หมวดที่ 7
งานระบบวิศวกรรมเครื่องกล

1. ข้อกำหนดทั่วไปของงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องมีหน้าที่จัดหาและติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ระบายความร้อนแบบศูนย์รวม ชนิดปรับปริมาณน้ำยาทำความเย็นอัตโนมัติ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ และวัสดุปลีกย่อยที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด ทั้งนี้ตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมด ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนพร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศให้ใช้งานได้สมบูรณ์ ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของแบบงานและโครงการ ผลิตภัณฑ์ที่เสนอ รวมถึงผู้รับจ้างจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์นั้นๆ อย่างเป็นทางการ โดยมีเอกสารฉบับจริงมาแสดง ซึ่งเอกสารดังกล่าวต้องระบุถึงหน่วยงานโดยตรงแนบมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติวัสดุ

1.2 คุณสมบัติของผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศและผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ เพื่อประกอบการพิจารณาดังต่อไปนี้

1.2.1 แคตตาล็อกตัวจริง หรือรายละเอียดประกอบอื่นๆ ที่แสดงรายละเอียดทางวิศวกรรมของตัวปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบทั้งหมด

1.2.2 ก่อนเข้าดำเนินการติดตั้งให้ผู้รับจ้างเสนอแบบรายละเอียดการติดตั้งที่เป็นเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อขออนุมัติ

1.3 การดำเนินงาน

ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรเครื่องกลที่ได้รับใบอนุญาต มาทำการควบคุมการติดตั้ง หรือว่าจ้างผู้ที่มีความชำนาญการติดตั้งมาควบคุมการติดตั้ง ตามแบบแปลนที่ได้รับการอนุมัติเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้งานทุกอย่างมาขออนุมัติการใช้งานกับฝ่ายโครงการก่อนทำการติดตั้ง

1.4 การรับประกันและการบำรุงรักษา

1.4.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันระบบปรับอากาศทั้งระบบ ที่ทำการติดตั้งเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับจากวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยระบบปรับอากาศจะต้องทำงานได้ถูกต้องทุกประการ

1.4.2 ในช่วงการรับประกันนี้ หากระบบปรับอากาศมีข้อขัดข้อง ทางผู้ว่าจ้าง จะต้องแจ้งรายการข้อขัดข้องอย่างละเอียด ต่อผู้รับจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร และผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างเข้าตรวจสอบภายใน 7 วัน เมื่อได้รับเอกสารจากทางผู้ว่าจ้าง

2. เครื่องปรับอากาศระบายความร้อนแบบรวมศูนย์ ชนิดปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (VRF)

2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

2.1.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหา และติดตั้งระบบปรับอากาศ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบและวัสดุปลีกย่อยที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด ทั้งนี้ตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศให้ใช้งานได้สมบูรณ์ ถูกต้องตามความประสงค์ของแบบและโครงการ

2.1.2 คุณสมบัติของผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศและผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ

- ผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศ จะต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรง จากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายหลักของเครื่องปรับอากาศ และต้องไม่เคยมีรายชื่อในรายนามบริษัทที่ทิ้งงานราชการ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบปรับอากาศรวมทั้งระบบไฟฟ้าของระบบปรับอากาศโดยช่างผู้ชำนาญเป็นผู้ควบคุมการติดตั้ง อีกทั้งระบบปรับอากาศและผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่เสนอใช้ในโครงการจะต้องเป็นยี่ห้อที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทยสำหรับระบบน้ำยารวมศูนย์คิดเป็นจำนวนตันความเย็นไม่น้อยกว่า 25,000 ตันความเย็น
- ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ เพื่อประกอบการพิจารณา ดังต่อไปนี้
  1. ตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะของเครื่องปรับอากาศที่เสนอเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่กำหนด พร้อมแนบ แคตตาล๊อก ตัวจริง ที่แสดงรายละเอียดทางวิศวกรรมของตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบ และรายการประกอบแบบทั้งหมด
  2. ผู้รับจ้างจะต้องแนบเอกสารราคาอะไหล่ที่จำเป็น (Recommended Spare Part Price List) เพื่อประกอบการพิจารณา เช่น คอมเพรสเซอร์, แผงควบคุมอิเล็คโทรนิคส์ เป็นต้น
  3. ก่อนเข้าดำเนินการติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างเสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWING)มาให้เป็นผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อตรวจสอบก่อนดำเนินการติดตั้งเพื่อประกอบการพิจารณาด้วย ในกรณีที่ไม่เสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง(SHOP DRAWING) เพื่อขออนุมัติ จะไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าดำเนินการติดตั้ง

2.1.3 การดำเนินงาน

ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งเป็นบุคลากรของบริษัทเอง มาทำการควบคุมการติดตั้ง หรือว่าจ้างผู้ที่มีความชำนาญการติดตั้งมาควบคุมการติดตั้ง ตามแบบแปลนที่ได้รับการอนุมัติเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้งานทุกอย่างมาขออนุมัติการใช้งานจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนทำการติดตั้ง

2.1.4 การรับประกันและการบำรุงรักษา

- ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันระบบปรับอากาศทั้งระบบ ที่ทำการติดตั้งเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับจากวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยระบบปรับอากาศจะต้องทำงานได้ถูกต้องทุกประการ
- ผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างเข้าบริการทุก 6 เดือน หลังการส่งมอบงาน และเปิดใช้งาน พร้อมเอกสารการตรวจเช็ค ให้ผู้ว่าจ้างรับรองการเข้าบริการทุกครั้ง จนครบกำหนดการรับประกัน

- ในช่วงเวลาการรับประกันนี้ หากระบบปรับอากาศมีข้อขัดข้อง ทางผู้ว่าจ้าง จะต้องแจ้งรายการข้อขัดข้องอย่างละเอียด ต่อผู้รับจ้างเป็นรายลักษณ์อักษร และผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างเข้าตรวจสอบ ภายใน 3 วันทำการ เมื่อได้รับเอกสารจากทางผู้ว่าจ้าง

