



สถาบันดนตรีกัลยาณีวัฒนา
PRINCESS GALYANI VADHANA
INSTITUTE OF MUSIC

รายการประกอบแบบ

หมวดงานวิศวกรรมระบบปรับอากาศ
และระบายอากาศ

ศูนย์วิทยศิลป์คลองหลวง
สถาบันดนตรีกัลยาณีวัฒนา
ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 เงื่อนไขทั่วไป	2-6
2 เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน	7-8
3 CONDENSING UNIT	9
4 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AIR HANDLING UNIT)	10-11
5 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กชนิดแยกส่วน (FAN COIL UNIT)	12
6 เครื่องปรับอากาศชนิดปรับปริมาณน้ำยอัดโนมัติ(VRF)	13-16
7 อุปกรณ์ระบายอากาศ	17-19
8 การติดตั้ง	20-21
9 ท่อลม และระบบการกระจายลม	22-27
10 งานไฟฟ้า	28-32
11 การสันสะเทือน และเสียง	33-34
12 ระบบควบคุมเพลิง และควันไฟ (Fire and Smoke Control System)	35
13 รายการอุปกรณ์มาตรฐานและผู้ผลิต	36-39

หมายเหตุ ห้ามมิให้คัดลอกไม่ว่าโดยวิธีใด และห้ามนำไปใช้งานใด ไม่ว่าทั้งหมดหรือแม้แต่บางส่วน เว้นไว้แต่โดยอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

บทที่ 1 เงื่อนไขทั่วไป

1. งานที่ต้องทำ
 - 1.1 จัดหาและติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ และ/หรือเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาดที่ไม่เล็กกว่ากำหนด พร้อมอุปกรณ์และส่วนประกอบอื่นๆที่กำหนดและที่จำเป็นต้องใช้จนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ใช้งานได้ตามจุดประสงค์ของผู้ว่าจ้าง และผ่านการทดสอบแล้ว
 - 1.2 จัดหาและติดตั้งพัดลมระบายอากาศ, ท่อลม, หัวจ่าย, ช่องลมกลับและส่วนประกอบอื่นๆ ที่กำหนด และที่จำเป็นต้องใช้ต่อ ท่อเข้ากับเครื่องปรับอากาศ หรือพัดลม ทำการปรับลมจนแล้วเสร็จสมบูรณ์ใช้งานได้ผลดี
 - 1.3 จัดหาและติดตั้งตู้ควบคุม, สายไฟฟ้า, ท่อร้อยสายโลหะ และอุปกรณ์ต่างๆ โดยต่อจาก Disconnection Switch (Weather Proof) ซึ่งอยู่ใกล้กับคอนเดนซิ่งไปยังเครื่องปรับอากาศจนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ มีไฟใช้เดินเครื่อง และอุปกรณ์ได้ตามปกติ
 - 1.4 รับประกันคุณภาพเครื่องปรับอากาศ, ชิ้นส่วนอุปกรณ์ และงานติดตั้งเป็นระยะเวลา 2 ปี นับแต่วันที่ ผู้ว่าจ้างรับมอบงาน ซึ่งรวมทั้งการตรวจและการบำรุงรักษาเครื่อง สังกะสีและเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียและ/หรือเสื่อมคุณภาพ โดยให้ทำทุกเดือนเป็นเวลา 2 ปี รวม 24 ครั้ง

2. การเสนอราคา ในการเสนอราคาให้ผู้เสนอราคาแสดงรายละเอียดต่างๆ อย่างน้อยดังนี้
แสดงขนาดความเย็นสุทธิ (Matched Net Rating or Combination Rating) ที่สภาวะ

Ambient Temperature	: 95° FDB 83° FWB (35°CDB28°CWB) 100° FDB สำหรับ Condensing Unit ที่ตั้งภายนอกอาคาร
Air Entering Coil	: 80° FDB 67° FWB (27°CDB19.5° CWB)
Air Capacity	: At Specified CFM. or M ³ /HR.
Power Supply	: 50 Hz at Rated Voltage

แสดงการคำนวณขนาดความเย็นสุทธิ พร้อมทั้งแนบแคตตาล็อกของผู้ทำเครื่องเพื่อเป็นหลักฐาน

