที่ปลายของท่อน้ำเย็น ควรทากาวทาฉนวนบนตัวฉนวน และตัวท่อ เพื่อให้ปลายมีการติดกันแน่นสนิทกันมากขึ้น เป็นการป้องกันการเกิดหยดน้ำ
- ในการติดตั้งฉนวนยางแผ่นในท่อน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า 6" IPS ให้ใช้ฉนวนยางแผ่นความยาวตามแนวท่อไม่น้อยกว่า 2 เมตร เพื่อลดรอยต่อของฉนวน ห้ามยัดฉนวนแผ่นเพื่อพันฉนวนรอบท่อน้ำ ตัดฉนวนให้มีขนาดพอดีกับตัวท่อ ในท่อน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า 12" IPS ให้ทากาวประมาณ 1/3 ส่วนของเส้นรอบวงท่อน้ำ เพื่อให้ปลายฉนวน และแผ่นยางติดกันได้ดียิ่งขึ้น และในฉนวน ที่มีขนาดใหญ่กว่า 24" IPS ให้ทากาวที่ตลาดปลายเส้นรอบวงของท่อ

#### ระบบวาล์ว แฟลนจ์ และ ฟิตติ้ง (Valve, Flang and Fitting)

- ใช้ฉนวนกับฟิตติ้งทุกตัวที่ต่อเข้ากับฉนวนที่หุ้มท่อน้ำ ยารอยต่อด้วยกาวทาฉนวน เพื่อให้มีการติดแน่นมากขึ้น และกันการเกิดควบแน่นเป็นหยดน้ำ (condensation) ในฟิตติ้งที่มีการต่อด้วยเกลียว ให้หุ้มฉนวนโดยการหุ้มเชื่อมกับฉนวนหุ้มท่อน้ำที่ต่อกันประมาณ 1"
- ในวาล์ว แฟลนจ์ และฟิตติ้งประเภทต่างๆ ให้ตัดฉนวนให้ได้รูป ตามแบบที่ผู้ผลิตแนะนำ

#### ตัวยึดท่อ (Pipe Support)

- บริเวณที่มีการยึดท่อ จะต้องการฉนวนที่มีความแข็งแรงมากกว่าฉนวนที่หุ้มท่อเพื่อป้องกันตัวยึดท่อกดฉนวนให้มีความหนาลดลง วัสดุที่หุ้มบริเวณที่ยึดท่อควรเป็นฉนวนยางชนิดเดียวกัน ที่มีความหนามากกว่า ฉนวนที่หุ้มท่อในส่วนที่ต่อกัน และทากาวติดด้วยกาวทาฉนวน
- แหวนที่ยึดท่อแบบมาตรฐาน หุ้มด้วยฉนวนที่มีความหนามากกว่า ฉนวนที่หุ้มท่อในส่วนที่ต่อกัน และทากาวติดด้วยกาวทาฉนวน ส่วนความยาวของฉนวนที่ใช้หุ้มแหวนยึดท่อน้ำ ควรมีความยาวประมาณ 4 เท่าของความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อ อาจใช้เทปพันฉนวนหุ้มทับอีกครั้ง เพื่อความหนาของฉนวนใกล้เคียงกันในส่วนที่ต่อกัน
- ตัวยึดท่อ ชนิดเป็นร่อง หรือรูปเกือกม้า ให้หุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำ คลุมทั้งตัวยึดท่อและตัวฉนวนอีกครั้งหนึ่ง

#### งานท่อน้ำนอกอาคาร

- งานท่อน้ำที่มีการติดตั้งนอกอาคาร หุ้มด้วยฉนวน และทาหุ้มด้วยสีทาฉนวนประมาณ สองชั้น เพื่อป้องกันฉนวนจากรังสียูวี ก่อนทาสีควรทำความสะอาดพื้นผิวด้วยน้ำมันทำความสะอาดฉนวน สีทาฉนวนไม่ควรผสมน้ำ ให้จางลง
- หันตะเข็บฉนวนลงด้านล่าง ให้ห่างจากแสงอาทิตย์



## หมวดที่ 10 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ

### 1 วาล์วและอุปกรณ์

1.1 Butterfly Valve วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSI, ขนาด 85 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์ว (Body) เป็นแบบ ทำด้วย Cast-Iron หรือ Malleable Iron Steel มี Alignment Holes สำหรับการยึดหน้าแปลนและมี Elastomer Seat, DISC ทำด้วย Stainless Steel, Shaft ทำด้วย Stainless Steel ออกแบบเป็นชิ้นเดียว Valve Seat ต้องเป็นแบบที่สามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้ วาล์วขนาดใหญ่กว่า 150 มม. (6 นิ้ว) ให้ใช้เป็นชนิด Hand Wheel Gear Operated

#### 1.2 Balancing Valve

1.2.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSIG.