2.2 คุณลักษณะทางเทคนิค

เครื่องปรับอากาศระบบน้ำยารวมศูนย์ (Variable Refrigerant Flow) เป็นแบบขยายตัวรับความร้อนโดยตรง ระบายความร้อนด้วยอากาศ (DIRECT EXPANSION AIR-COOLED SPILT SYSTEM) ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต 1 ชุดสามารถต่อกับเครื่องเป่าลมเย็นได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น R-410A ซึ่งบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทตัวแทนจำหน่ายหลักจะต้องมีสามัญวิศวกรเครื่องกลเป็นผู้เซ็นรับรองการออกแบบระบบท่อน้ำยาสำหรับระบบปรับอากาศดังกล่าว โดยจะต้องแนบใบประกอบวิชาชีพสามัญวิศวกรเครื่องกล เครื่องปรับอากาศดังกล่าวจะต้องมีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบและมีรายละเอียดข้อกำหนดของตัวเครื่องปรับอากาศ ดังต่อไปนี้

2.2.1 คอนเด็นซิ่งยูนิต (CONDENSING UNIT)

ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมา จากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทยหรือญี่ปุ่น เท่านั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนโครงภายนอก (CASING, CARBINET) ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบอบ/สี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน
- คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบก้นหอย มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETIC SCROLL TYPE) โดยมีชุดINVERTER แบบ H.I.C. (Heat Interchange Circuit) ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ระบายความร้อนด้วยระบบน้ำยาและมอเตอร์คอมเพรสเซอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ คอนเด็นซิ่งยูนิต 1 ชุดโมดูล จะต้องประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์จำนวน 1 ชุดเท่านั้น ซึ่งจะควบคุมการทำงานโดยชุด INVERTER แบบ100% เพื่อให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยกินกระแสไฟฟ้าต่ำตั้งแต่เริ่มเดินเครื่องและที่จุดเริ่มการทำงานของคอมเพรสเซอร์แต่ละชุด โดยไม่มีการกระชากไฟ คอมเพรสเซอร์จะต้องปรับโหลดการทำความเย็นระหว่าง 15 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นอยู่กับรุ่นคอนเด็นซิ่งที่ทางโครงการเลือกใช้) โดยปรับการใช้กระแสไฟฟ้าตามอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตามการใช้งานในช่วงเวลาต่างๆโดยอัตโนมัติค่าสัมประสิทธิ์ในการทำความเย็น (COP) ของคอนเด็นซิ่งยูนิตทุกรุ่นที่เสนอจะต้องไม่ต่ำกว่า 3.05 ที่อุณหภูมิภายในที่กระเปาะแห้ง 27 องศาเซลเซียส, กระเปาะเปียก 19.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม JIS ซึ่งผู้จำหน่ายหรือผู้ผลิตจะต้องส่งสิ่งพิมพ์เป็นทางการสำหรับผู้ใช้งานทั่วๆ ไป ที่ระบุรายละเอียดของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ , ค่าความเย็น และค่าสัมประสิทธิ์ในการทำความเย็นอย่างชัดเจนทุกรุ่น เพื่อยืนยันประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ
- คอยล์ของคอนเด็นเซอร์ (CONDENSER COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมที่เคลือบเป็น Blue Fin ป้องกันการกัดกร่อนซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อ

ทองแดง โดยมีวงจรทำน้ำยาเหลวยิ่งยวด (Heat Interchange Circuit, Sub-cooling) และระบบทั้งหมดผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต และสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงสุดถึง 52 องศาเซลเซียส

- พัดลมของคอนเด็นเซอร์ เป็นแบบใบพัดแฉก (PROPELLER) โดยได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงโปร่งป้องกันอุบัติเหตุ และสามารถปรับ External Static Presure ได้ 60 Pa เท่านั้น
- มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด ซึ่งควบคุมด้วยระบบ INVERTER เพื่อรองรับในช่วงภาระความร้อนต่ำ และเพิ่มอายุการใช้งาน โดยต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองลื่น แบบตลับลูกปืน หรือแบบปลอก ที่มีการหล่อลื่นระยะยาว
- ระบบควบคุม มีแมกเนติกคอนแทรคเตอร์ , เครื่องป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ (HIGH PRESSURE CUT OUT) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม
- แผง PCB ใน Condensing Unit ระบายความร้อนด้วยอากาศ
- ระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ø / 50 Hz

2.2.2 เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT)

ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงาน เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับคอนเด็นซิ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. <u>ในกรณีเครื่องส่งลมเย็นแบบซ่อนฝ้าหรือต่อท่อลม</u>
   - ขนาดตั้งแต่ 7,500 ถึง 54,600 Btu/h ให้มีขนาดความหนาเครื่องไม่เกิน 250 mm. สามารถปรับระดับ External Static Pressure ได้ 5 ระดับ ตั้งแต่ 35 Pa ถึง 150 Pa และมีปั๊มระบายน้ำทิ้ง (Drain Pump) ในตัวสามารถต่อท่อสูงขึ้นจากตัวเครื่อง ได้ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร โดยวัดจากพื้นผิวด้านบนของฝ้าเพดาน
   - ขนาดตั้งแต่ 76,400 ถึง 95,500 Btu/h ให้มีขนาดความหนาเครื่องไม่เกิน 470 mm. สามารถปรับระดับ External Static Pressure ได้ 5 ระดับ ตั้งแต่ 50 Pa ถึง 250 Pa และมีปั๊มระบายน้ำทิ้ง (Drain Pump) เป็น Option เสริม และเป็นยี่ห้อเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอในโครงการ สามารถต่อท่อสูงขึ้นจากตัวเครื่อง ได้ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร โดยวัดจากพื้นผิวด้านบนของฝ้าเพดาน
2. <u>ในกรณีเครื่องส่งลมเย็นแบบที่เป็นกระจายลม 4 ทิศทาง</u>
   - สามารถปรับความเร็วลม ได้ 4 รูปแบบ (Low-Med2-Med1-High) ไม่รวมแบบอัตโนมัติ มีปั๊มระบายน้ำทิ้ง (Drain Pump) ในตัวสามารถต่อท่อสูงขึ้นจากตัวเครื่อง ได้ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร โดยวัดจากพื้นผิวด้านบนของฝ้าเพดาน
   - พัดลมส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบกรงกระรอก (SIROCCO FAN) ขับเคลื่อนโดยตรงหรือผ่านสายพานด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา (ขึ้นอยู่กับรุ่นที่เลือกใช้)
   - มอเตอร์เป็นชนิด INDUCTION HOLD IC CONTROL หรือ SPLIT CAPACITOR ที่มีอุปกรณ์ภายใน ป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์ (ขึ้นอยู่กับรุ่นที่เลือกใช้)