แสดงกำหนดแล้วเสร็จ, ระยะเวลาและแผนการทำงานเป็นช่วงตอน

ราคาที่เสนอให้แสดงแยกเป็นหัวข้อดังนี้

- ค่าเครื่องปรับอากาศ
- ค่าติดตั้งเครื่องปรับอากาศรวมทั้งวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้, ค่าขนส่ง, ค่าแรง ฯลฯ
- ค่าท่อลมและฉนวนหุ้ม, หัวจ่าย, ช่องลมกลับ, ช่องอากาศบริสุทธิ์ ฯลฯ
- ค่าเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด
- ค่าตรวจและบำรุงรักษาเครื่องทุกเดือนระยะเวลา 2 ปี รวม 24 ครั้ง

3. การตรวจสอบสถานที่ติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบตรวจสอบแบบแปลนทั้งแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบไฟฟ้า แบบประปาสุขาภิบาล ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการตรวจสอบสถานที่ติดตั้ง (ถ้าเห็นว่าจำเป็น) และทำการสำรวจระบบไฟฟ้าที่จะใช้กับเครื่องก่อนดำเนินการจัดหาและติดตั้งเครื่อง การเจาะรู การเว้นช่อง ฯลฯ ที่จำเป็นต้องทำที่สถานที่ติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบดำเนินการเองทั้งสิ้น รวมทั้งการซ่อมแซมอาคารให้กลับอยู่ในสภาพดีดั้งเดิม

4. วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ต้องเป็นของใหม่แบบล่าสุด มีคุณภาพดี อยู่ในสภาพดีถูกต้องตามข้อกำหนดตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง เป็นมาตรฐานของผู้ผลิตและผ่านการตรวจสอบอนุมัติโดยผู้ว่าจ้างแล้ว สิ่งใดที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจสอบแล้วและเห็นว่าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องขนย้ายออกจากสถานที่ปฏิบัติงานโดยเร็วที่สุด

5. กรรมสิทธิ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างจัดหา และงานที่เสร็จแล้วยังคงถือว่าเป็นทรัพย์สินของผู้รับจ้างที่จะต้องรับผิดชอบเต็มที่ในการบำรุงรักษาความเสื่อมสภาพ, สูญหาย, ถูกทำลายและ/หรือความเสียหายใดๆ จนกว่า ผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่เสร็จหรือได้รับงานที่เสร็จมาเปิดใช้งานของผู้ว่าจ้างเป็นประจำ

6. การปฏิบัติงาน

ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบแปลนและในรายการประกอบแบบ (Spec.) ถึงแม้ว่างานบางรายการมีแสดงในแบบแต่ไม่ปรากฏในรายการ หรือมีกำหนดในรายการและไม่แสดงในแบบก็ตาม ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานนั้นเช่นกัน เสมือนกับว่าแสดงไว้ทั้งสองแห่ง งานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำ เพื่อให้งานลุล่วงถูกต้องตามหลักวิชา แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในแบบและรายการ และ/หรือบัญชีรายการวัสดุและอุปกรณ์ของผู้ว่าจ้าง (ซึ่งให้ถือว่าเป็นเพียงแนวทางในการคิดราคาเท่านั้น) และ/หรือบัญชีใบเสนอราคาของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำให้ถูกต้องครบถ้วน โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น ในกรณีที่รายการ และ/หรือแบบมีข้อขัดแย้ง และ/หรือมีความจำเป็นที่ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายการแต่ประการใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือทันที เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบ โดยหากจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ ขนาดของอุปกรณ์ที่บ่งไว้ หรือการแก้ไขใดๆ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามความมุ่งหมาย ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นให้ถือว่ารวมอยู่ในรายการจ้างเหมาแล้ว หากผู้รับจ้างดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องทุกประการได้ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปหากรายละเอียดในข้อกำหนดและในแบบไม่ตรงกัน ให้ถืออันที่ถูกต้อง และ/หรือดีกว่าเป็นหลักแบบที่ใช้ในการประมูลนี้เป็นเพียงการแสดงถึงแนวความคิด และความต้องการในการออกแบบ ในการทำงานติดตั้งจริง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินงานติดตั้ง รวมทั้งผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจเช็คค่าวิศวกรรมต่างๆ ที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามแบบ Shop Drawing เพื่อใช้ในการทำงานให้สำเร็จ ลุล่วงตามจุดประสงค์ในการออกแบบระบบ ค่าคงที่กล่าวมานี้ เช่น Friction Loss ของท่อลม, ท่อน้ำ ฯลฯ และการที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติให้ทำได้ตามที่เสนอ มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะพ้นความรับผิดชอบในความผิดพลาดต่างๆ ผู้รับจ้างยังคงรับผิดชอบต่องานที่จัดทำทุกประการหากมีความจำเป็นจะต้องเปลี่ยนแปลงแบบ หรือรายการ ที่ได้แบ่งไว้เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามความมุ่งหมาย ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างจะเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามหลักวิชาการที่ดี และเป็นไปตามมาตรฐานและกฎข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง กฎข้อบังคับของหน่วยงานท้องถิ่น กฎข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่น มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของประเทศไทย มาตรฐานต่างๆของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ผู้รับจ้างต้องรีบแก้ไขงานที่ผิดกฎต่างๆ ให้ถูกต้อง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบแปลนระบบปรับอากาศและแบบแปลนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แบบโครงสร้าง แบบสถาปัตยกรรม เป็นต้น ให้มีความเข้าใจถึงความต้องการของงานในส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน และให้ความร่วมมือประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นที่ปฏิบัติงานในสถานที่เกี่ยวข้องกันอย่างเต็มที่ สิ่งใดสำคัญ และเกี่ยวพันถึงผู้รับจ้างรายอื่นแล้ว ผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศจะต้องจัดทำรายละเอียดและแจ้งให้ผู้รับงานนั้นๆ ทราบเป็นลายลักษณ์อักษรพร้อมทำสำเนาถึงผู้ว่าจ้างเสียแต่เนิ่นๆ เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่นไม่มีอุปสรรคจนเกิดความล่าช้าขึ้นได้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศดำเนินงานโดยพลการ จนก่อให้เกิดความเสียหายในส่วนที่เกี่ยวกับผลงานของผู้รับจ้างอื่นๆแล้ว ผู้รับจ้างงานระบบปรับ