1.2.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Balancing Valve ที่ท่อน้ำออกจากเครื่องปรับอากาศทุกชุด ตามที่กำหนดในแบบเพื่อใช้ปรับอัตราการไหลของน้ำ ให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการ โดยเลือกใช้ Balancing Valve ชนิดที่มี Measuring Ports ออกแบบมาสำหรับใช้วัดอัตราการไหลของน้ำได้ในตัว

1.2.3 Balancing Valve With Flow Monometer จะต้องเลือกใช้ตามขนาดท่อที่แสดงไว้ในแบบ และ/หรือเลือกขนาดโดยการคำนวณอัตราการไหลและความดันตก (Pressure Drop) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต มีความเหมาะสมสำหรับการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำในช่วงตามที่ต้องการ

1.2.4 วาล์วขนาด 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม.(2 นิ้ว) ทำด้วย Bronze หรือ Brass แบบ Screw Ends

1.2.5 วาล์วขนาด 65 มม. (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์ว ทำด้วย Cast Iron และปลั๊กทำด้วย Bronze หรือ Brass, Flanged Ends.

1.2.6 Flow Meter Fitting และ Monometer จะต้องเลือกใช้ตามขนาดท่อที่แสดงไว้ในแบบ และเหมาะสมสำหรับการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำในช่วงตามที่ต้องการ

1.3 Water Strainer จะต้องออกแบบให้ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Stainless Steel ตะแกรงสะเทิร์นเนอร์เป็นแบบ Y-Pattern แผ่นตะแกรงดัดงอทำด้วย Stainless Steel ตะแกรงประมาณ 150 รู/ตารางนิ้ว สามารถถอดออกล้างได้โดยไม่ต้องถอดสะเทิร์นเนอร์ทั้งตัวออกจากระบบท่อน้ำขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัวเรือนทำด้วย Bronze ต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) ขนาด 85 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัวเรือนทำด้วย Cast Iron ต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) ที่แผ่นปิดด้านตะแกรงต่างๆ ต้องติดตั้งวาล์วระบายตะกอน ทั้งขนาดไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อน้ำและฝาปิด (Cap) ปลายท่อน้ำด้วย

1.4 Flexible Pipe Connection จะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 200 Psi. ข้อต่ออ่อนด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องเป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Below Type Double

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

Sphere) ขนาดข้อต่อข้อต่อตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 85 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่าต่อแบบหน้าแปลน การติดตั้งแบบต่อด้านหน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยึดตัวของข้อต่อข้อต่อมากเกินไป

- 1.5 Pressure Gauge เป็นแบบ Bourdon Type, Bronze or Stainless Steel Movement สำหรับวัดความดันเข้าออกของเครื่องและเครื่องและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัดกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลบนหน้าปัดอยู่ในช่วง 150% ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติ Accuracy ไม่เกิน 1% ของสเกลบนหน้าปัด มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้ สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น PSIG หรือมิลลิเมตรปรอท สำหรับวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ
- 1.6 Thermometer เทอร์โมมิเตอร์เป็นแบบหลอดแก้ว ชนิด Adjustable Angle มีสเกล 23 เซนติเมตร (9 นิ้ว) ติดตั้งไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำที่ด้านเข้า-ออก
- 1.7 Gate Valve
  - 1.7.1 ขนาด 2 นิ้วและเล็กกว่าเป็น Brass หรือ Bronze body, bronze stem, non rising stem, screw bonnet, screwed end
  - 1.7.2 ขนาด 2 ½ นิ้วและใหญ่กว่าเป็น cast iron body, bronze trim, rising stem, bolt bonnet, OS&Y, Flange end
- 1.8 Check Valve
  - 1.8.1 เป็นแบบ Wafer Type, non-slam or silent check valve , internally guide flat disc lift type
  - 1.8.2 ขนาด 2 นิ้วและเล็กกว่าเป็น Bronze body, bronze trim, BUNA-N disk seat
  - 1.8.3 ขนาด 2 ½ นิ้ว และใหญ่กว่าเป็น cast iron body, bronze trim, BUNA-N disk seat
- 1.9 Pressure Differential Control Valve  
ใช้ควบคุมความดันของน้ำเย็นให้คงที่ตามต้องการเป็นแบบ Hydraulic operated type ตัววาล์วเป็นเหล็กหรือเหล็กหล่อ, bronze หรือ stainless steel trim ภายในวงจรควบคุมต้องมี strainer อยู่ด้วย