- คอยล์เย็น (EVAPORATOR COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์เอ็กแปนชั่นวาล์ว (LINEAR EXPANSION VALVE)
- ระบบควบคุม มีสวิทช์ เปิด ปิด เครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งสวิตช์เทอร์โมสแตต อยู่ที่เครื่อง หรือเป็นแบบตั้งแยก (REMOTE TYPE) ที่ต่อสายส่งสัญญาณควบคุมการทำงาน ระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับชุดควบคุมการทำงาน (CONTROLLER) เป็นแบบ NON POLARITY ด้วยสาย 2 แกน โดยสามารถแสดงอุณหภูมิที่ตั้ง และอุณหภูมิในขณะใช้งานจริง และระบบควบคุมต้องมีการแจ้งเตือนการทำงานผิดปกติ ด้วยรหัส ที่สื่อถึงอากาศผิดปกติของเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะรหัส ที่แจ้งเตือนเกี่ยวกับน้ำยารั่ว
- แผงกรองอากาศเป็นแบบ PP Honeycomb fabric เท่านั้น ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
- ในกรณีที่ เครื่องติดตั้งสูงกว่าระดับพื้น มากกว่า 4 เมตร เครื่องปรับอากาศต้องมีระบบ Auto Up-Down ของ แผงติดตั้งแผนกรองอากาศ เพื่อให้อุปกรณ์ดังกล่าว เลื่อนลงในระดับที่สามารถ ถอดเพื่อทำการล้าง และดูแลรักษาได้ง่าย
- ระบบไฟฟ้า 220 V / 1 Ø / 50 Hz หรือ 380 V / 3 Ø / 50 Hz แล้วแต่รุ่นที่เลือกใช้

2.3 อุปกรณ์ประกอบของระบบปรับอากาศ

2.3.1 ชุดอุปกรณ์แบ่งสารทำความเย็น (JOINT)

- ชุดอุปกรณ์แบ่งสารทำความเย็นต้องทำจากทองแดงที่ได้มาตรฐาน
- ลักษณะของอุปกรณ์ต้องมีลักษณะเป็นข้อต่อ 3 ทางเท่านั้น ซึ่งสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด

2.3.2 ชุดควบคุมส่วนกลางแบบจอสัมผัส (Central Controller)

อุปกรณ์จัดการต้องอยู่ภายใต้ตราสินค้าเดียวกับระบบปรับอากาศ สามารถเชื่อมต่อกับระบบปรับอากาศได้โดยตรง และเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ใดๆ อุปกรณ์จัดการอัจฉริยะแบบสัมผัสแต่ละตัวต้องสามารถควบคุมคอยล์เย็นได้สูงสุด 50 หรือ 200 กลุ่มเครื่องส่งลมเย็น และสามารถเดินสายสัญญาณควบคุมได้สูงสุด 1000 เมตร โดยมีฟังก์ชั่นต่างๆ ดังนี้

- ปรับตั้งอุณหภูมิของแต่ละแฟนคอยล์
- ปรับตั้งความแรงของพัดลมของแต่ละแฟนคอยล์
- แสดงค่าผิดปกติของแต่ละแฟนคอยล์
- สั่งเปิด/ปิด แฟนคอยล์เป็นชุดหรือเป็นกลุ่ม
- สั่งเปิด/ปิด ระบบปรับอากาศทั้งระบบ
- เปลี่ยนรูปแบบการทำงาน (ทำความเย็น, พัดลม, ฯลฯ)
- ปรับตั้งความแรงพัดลม ปรับตั้งทิศทางของการจ่ายลม
- อนุญาตและไม่อนุญาตให้รีโมทคอนโทรลของคอยล์เย็นแต่ละตัวใช้งานได้

2.3.3 ในกรณีที่ เครื่องเป่าลมเย็น หรือ เครื่องระบายลมร้อน ใดๆ ในระบบ เกิดเหตุขัดข้องทางไฟฟ้า เช่น ปิดเบรกเกอร์เพื่อซ่อมบำรุง , เบรคเกอร์ตัดวงจรเนื่องจากมีกระแสไหลเกินกว่าพิกัดของเบรคเกอร์ เครื่องเป่าลมเย็น หรือ เครื่องระบายลมร้อน ที่เหลือในวงจรน้ำยานั้นๆ ต้องสามารถทำงานได้ปกติ เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุงและการใช้งานอย่างระบบปรับอากาศอย่างต่อเนื่องถึงแม้จะมีเครื่องปรับอากาศตัวใดตัวหนึ่งในระบบเสีย ทั้งนี้ต้องมีเอกสารยืนยันจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในการยื่นขออนุมัติใช้เครื่องปรับอากาศ

2.4 ระบบไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศระบบรวมศูนย์

2.4.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศตามแบบ และรายการประกอบนี้ และอื่นๆ ที่จำเป็นที่มิอาจได้กำหนดไว้ โดยการติดตั้ง ทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐาน NEC.

2.4.2 สวิตช์อัตโนมัติ ในตู้แผงสวิตช์เมนและสวิตช์อัตโนมัติย่อย (LOAD CENTER) ให้ดูจากข้อกำหนดของงานไฟฟ้า

2.4.3 สายไฟฟ้าทั้งหมดให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.11-2531 ยกเว้นสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องปรับอากาศ หรือที่ส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศเท่านั้น อาจเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศนั้นๆ ได้

2.4.4 ชนิดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- สายไฟฟ้าเมนให้ใช้ชนิด CV 750 V. 70 °C PVC
- สายไฟฟ้าคอนโทรลให้ใช้ชนิด VCT 750 V. 70 °C PVC

2.4.5 ขนาดสายไฟฟ้าเมนเครื่องปรับอากาศ หากมิได้กำหนดไว้ ขนาดสายไฟฟ้าจะต้องเป็นขนาดที่รับกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 125% ของกระแสใช้งานเต็มที่ (FULL LOAD) และขนาดเล็กสุด 2.5 ตร.มม.

2.4.6 ขนาดของสายไฟฟ้าคอนโทรล ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.

2.4.7 การติดตั้งระบบสายดินตัวเครื่องปรับอากาศที่เป็นโลหะ ในการทำงานปกติต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (NON CURRENT – CARRYING METAL PARTS OF SYSTEM OF EQUIPMEN) ขนาดสายดิน ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ หรือที่กำหนดในแบบ

2.4.8 ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Hot dip ทั้งภายในและภายนอก ท่อ) ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

2.4.9 ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Hot dip ทั้งภายในและภายนอกท่อ) ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

2.4.10 การเดินสายไฟฟ้า หากไม่ได้กำหนดไว้ ต้องเดินสายในท่อ EMT หรือ IMC (Hot dip ทั้งภายในและภายนอกท่อ) ขนาดและจำนวนสายในท่อ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ฯ หรือที่กำหนดในแบบ

2.4.11 การตัดต่อสายไฟฟ้า ต้องทำในกล่องต่อสาย กล่องสวิตช์ หรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการต่อ สายไฟฟ้า ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงได้ง่าย

2.4.12 การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม. ให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK ขนาดโตกว่า10 ตร.มม. ให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้า ให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

2.4.13 การเดินสายไฟฟ้าเข้ากับมอเตอร์ ของแฟนคอยล์ยูนิต หรือ คอนเด็นซิ่งยูนิต ให้เดินร้อยสายใน FLEXIBLE CONDUIT

2.4.14 ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่เดินซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดาน หรือเดินเกาะเพดาน หรือฝังในผนัง ให้ใช้ท่อ EMT (Hot dip ทั้งภายในและภายนอก ท่อ)

2.4.15 ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่เดินฝังในคอนกรีตหรือนอกอาคาร ให้ใช้ท่อ IMC (Hot dip ทั้งภายในและภายนอก ท่อ)

2.4.16 ท่อร้อยสายไฟฟ้าคอนโทรล ให้ใช้ท่อ EMT หรือ ท่อพี.วี.ซี. สีเหลือง ชั้น 8.5 ตาม ม.อ.ก.216

2.5 การปรับปริมาณอากาศและการทดสอบ

2.5.1 เมื่อติดตั้งระบบปรับอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ถ้ามีระบบท่อลม และหัวจ่ายลมแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องปรับปริมาณอากาศ ให้เท่ากับปริมาณที่กำหนดไว้ในแบบ โดยที่ยอมให้มีความแตกต่างได้ไม่เกินร้อยละ 10 และอากาศที่ออกมาจากแต่ละหัวจ่าย จะต้องสมดุลกันทุกทิศทาง การปรับปริมาณลมนั้น ให้ปรับที่แผ่นของลมเลี้ยว (Spliter) หรืออาจจะปรับที่ชุดแผ่นรับปริมาณลม ที่หัวจ่ายลมก็ได้ แต่ต้องไม่ให้เกิดเสียงดัง

2.5.2 การทดสอบ ให้กระทำโดยตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ทางวิศวกรรมที่สำคัญๆ เช่น ความดันของสารทำความเย็น กระแสไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์ทุกตัว ปริมาณลมที่หัวจ่ายลมทุกหัว อุณหภูมิในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิที่ออกจากคอยล์เย็น อุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิก่อนเข้าและออกจากคอนเด็นซิ่งยูนิต การทำงานของเทอร์โมสแตท และสวิตช์คอนโทรลต่างๆ เป็นต้น โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบดังกล่าว โดยมีตัวแทนของผู้ว่าจ้างมาทำการควบคุม และลงนามกำกับแบบฟอร์มการทดสอบ เพื่อเสนอต่อผู้ว่าจ้าง ในการส่งมอบงานระบบปรับอากาศงวดสุดท้าย ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ซึ่งรวมถึงค่ากระแสไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

2.6 การส่งมอบ

ผู้รับจ้าง ต้องแนบรายการ และรายละเอียดของการทดสอบ พร้อมทั้งแสดงการติดตั้งจริง (ASBUILT DRAWING) ทั้งระบบ พร้อมทั้งคู่มือการใช้งาน หากระบบคอนโทรลเป็นระบบพิเศษ หรือมีขนาดใหญ่กว่า 15 ตันความเย็น จะต้องทำ DIAGRAM แสดงวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เคลือบด้วยพลาสติกใสติดไว้ที่ตู้ควบคุม

2.7 อุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหมวดนี้ ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้

3. ระบบท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง

3.1 ท่อน้ำยา (Refrigerant Pipe)

ท่อน้ำยาใช้ท่อทองแดงชนิด Hard Drawn ตามมาตรฐาน ASTM B88 Type L หรือมีมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ข้อต่อใช้ชนิด Forged of Wrought Copper, Solder Type รอยต่อเชื่อมด้วย Silver Brazing Alloys ท่อ Suction จะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Electrometric EPDM หรือ NRB หนาไม่ต่ำกว่า 3/4 นิ้ว (19 มิลลิเมตร) หรือตามที่ระบุในแบบ

3.2 ท่อน้ำทิ้ง (Drain Type)

ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC แข็ง, Class 8.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.17-2524 อุปกรณ์ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต ท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Electrometric EPDM หรือ NRB หนาไม่ต่ำกว่า 1/2 นิ้ว (13มิลลิเมตร) หรือตามที่ระบุในแบบ

4. การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

4.1 การติดตั้งชุดระบายความร้อน

4.1.1 การติดตั้งบนพื้นคอนกรีต ให้ทำฐานเหล็ก ขนาดสูงไม่น้อยกว่า 250 มม. จากระดับพื้นที่ติดตั้ง ขนาดมาตรฐานใหญ่กว่าขนาดของคอนกรีตของ Condensing Unit อย่างน้อย 200 มม. โดยรอบ ผิวให้ฉาบปูนขัดให้เรียบ ที่ฐานต้องรองด้วย Rubber Pad และต้องป้องกันไม่ให้น้ำขังค้างอยู่ที่ขาส่วนที่เป็นโลหะได้