\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา

## หมวดที่ 11 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ

### 1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ รวมถึงสารเคมีที่จะใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำระบายความร้อน (Condenser Water) ทั้งนี้เพื่อให้การทำงานของคอยล์ทาวเวอร์และท่อน้ำระบายความร้อนไม่เกิดตะกอน ไม่เกิดการกัดกร่อน และเกิดความสกปรก (Fouling) เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงในการทำงานของระบบ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาสารเคมีชนิดต่างๆ ให้เพียงพอสำหรับการใช้งานในระยะเวลา 1 ปีหลังจากการส่งมอบงานรวมทั้งสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดสอบและทำความสะอาดระบบด้วย
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาสารเคมีชนิดต่างๆ ให้เพียงพอสำหรับการใช้งานในระยะเวลา 1 ปีหลังจากการส่งมอบงานรวมทั้งเคมีที่ต้องใช้ในการทดสอบและทำความสะอาดระบบด้วย
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเอกสารสำหรับใช้งานและซ่อมบำรุงระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำมอบให้กับผู้ว่าจ้าง และจัดฝึกอบรมปฏิบัติงาน (Operator) ให้จนกว่าจะชำนาญและสามารถปฏิบัติงานได้
- 1.5 การรับรองคุณภาพของน้ำที่ปรับสถานะแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบจัดหาผู้เชี่ยวชาญด้านอุปกรณ์การปรับสถานะน้ำทำการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำที่ปรับสถานะแล้วพิจารณาอัตราขึ้นลงของประกอบในน้ำชั่วระยะเวลาหนึ่ง และจะต้องจัดหาคู่มือการทำงานที่สมบูรณ์ รวมทั้งจัดการฝึกหัดวิธีดำเนินการต่างๆ ให้กับผู้แทนจากผู้ว่าจ้าง เพื่อให้ระบบทำงานอย่างสมบูรณ์แบบ

### 2 เครื่องทำน้ำอ่อน (Softener)

- 2.1 ถังบรรจุสารเรซิน (Resin) และสารเรซินประเภทโซเดียมเบส ซึ่งมีคุณสมบัติในการจัดอิออนที่ก่อให้เกิดตะกอน เช่น แคลเซียมอิออน, แมกนีเซียม เป็นต้น มีขนาดถังและสารเรซินที่สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่ระเหยในระบบ คอยล์ทาวเวอร์ เมื่อ Full Load Run ปกติให้มีอายุการใช้งานของสารเรซินประมาณ 1 อาทิตย์ หลังจากนั้นจะมีการล้างสารเรซิน (Regenerated) ให้มีการใช้งาน 1 ชุดและสำรองการใช้งาน 1 ชุดตัวถังทำจากเหล็กกล้าซึ่งเคลือบภายในและภายนอกด้วยสี Epoxy ป้องกันการกัดกร่อนจากสภาพน้ำเค็ม จากการล้างสารเรซินได้ มี Sight Glass บอกระดับสารเรซินสามารถทนแรงอัดน้ำ (Working Pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 100 Psig น้ำที่ปรับสถานะแล้วจะต้องมีค่า PH อยู่ระหว่าง 7.2 ถึง 8.0 และความกระด้างต่ำกว่า 50 PPm as CaCO<sub>3</sub> น้ำที่ปรับสถานะแล้วจะต้องส่งไปจ่ายเพิ่มเติมน้ำในระบบน้ำระบายความร้อน
- 2.2 ถังบรรจุเกลือโซเดียมคลอไรด์ สำหรับใช้ในการล้างสารเรซินขนาดบรรจุสารละลายโซเดียมคลอไรด์สามารถที่จะใช้ล้างสารเรซินเพียงพอใน 1 ครั้ง/สัปดาห์ ตั้งถังบรรจุสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ทำจากวัสดุพอลิเอทิลีน (Polyethylene) พร้อมฝาปิดมิดชิด มีขีดระดับบอกปริมาตรการใช้งานรูปทรงแข็งแรงไม่บิดเบี้ยวเมื่อมีการใช้งาน
- 2.3 ระบบท่อและวาล์ว ซึ่งมีคุณสมบัติทนการกัดกร่อนจากสารละลายโซเดียมคลอไรด์ได้และวาล์วจะต้องมีสัญลักษณ์บ่งบอกตำแหน่งการใช้งาน เช่น ปิดหรือเปิด ซึ่งสามารถจะสังเกตเห็นได้ชัดเจนและเข้าใจได้ทันที