4.1.2 การติดตั้งบนพื้นดิน ให้ฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดใหญ่ตลอดใต้เครื่อง และโตกว่าเครื่องไม่น้อยกว่า 200 มม. รอบทุกด้านฐานสูงกว่าระดับดินไม่น้อยกว่า 100 มม. ฐานต้องทำให้เหมาะสมกับสภาพดิน และสามารถรับน้ำหนักเครื่องโดยไม่ทรุด

4.1.3 การติดตั้งบนดาดฟ้าหรือกันสาด ก่อนติดตั้งให้ปรึกษาผู้ว่าจ้างก่อน ถ้าหากพื้นดาดฟ้าหรือกันสาดสามารถรับน้ำหนักได้ โดยไม่ต้องมีโครงเหล็กรับเพื่อเฉลี่ยน้ำหนัก ก็ให้ตั้งเครื่องบนพื้นได้แต่ต้องมีเหล็กตัว C ทาสีเพื่อป้องกันสนิมอย่างดี ตัวโครงเหล็กให้ยึดกับพื้นหลังคาหรือกันสาด โดยให้แผ่นยาง Rubber Pad รองโดยรอบระหว่างโครงเหล็กกับพื้นหลังคา หรือกันสาด และระหว่างตัวเครื่องกับโครงเหล็กเพื่อลดแรง สั่นสะเทือน

4.2 การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็น

การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็น ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต ซึ่งแตกต่างออกไปตามแต่ชนิดและลักษณะของเครื่องเป่าลมเย็น ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นมา และก่อนทำการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อน

4.3 การเดินท่อน้ำยา

การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินในแนวขนาน และ/หรือตั้งฉากไปกับอาคาร ถ้าเดินผ่านทางเท้าที่มีคนเดินลานดิน และ/หรือถนน ให้ทำรางคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาครอบเพื่อใส่ท่อน้ำยา และท่อร้อยสายไฟฟ้า ถ้าอยู่บนถนน ต้องทำให้รับน้ำหนักรถยนต์ที่อาจวิ่งผ่านได้ด้วย ในกรณีจำเป็นเพื่อรับการขยายตัวของท่อตัวเข้ากับ Compressor หรือเพื่อป้องกันท่อแตก เพราะการสั่นสะเทือนต้องใช้ Flexible Hoven Metal Connector ท่อส่วนที่เจาะทะลุ ตัวอาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำท่อน้ำยาและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ฝาครอบหรือก่ออิฐช่องที่ทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝนท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกันโดยมี Clamp รัดทุกๆ ระยะที่ห่างกัน ตามตาราง

ขนาดของท่อ OD	ระยะห่างในแนวระดับ (เมตร)	ระยะห่างในแนวดิ่ง (เมตร)
3/8 นิ้ว	1.3	1.8
1/2 นิ้ว	1.3	1.8
5/8 นิ้ว	1.3	1.8
3/4 นิ้ว	1.8	2.4
7/8 นิ้ว	1.8	2.4
1-1/8 นิ้ว	1.8	2.4
1-3/8 นิ้ว	2.4	3
1-5/8 นิ้ว	2.4	3
2-1/8 นิ้ว	2.7	3
2-5/8 นิ้ว	3.0	3.6

ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หรือใช้เป็นปลอกท่อ ท่อ PVC หุ้มรอบฉนวนก่อนรัด Clamp ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็ก U ขนาดไม่น้อยกว่า 75 มม.X40 มม.X 5 มม. โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันตามดังกล่าว ความยาวของเหล็กรองรับต้องมาพอที่จะรับ Clamp ท่อทั้งหมดได้

4.4 การเดินท่อน้ำทิ้ง

ให้ต่อท่อน้ำทิ้งจากถาดรองน้ำของ Fan Coil Unit ไปหาท่อระบายน้ำที่ใกล้ที่สุด ตรงจุดที่ต่อออกจากเครื่องต้องสามารถเปิดออกทำความสะอาดได้ง่าย การยึดติดกับผนังให้ใช้ประกับเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมชนิดสำหรับใช้รัดท่อ

5. พัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan)

5.1 พัดลมแบบ CENTRIFUGAL

5.1.1 ตัวถัง (CASING) ทำด้วยเหล็กกล้า ความหนาไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิเมตร FAN SCROLL และ SIDE PLATE ยึดต่อกัน แบบ LOCK SEAM หรือ WELD SEAM อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ พัดลมที่มีขนาดเส้น ผ่าศูนย์กลางใหญ่ กว่า 750 มิลลิเมตร (30 นิ้ว) ต้องมี ACCESS DOOR ในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาผ่านกรรมวิธีป้องกัน สนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

5.1.2 ใบพัด (FAN WHEEL) เป็นแบบ MULTI-BLADES, BACKWARD หรือ FORWARD CURVE ทำด้วยเหล็กกล้าหรือ อลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรง ไม่บิดเสียรูป เนื่องจากการเร่งความเร็ว (ACCELERATION) และแรงดันอากาศ ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุน (STATICALLY AND DYNAMICALLY BALANCED) มาจากโรงงานผู้ผลิต

5.1.3 เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ตั้งแต่ 1.25 จนถึง 2 เท่าของ ความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน ตลับลูกปืนเป็นชนิด BALL BEARING หรือ ROLLER BEARING แบบ SELF ALIGNMENT มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า L10 40,000 ชั่วโมง การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับ ลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจาระบีออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก

5.1.4 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (FAN OUTLET) ต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที)

5.1.5 ตัวถังพัดลมต้องมีรูระบายน้ำที่อาจขังอยู่ภายในและมีปลั๊กอุดไว้

5.1.6 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เล่ย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพานได้ มีฝา ครอบสายพาน (BELT GUARD) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลม ได้โดยไม่ต้องถอดออก มอเตอร์และฝา ครอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดชิ้นเดียวกับฐานพัดลม

5.1.7 พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 500 L/s ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ DIRECT-DRIVE ตามที่ กำหนดในแบบ, VIBRATION ISOLATOR ใช้แบบยาง ACOUSTIC PAD ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ RUBBER-IN-SHEAR

5.1.8 VIBRATION ISOLATOR ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี ACOUSTIC PAD รองและให้ STATIC DEFLECTION ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน MAXIMUM LOAD ตามคำแนะนำของ ผู้ผลิต

5.1.9 ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี ACCESS DOOR ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้ โดยไม่ต้องถอดท่อลม

5.1.10 พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGE) พร้อมทั้งติดตั้ง FLEXIBLE DUCT CONNECTION ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

5.1.11 ปากพัดลม (INLET และ OUTLET) ที่ไม่ต่อกับท่อลม ต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (SCREEN) ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่อง ของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

5.2. พัดลมแบบ PROPELLER

5.2.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมา จากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบ มาให้มีรูปที่ออกมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม

5.2.2 ใบพัดลมชนิดทำด้วยอลูมิเนียมต้องมี WIRE GUARD ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

5.2.3 GRAVITY SHUTTER เป็นแบบ MULTIBLADE GRAVITY SHUTTER ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุน สามารถปิดได้สนิท

5.2.4 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคารต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อย กว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

5.3. พัดลมระบายอากาศแบบ CEILING FAN

5.3.1 ใบพัดเป็นแบบ PROPELLER หรือ CENTRIFUGAL พร้อมทั้งมี OUTLET GRAVITY DAMPER

5.3.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะและสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิด ช่องบริการ

5.3.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลมและ STATIC PRESSURE รวมทั้งต้องมีระดับเสียง อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย

5.3.4 การปิดเปิดพัดลม เป็นแบบสวิตช์ที่มีไฟแสดง

5.4. พัดลมแบบ AXIAL FLOW

5.4.1 ตัวถัง (CASING) ทำด้วยเหล็กกล้า หรือเหล็กอาบสังกะสี ผ่านกรรมวิธีกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐาน โรงงานผู้ผลิต การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ DIRECT DRIVE หรือสายพาน มอเตอร์มี 4, 6 หรือ 8 POLE ตามรุ่น มาตรฐานของผู้ผลิต VIBRATION ISOLATOR เป็นแบบสปริง มี ACOUSTIC PAD รอง และให้ STATIC DEFLECTION ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน MAXIMUM LOAD ตามคำแนะนำของ ผู้ผลิต

5.4.2 ใบพัดเป็นแบบ AIRFOIL สามารถปรับตำแหน่งมุมใบพัดได้ (ADJUSTABLE PITCH) ทำด้วยเหล็กกล้าหรือ ALUMINIUM ALLOY ได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง STATIC และ DYNAMIC มาจากโรงงานผู้ผลิต

5.4.3 พัดลมที่เลือกใช้งานต้องมีประสิทธิภาพ (TOTAL EFFICIENCY) ตาม PERFORMANCE CURVE ไม่น้อยกว่า 60-70% หรือหากไม่เป็นไปตามที่ระบุข้างต้นให้ส่งเอกสารเพื่อให้วิศวกรพิจารณา

5.4.4 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที) ปากพัดลม INLET และ OUTLET) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรง (SCREEN) เหล็กไม่เป็นสนิม ช่องเปิดของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปากพัดลมทางเข้าที่ไม่ต่อกับท่อลมจะต้องประกอบด้วยชุด BELL MOUNT

5.4.5 ต้องมีสายและหัวอัดจาระบี (GREASE FITTING) ต่อออกมาจากตลับลูกปืนไปยังตัวถังในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึง ได้ง่าย

5.4.6 พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGE) พร้อมทั้งติดตั้ง FLEXIBLE DUCT CONNECTIONไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

5.5 CEILING CABINET FAN

ตัวถังของชุดพัดลมทำมาจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยบุด้านในด้วยฉนวนกันเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มม. (1/2 นิ้ว) ฉนวนกันเสียงจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการฉีกขาดของผิวหน้าด้านล่างของตัวถังชุดพัดลม จะต้องมีช่องเปิดบริการ (ACCESS PANEL) ที่สามารถเปิดเข้าซ่อมพัดลม และมอเตอร์ได้จากด้านใต้ตัวถังพัดลม จะต้องมีจุดรับน้ำหนักที่สามารถหิ้วพัดลมเพื่อแขวนยึดกับเพดานด้านบนได้ ตัวถังพัดลมจะต้องออกแบบให้ทิศ ทางการไหลของอากาศเป็นแบบเข้าด้านหลัง และออกด้านหน้า (INLINE AIR FLOW) ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยตัวถังที่มีโครงสร้างแข็งแรง ตัวพัดลมและช่องเปิดบริการ (ACCESS PANEL) พัดลมจะต้องถูก ออกแบบมาเฉพาะให้ใช้กับการติดตั้งในฝ้าเพดาน และได้รับการรับรองทั้งทางด้าน AIR PERFORMANCE และ SOUND PERFORMANCE จากมาตรฐาน AMCA

5.6 พัดลมเป็นชนิด CENTRIFUGAL FAN

5.6.1 ถูกขับเคลื่อนโดยตรงด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้า 230 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท หรือ 400 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท ตามที่ ระบุในแบบหรือรายการอุปกรณ์ ทั้งชุดพัดลมและมอเตอร์ถูกออกแบบให้ติดตั้งไว้ด้านในของตัวถังที่ทางออกของ พัดลม จะต้องมีแดมเปอร์กันลมย้อนกลับ (BACK DRAFT DAMPER) ติดตั้งมาพร้อมกับพัดลมจากโรงงานผู้ผลิต

5.6.2 ในการติดตั้งจะต้องป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง และ/หรือ ท่อลม โดยการแขวนยึดกับลูก ยางกันสะเทือนตามมาตรฐาน และคำแนะนำของผู้ผลิต ทั้งนี้การเลือกลูกยางหรือสปริงกันสะเทือนจะต้องคำนึงถึงน้ำหนัก, แรงเหวี่ยงหมุนตัว และค่าการยุบตัวที่เหมาะสมกับพัดลมแต่ละรุ่น เพื่อไม่ให้เกิดการส่งผ่านของการสั่นสะเทือนไป ตามโครงสร้าง ณ จุดใดที่ตรวจพบปัญหาดังกล่าว ให้ผู้รับจ้างแก้ไขโดยผ่านการเห็นชอบของวิศวกรควบคุมงาน โดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด ทางด้านท่อลมถ้ามีการต่อกับพัดลมจะต้อง มีผ้าใบ POLYESTER กันสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วยเสมอ