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

- 2.4 ชุด Test Kit ใช้ทดสอบคุณสมบัติของน้ำอ่อน-กระด้าง เพื่อให้รู้สภาพน้ำอ่อนหรือกระด้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ทดสอบครบชุด บรรจุในกระเป๋าทึบไปทำการทดสอบคุณภาพของน้ำที่รับสถานะแล้ว ณ ที่ใดก็ได้เกี่ยวกับความเป็นด่าง PH ความกระด้างชั่วคราวและถาวร

### 3 ระบบบำบัดสภาพน้ำด้วยสารเคมี

- 3.1 ถังบรรจุสารเคมี ซึ่งใช้บรรจุสารเคมีที่ป้องกันการกัดกร่อน (Corrosion) ป้องกันตะไคร่น้ำ, รา, แบคทีเรีย และอื่นๆ ซึ่งคุณสมบัติของสารเคมีที่เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต มีฝาปิดมิดชิดตัวถังทำจากวัสดุพวกลีโธเทคซิลีน (Polyethylene) มีขีดระดับบอกปริมาตรการใช้งาน รูปทรงแข็งแรงไม่บิดเบี้ยวเมื่อมีการใช้งาน
- 3.2 เครื่องสูบน้ำจ่ายสารเคมี (Chemical Feeder) ใช้กับกระแสไฟฟ้า 220V./1Ph/50Hz. เท่านั้น สามารถทนต่อการกัดกร่อนเนื่องจากความเป็นด่างของสารเคมี ในส่วนที่สัมผัสสารเคมีได้ดีและสามารถตั้งปรับอัตราการจ่ายสารเคมีได้ และมีลิ้นกั้นไหลกลับ (Check Valve) ซึ่งมีคุณสมบัติทนการกัดกร่อนต่อสารเคมีได้
- 3.3 สารเคมีสำหรับปรับสภาพน้ำดังได้กล่าวมาแล้ว มีปริมาณที่เพียงพอจะใช้งานได้เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี และมีวิธีบ่งบอกการใช้งานติดอยู่กับภาชนะที่บรรจุ

### 4 ระบบระบายความเข้มข้นของสารเคมีโดยอัตโนมัติ (Automatic Bleed off system)

- 4.1 Conductivity Sensor วัดความเข้มข้นของสารเคมีในระบบท่อน้ำระบายความร้อน (Condenser Water System)
- 4.2 Conductivity Controller เป็นเครื่องควบคุมความเข้มข้นของสารเคมี โดยมีจุดตั้ง (Set point) ตามมาตรฐานผู้ผลิต ซึ่งจะส่งสัญญาณไป Solinoid Valve
- 4.3 Solinoid Valve เมื่อได้รับสัญญาณจาก Conductivity Controller จะเปิดวาล์วซึ่งเป็นแบบ Normally Closed ใช้ไฟ 24 V.DC.
- 4.4 Adhystable Timer Relay หลังจาก Solinoid Valve เปิดเป็นระยะเวลาหนึ่งตามเวลาที่ตั้งไว้และจะปิดหลังจากเวลานั้นผ่านไป และจะเริ่มวัฏจักรใหม่

### 5 เครื่องวัดความเข้มข้นของสารเคมี

- 5.1 สามารถวัดความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้เป็นค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity)
- 5.2 ความเข้มข้นของสารเคมีที่ให้อยู่ในช่วง 200-500 PPM.
- 5.3 สามารถควบคุม (Control) เครื่องสูบน้ำจ่ายสารเคมีได้ในกรณีที่ความเข้มข้นต่ำกว่าจุดที่ตั้งไว้ ให้เครื่องสูบน้ำจ่ายสารเคมีทำงาน ถ้าความเข้มข้นสูงกว่าจุดที่ตั้งไว้ให้เครื่องสูบน้ำจ่ายสารเคมีหยุดการทำงาน