6. ระบบท่อส่งลม

6.1 ทั่วไป

งานท่อลมในที่นี้จะประกอบด้วย ท่อลมจ่าย (Supply air) ท่อลมกลับ(Return air) ท่อลมบริสุทธิ์ (Fresh air) และท่อลมระบายอากาศ (Exhaust air) สำหรับเครื่องจ่ายลมเย็น (Air handling unit) และพัดลมระบายอากาศ (Exhaust fan) ในแบบที่ปรากฏไม่จำเป็นต้องแสดงรายละเอียดทั้งหมดของงานท่อลม แต่ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์/รายละเอียดที่จำเป็นโดยมิได้เพิ่มราคา

6.2 วัสดุงานท่อลม เป็นท่อส่งลมเย็น แบบ Pre Insulating Duct

ทำการติดตั้งท่อลมให้เหมาะสมและสวยงาม ทำการจัดหา และติดตั้งระบบท่อส่งลมรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ SHOP DRAWING ที่ได้พิจารณาเห็นชอบแล้ว มีมาตรฐานของท่อลม โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 ข้อกำหนดคุณสมบัติของวัสดุท่อลมเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศ

- ท่อลมระบบปรับอากาศ ที่ใช้ผลิตจากท่อลมระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นแบบท่ออลูมิเนียมแบบกึ่งสำเร็จรูป ขนาดแผ่นมาตรฐาน 4,000 mm X 1,200 mm หนา 20 +/- 1 mm โดยสินค้าต้องมี โลโก้ ที่วัสดุให้ชัดเจน เช่น โลโก้ที่ตัวแผ่น, โลโก้ที่ตัวปิดมุม อย่างชัดเจน เพื่อป้องกันการปลอมแปลงสินค้า
- วัสดุที่ใช้ทำฉนวนท่อลม วัสดุฉนวนที่ใช้ต้องไม่มีสารประกอบ CFC และ ไมโครไฟเบอร์ โดยวัสดุที่ทำฉนวนต้องเป็นชนิด โพลีไอโซไซยานูเรต โฟม ชนิดที่ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติกหรือเกิดการหลอมเหลวเป็นหยดไฟเมื่อถูกความร้อน และไฟสามารถดับได้เองเมื่อติดไฟ โดยไม่เกิดการลุกลาม และต้องผ่านมาตรฐาน NES 713 (Smoke Toxicity) ไม่มีสารพิษที่เกินมาตรฐานที่ค่าดัชนีเฉลี่ยไม่เกิน 6.4 ขณะทดสอบด้วยการเผาไฟ
- วัสดุ และเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบท่อระบบปรับอากาศแบบกึ่งสำเร็จรูป เช่น กาว, แท่งอลูมิเนียมเสริมแรง, PVC ยึดหน้าแปลน, ตัวต่อแบบมือเสือ, อลูมิเนียมเทป ต้องได้มาตรฐานเดียวกับโรงงานผู้ผลิตแผ่นท่อลมกึ่งสำเร็จรูป

6.2.2 การผลิตและติดตั้งท่อลมระบบปรับอากาศ

การผลิต และประกอบท่อลมสามารถทำได้ทั้ง ที่หน้างาน หรือจากโรงงาน ผู้รับเหมาติดตั้งที่ได้รับการอบรมอย่างถูกต้อง **ท่**อลมที่ผลิตขึ้นทุกชิ้นส่วนต้องได้มาตรฐาน และทำตามกรรมวิธีที่กำหนดในตารางของผู้ออกแบบ สำหรับท่อลมแบบกึ่งสำเร็จรูปต้องทำตามคู่มือทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิตท่อลม

6.2.3 การต่อท่อลมแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน

ในการต่อท่อลมแต่ละท่อเข้าด้วยกันต้องใช้ หน้าแปลน เหล็ก, อลูมิเนียม, หน้าแปลนพีวีซี หรือตัวต่อแบบมือเสือ อย่างใดอย่างหนึ่ง ตามมาตรฐานและ ข้อกำหนดที่แนะนำ ในคู่มือการติดตั้งของบริษัทผู้ผลิต และผู้ออกแบบ โดยต้องมีการซีลรอยต่อด้วยปะเก็น ซิลิโคน หรือวัสดุที่ใช้ในการอุดป้องกันการรั่วเพื่อป้องกันความชื้น และการรั่วซึม

6.2.4 การเสริมความแข็งแรงของท่อลม

กรณีที่ค่าแรงดันสถิตภายในระบบท่อลมสูงๆ จะต้องมีการเสริมความแข็งแรงของท่อลมโดยใช้วัสดุเสริมแรง ซึ่งจะต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของการออกแบบท่อลมทั้ง ทางด้านท่อส่งลม

เย็น และด้านท่อดูดลมกลับ สำหรับท่อลมกึ่งสำเร็จรูปการเสริมแรงต้องได้มาตรฐาน ตามตารางแสดงความสัมพันธ์ของค่าแรงดันในระบบ กับ ขนาดของท่อลมที่แสดงในคู่มือการผลิตของบริษัทผู้ผลิต

6.2.5 ท่อแยกสาขาและท่อแยกตัวที

ท่อสาขาที่แยกออกมาจากท่อเมน และ ท่อแยกตัวที ต้องผลิตอย่างถูกต้องตามหลักพลศาสตร์ ซึ่งได้กำหนดไว้ ในคู่มือการติดตั้งและข้อกำหนดของผู้ออกแบบ

6.2.6 ข้อกำหนดของคุณสมบัติของวัสดุ

วัสดุฉนวนที่ใช้ในการทำท่อส่งลมเย็นต้องได้รับการรับรองมาตรฐานคุณสมบัติต่างๆของวัสดุท่อลมจากสถาบันทดสอบที่ได้มาตรฐาน หรือได้มาตรฐานเทียบเท่าดังนี้

<u>การติดไฟ:</u> British Standard BS 476 Part 6 มาตรฐานการแพร่ลุกลามไฟ
British Standard BS 476 Part 7 มาตรฐานการเกิดหยดไฟ
“ Rating Class O.”
หรือผ่านการทดสอบมาตรฐาน UL94

<u>การนำความร้อน</u>

ค่าการนำความ มีคุณสมบัติค่าการนำความร้อนไม่มากเกินกว่า 0.022 watt/m 2 C @ 10 C (0.16 btu in/ft2 hr. F) สำหรับความหนาฉนวน 20 – 25 mm