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## หมวดที่ 12 การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน

### 1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศ และระบายอากาศทั้งหมดให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา
- 1.2 การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วันๆ ละ 12 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน
- 1.3 ระบบปรับอากาศชุดใด ที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้น ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 วัน
- 1.4 ภายหลังจากการทดสอบให้ผู้รับจ้าง ยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่า ระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

### 2 ข้อมูลการทดสอบ

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่มีลักษณะคล้ายกับแบบมาตรฐานของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนิน
- 2.2 แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบหรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจน
- 2.3 ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่างๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน
- 2.4 ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัด โดยไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการชดเชยออก โดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น
- 2.5 หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้นหรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้รับจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

### 3 การทดสอบระบบทำความเย็นและระบบน้ำหล่อเย็น

- 3.1 ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็นและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอน และวิธีการที่ผู้ทำเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างดีเคร่งครัด
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่องตรวจดู การทำงานของระบบควบคุมทั่วไป และระบบควบคุมความปลอดภัยต่างๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้
- 3.3 เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้เรียบร้อย ท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่อง ต้องมีการรับรองเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึง หรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางการหมุน และบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานผู้ทำ
- 3.4 อุปกรณ์ปรับสภาวะน้ำ ให้ทำการทดสอบเกี่ยวกับอัตราการไหล การวิเคราะห์สภาวะของน้ำ แล้วทำการปรับแต่งให้ได้ตามที่กำหนดไว้
- 3.5 Cooling Tower ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะในการระบายความร้อน และจำนวนน้ำที่ต้อง Beed-Off ในแต่ละครั้งภายหลังจากการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดปราศจากตะกอน และโคลนก่อนการส่งมอบงาน

### 4 การทดสอบระบบท่อน้ำ

- 4.1 ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนด การจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 4.2 การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆ ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาและอนุมัติของผู้คุมงาน
- 4.3 การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้คุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย
- 4.4 ท่อน้ำและอุปกรณ์ ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งานแต่ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- 4.5 หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่วและซ่อมแซม แล้วทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
- 4.6 รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อและเทปพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอยเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## 5 การปรับปริมาณน้ำ

- 5.1 ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบ และที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการอยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์จากที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์
- 5.2 การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำ ให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และเทียบกับ Pump Curve ของผู้ผลิต
- 5.3 วาล์วปรับปริมาณน้ำ (Balancing Valve) หลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว
- 5.4 ออริฟิสหรือ Flow Meter ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## หมวดที่ 13 การทดสอบและทำความสะอาด

### 1 ความต้องการทั่วไป

ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา โดยทำให้การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วันๆ ละ 12 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน ระบบปรับอากาศชุดใดที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมงให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้นติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 15 วัน ภายหลังการทดสอบให้ผู้รับจ้างยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่าระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

### 2 ข้อมูลการทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่ได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้าง แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบหรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจนก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่างๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัด โดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขูดลบออก โดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้นหากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้นหรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้รับจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

### 3 การทดสอบระบบทำความเย็นและระบบน้ำหล่อเย็น

- ก. ภายหลังการที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็นและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอน และวิธีการที่ผู้ทำเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างดี
- ข. ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่องตรวจดู การทำงานของระบบควบคุมทั่วไป และระบบควบคุมความปลอดภัยต่างๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้
- ค. เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ไต่ระดับ ท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่อง ต้องมีการรับรองเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึง หรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางการหมุน และบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ เพื่อการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานผู้ทำ

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**



- ง. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะในการระบายความร้อนในแต่ละครั้งภายหลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดปราศจากตะกอนและโคลนตมก่อนการส่งมอบงาน

#### 4. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- ก. ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามความต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% ของปริมาณลมที่ระบุในแบบ
- ข. การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- ค. การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกๆ แห่ง
- ง. ระบบการกระจายลมจะต้องไม่ทำให้เกิด Draft หรือเสียงดังเกินกว่า Noise Criteria สำหรับลักษณะการใช้งานของแต่ละห้อง

#### 5. การทำความสะอาดท่อลม

- ก. ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันมิให้เศษขนวน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- ข. ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด
- ค. ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