<u>ค่าความหนาแน่น</u>

วัสดุที่ใช้ทำฉนวนท่อลมต้อง มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 45 kg/m3 ไม่มีสารประกอบ CFC:

วัสดุที่ใช้ทำท่อลมต้องไม่มีสารประกอบ CFC หรือ ใยแก้วที่เป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ

<u>มาตรฐานค่าควันและก๊าซ</u>: NES 713 (Smoke Toxicity)

วัสดุผ่านการทดสอบว่าไม่มีสารพิษที่เกินมาตรฐานที่ค่าดัชนีเฉลี่ยไม่เกิน 6.4 ขณะทดสอบด้วยการเผาไฟ

รายการวัสดุ Accessories ในส่วนที่เป็น PVC ทั้งหมดต้องผ่านมาตรฐาน UL94 Class V-0

6.2.7 ผู้รับจ้างติดตั้งงานท่อลมระบบปรับอากาศ

ผู้รับเหมาติดตั้งท่อลมระบบปรับอากาศแบบกึ่งสำเร็จรูป ต้องได้รับการฝึกอบรมจากโรงงานผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย ที่ได้รับหนังสือรับรองการเป็นตัวแทน จำหน่าย ในการอบรมการติดตั้ง และต้องได้รับใบรับรองการเป็นผู้รับเหมาสำหรับงานติดตั้งท่อลมระบบปรับอากาศแบบกึ่งสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

6.2.8 การผลิตและติดตั้งท่อลมระบบปรับอากาศ

ในการผลิตท่อลมอลูมิเนียมแบบกึ่งสำเร็จรูป (Pre Insulated Duct : PID) แผ่นท่อลมจะต้องตัดด้วยเครื่อง CNC M/C โดยผู้รับจ้างจะต้องให้ผู้ควบคุมงาน ตรวจสอบขั้นตอนการทำงานในการตัดแผ่นท่อลมของเครื่อง CNC M/C แล้วดำเนินการตรวจสอบคุณภาพให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด และให้ผู้ควบคุมงานทำการอนุมัติการใช้เครื่อง CNC M/C ในการตัดแผ่นท่อลมอลูมิเนียมแบบกึ่งสำเร็จรูปก่อนที่จะดำเนินการตัดแผ่นท่อลมทำการประกอบและติดตั้งท่อลม ต่อไป

6.2.9 การแขวนและยึดท่อลม

ใช้สตัทเกลียวยาวตลอด และเหล็กฉากชุบสีกันสนิม RED LEAD OXIDE PRIMER แขวนยึดท่อลมกับโครงสร้างคอนกรีตหรือโครงหลังคา ด้วย EXPANSION BOLT เป็นระยะดังนี้

DIMENSION OF DUCT	ระยะห่างไม่เกิน	สตัท	เหล็กฉาก
UP TO 24 ”	8 ฟุต	5/16”	1 ”
24 ” TO 54 ”	6 ฟุต	3/8”	1-1/4 ”
54 ” AND OVER	4 ฟุต	3/8”	1-1/2”

6.3 DAMPER

ประกอบด้วย DAMPER ชนิดต่างๆ ดังนี้

6.3.1 SPLITTER DAMPER ติดตั้งตามทางแยกท่อลม สามารถปรับแต่งควบคุมปริมาณลมได้โดยใช้ LOCK NUT แผ่น SPLITTER ขึ้นรูปอย่างแข็งแรง

6.3.2 VOLUME DAMPER ติดตั้งเพื่อปรับควบคุมการจ่ายลมของหัวจ่ายต่างๆ ให้มีปริมาณตามกำหนด

6.3.3 GRAVITY DAMPER ติดตั้งเพื่อให้ลมผ่านทางเดียว โดยใช้น้ำหนักของ DAMPER BLADE จะปิดเมื่อพัดลมไม่ทำงาน

6.4 AIR DEFFUSER & GRILLE

ประกอบด้วยประเภทต่างๆ ดังนี้

6.4.1 AIR DIFFUSER หัวจ่ายลมแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาด และจำนวนตามที่กำหนดในแบบทำด้วย ANODIZED EXTRUDED ALUMINIUM ขอบและมุมตัดเรียบติดตั้งแนบผ้าเพดานทุกหัวจ่ายมีใบปรับลม (DAMPER) และใบควบคุมปริมาณลม (VOLUME DAMPER) ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกัน สามารถถอดแยกหัวจ่ายทำความสะอาดได้ง่าย ขนาดของหัวจ่ายลมใช้ขนาดดังต่อไปนี้

ปริมาณลม (CFM)	ขนาดคอหัวจ่าย
0 – 200	10 “ x 10 “
201 – 400	12 ” x 12 “
401 – 600	14 “ x 14 “
601 – 900	16” x 16”

6.4.2 AIR REGISTER หัวจ่ายลมแบบติดเพดานแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาด และจำนวนตามกำหนดในแบบ ทำด้วย ANODIZED EXTRUDED ALUMINUM สามารถปรับทางลมได้ 4 ทิศทาง มีใบปรับลม (DAMPER) ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกัน BLADE ของหัว

6.4.3 RETURN AIR GRILLE เป็นแบบ ONE WAY

6.4.4 ท่อลมชนิด flexible จะต้องออกแบบมาเพื่อรับอุณหภูมิหรือความดันตามที่กำหนด และท่อลมชนิด flexible จะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางคงที่เมื่อติดตั้งใช้งานจริง

7. รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่า

VRF AIR CONDITIONING

MITSUBISHI ELECTRIC , CARRIER – TOSHIBA , YORK

VENTILATION FANS

KRUGER , PANASONIC , WOLTER , MITSUBISHI ELECTRIC หรือ เทียบเท่า

COPPER TUBE

TOTALINE , BMI, หรือ เทียบเท่า

DUCT with INSULATION

FIRST DUCT, PID DUCT ,

GRILLES, REGISTERS DIFFUSERS

Steam Air, Komfort Flow , CFM per Cool

INSULATION for Piping

Aeroflex, MaxFlex , Armaflex , Thermobreak

REFRIGERANT

BRLINE, Genetron , Totaline