#### 6. อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศจะต้องได้รับการปรับหรือตั้งตามเงื่อนไขหรือตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบระบบควบคุมแล้วทำรายงานถึงผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร ภายหลังจากวันตรวจรับมอบงานแล้วหนึ่งเดือน สามเดือน แปดเดือน และสิบเอ็ดเดือน ตามลำดับรวม 4 ครั้ง

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

## หมวดที่ 14 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

### 1. วัตถุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ  
ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์ ต้องแสดง  
เอกสาร รายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติเท่านั้น

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing  
เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

2. รายการตัวอย่างผลิตภัณฑ์

Item	Equipment	Country of Original Manufacturers
2.1	<u>AIR CONDITIONING SYSTEM</u>	
2.1.1	<u>VRV AIR CONDITIONER</u>	
	DAIKIN	JAPAN
	LG	KOREA
	FUSHISU	JAPAN
	TOSHIBA	JAPAN
2.1.2	<u>AIR HANDLING &amp; FAN COIL UNIT</u>	
	AL-KO	USA
	DAIKIN	JAPAN/USA
	YORK	USA
	CARRIER	USA
2.1.3	<u>CENTRIFUGAL FAN &amp; AXIL FAN</u>	
	NATIONAL, PANASONIC	JAPAN
	WOLTER	GERMANY
	KRUGER	GERMANY
	LOYEN-COOK	USA
2.1.4	<u>VENTILATION FAN (PROPELLER TYPE)</u>	
	KRUGER	GERMANY
	NATIONAL, PANASONIC	JAPAN
	ACME	THAILAND
	WOLTER	GERMANY
2.1.5	<u>HEAD PIPE</u>	
	SPC	USA
2.1.6	<u>MOTOR FOR BLOWER</u>	
	BROOK	UK OR GERMANY
	MITSUBISHI	JAPAN
	ABB	SWITZERLAND
	SIEMENS	GERMANY
2.1.7	<u>GATE, GLOBE VALVE</u>	
	CRANE	UK or USA
	KITS	

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

PROJECT: ปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

Item	Equipment	Country of Original Manufacturers
2.1.8	VALOR	
	NIBCO	
	<u>BALL VALVE</u>	
	APOLLO	USA
	CRANE	UK or USA
2.1.9	LEGRIS	FRANCE
	VALOR	
	KITS	
	<u>STRAINER</u>	
	CRANE	UK or USA
2.1.10	VALOR	
	KITS	
	KITZ	JAPAN
	<u>BALANCING VALVE &amp; AUTOMATIC BALANCE VALVE</u>	
	FRESE	DENMARK
2.1.11	CRANE	UK OR USA
	BELL & GOSSET	USA
	AZBILL (YAMATAKE)	JAPAN
	TA	
	HONEYWELL	
2.1.12	JHONSON	USA
	<u>BUTTERFLY VALVE</u>	
	CRANE CENTERLINE	USA
	STOCKHAM	USA
	KITZ	JAPAN
	VALOR	
	NIBCO	
	<u>AUTOMATIC AIR VENT</u>	
	CRISPIN	USA
	APCO	USA
	BELL & GOSSET	USA
	VALMATIC	USA
	VAL TEC	CHAINA

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

PROJECT: ปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

Item	Equipment	Country of Original Manufacturers
2.1.13	<u>DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROL</u> ( CHILLER BYPASS VAVE) RAINBIRD BERMARD SINGER VALOR	USA ISARAE
2.1.14	<u>CHECK VALVE</u> CRANE CRISPIN KITZ VALOR	USA OR UK USA JAPAN
2.1.15	<u>2-3 WAY CONTROL VALVE, THERMOSTAT FLOW SWITCH AND FIRESTAT</u> JOHNSON TA BELIMO FISHER AZBIL (YAMATAKE)	USA JAPAN
2.1.16	<u>PRESSURE GAUGE, SNUBBER AND NEEDLE VALVE</u> WEEKSLER THERICE WINTERS MARSHALLTOWN LK	USA CANADA USA TAIWAN
2.1.17	<u>THERMOMETER AND THERMOWELL</u> WEKSLER TRERICE WINTERS MARSHALLTOWN LK	USA CANADA USA TAIWAN
2.1.18	<u>COPPER</u> CAMBRIDGE M&E	KOREA KOREA

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบ โครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขสัญญา**

PROJECT: ปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

Item	Equipment	Country of Original Manufacturers
2.1.19	<u>Y-STRAINER</u> METRAFLEX NIBCO CRANE KITZ VALOR	USA USA UK OR USA JAPAN
2.1.20	<u>FLEXIBLE JOINT (RUBBER)</u> MASON TOZEN METRAFLEX	USA USA
2.1.21	<u>EXPANSION JOINT (STAINLESS)</u> HYSPAN FLEXONICS OR EQUAL	
2.1.22	<u>FLEXIBLE AIR DUCT</u> AERO DUCT DUCT EXCEL APPLE EURUFLEX	THAILAND THAILAND
2.1.23	<u>PIPE INSULATION &amp; DUCT INSTALLATION</u> K-FLEX THERMAFLEX AERO FLEX	MALASIA & ITALY THAILAND THAILAND
2.1.24	<u>GRILLES &amp; DIFFUSERS</u> KOMFORT FLOW FLOTHRU ESCO FLOW WIND POINT	THAILAND THAILAND THAILAND
2.1.25	<u>AIR FILTER (FOR AHU)</u> AAF CAMFIL-FARR AIR GUARD CIRCUL-AIR AFPRO	

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

PROJECT: ปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

Item	Equipment	Country of Original Manufacturers
2.1.26	<u>VIBRATION ISOLATOR</u> MASON TOZEN KINETICS	USA USA.
2.1.27	<u>EXPANSION TANK</u> TACO HYDROLINE AMTROL BELL & GOSSETT BIO TANK BEST TANK	
2.1.28	<u>UVC</u> STERIL- AIRE RENOX AIRKNIGHT	USA USA USA
2.1.29	<u>ELECTRICAL CONDUCTOR</u> PHELPS DODGE THAI YAZAKI BANGKOK CABLE CTW FULLER	THAILAND THAILAND THAILAND THAILAND
2.1.30	<u>ELECTRICAL CONDUIT</u> ABBSO ARROW MATSUSHITA MARUICHI TSP TAS CDC UI	JAPAN OR THAILAND JAPAN THAILAND THAILAND THAILAND THAILAND THAILAND THAILAND
2.1.31	<u>LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER, SAFETY SWITCH</u> CLIPSAL SQUARE-D GE	USA USA USA

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**

PROJECT: ปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

Item	Equipment	Country of Original Manufacturers
2.1.32	SIEMENS	GERMANY
	MERLIN GERIN	FRANCE
	ABB	SWITZERLAND OR SWEDEN
	TERASAKI	JAPAN
	<u>MAGNETIC CONTACTOR AND CONTROL RELAY</u>	
2.1.33	SIEMENS	GERMANY
	FUJI	JAPAN
	MITSUBISHI	JAPAN
	ABB	SWITZERLAND
	TELEMECHANIQUE	FRANCE
2.1.34	<u>MOTOR</u>	
	SIEMENS	GERMANY
	VEM	GERMANY
	BROOK	UK
	CROMPTON	UK
2.1.35	MITSUBISHI	JAPAN
	ABB	SWITZERLAND
	<u>LV SWITCHBOARD LOCAL MANUFACTURER</u>	
	UNITED MS	THAILAND
	<u>METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENTS</u>	
2.1.36	SIEMENS	GERMANY
	AEG	GERMANY
	FUJI	JAPAN
	MITSUBISHI	
	ABB	
2.1.37	<u>FLOATLESS SWITCH</u>	
	OMRON	JAPAN
	NATIONAL	SWEDEN, SWITZERLAND
	<u>FLOAT SWITCH</u>	
	TZURUMI	JAPAN
	EBARA	JAPAN
	ABS	GERMANY

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**



PROJECT: ปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

Item	Equipment	Country of Original Manufacturers
2.1.38	<u>FIRE BARRIER SYSTEM</u>	
	3M	USA
	GE	USA
	WORMALD	USA
	FURUKAWA	JAPAN
	FIREPRO	UK
	TREMCO	USA

**\*\*หากมีรายการสถาปัตยกรรมที่ขัดแย้งกับแบบโครงสร้างหน้างานจริง ให้ทางผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing เสนอคณะกรรมการเพื่อขออนุมัติใช้แบบที่แก้ไข และให้ยึดถือประโยชน์ของทางราชการเป็นหลัก โดยไม่ถือว่าการแก้ไขสัญญา**