อากาศต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานนั้นๆให้ถูกต้อง และเสียค่าใช้จ่ายเองตามค่าชี้ขาดของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัยรวมทั้งอภิศักภัยเกี่ยวกับทรัพย์สิน บุคคลต่างๆ ที่เข้าไปในบริเวณปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับความเสียหายต่างๆที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน และต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อย และอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

7. พนักงาน

ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรเครื่องกลที่ชำนาญงานตาม พ.ร.บ. ควบคุมวิชาชีพวิศวกรรมเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมการสร้างและอำนวยความสะดวกให้เป็นไปตามแบบและรายการ และให้ถูกต้องตามกฎหมายและหลักวิชาการที่ดี ผู้รับจ้างต้องมีหัวหน้าที่ดีเพื่อสั่งและควบคุมงานในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาปฏิบัติงาน และต้องใช้คนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงานตามวิธีการที่ถูกต้องทำตามหลักวิชาช่างที่ดีด้วยฝีมือที่ดีและมีจำนวนคนงานเพียงพอที่จะปฏิบัติงานให้เสร็จตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง

8. ขอบเขตของการเห็นชอบ

การที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติเห็นชอบและ/หรือยินยอมใดๆเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ ฝีมือ รูปแบบ รายการ วิธีการหรือกรรมวิธี นัยแห่งการกระทำใดๆ สิ่งที่จะทำการติดตั้งและ/หรือข้อเสนอใดๆโดยผู้รับจ้าง ให้เป็นที่เข้าใจเพียงว่าเป็นการรับรองของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นซึ่งยังไม่มีเหตุผลอันสมควรที่จะคัดค้านเรื่องต่างๆดังกล่าว การกระทำดังกล่าวโดยผู้ว่าจ้างย่อมไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นภาระจากความรับผิดชอบต่อเพิ่มเติมในเรื่องความถูกต้อง และสมบูรณ์ของงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามรูปแบบและรายละเอียดข้อกำหนดและ/หรือพันธภาระจากหน้าที่โดยตรงของผู้รับจ้างเกี่ยวกับพันธกรรม หนี้สินและ/หรือความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อทรัพย์สินและ/หรือบุคคล

9. การทดสอบ

ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่นำมาใช้งานนี้ หรือถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการ และเสียค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้นเมื่องานเสร็จแล้วต้องมีการตรวจรับมอบ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบอุปกรณ์การใช้งาน และอื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำและอุปกรณ์ถูกต้องตามรายการและแบบทุกประการ ก่อนผู้ว่าจ้างจะชำระเงินงวดสุดท้ายนี้ ยกเว้นค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายอื่นๆในส่วนของผู้ว่าจ้าง

10. แผนผัง แบบ และคู่มือ

10.1 แบบใช้งาน (Shop Drawings)

ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบงานและแบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนการดำเนินการติดตั้งตามที่ผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำกับให้ ขนาดของแบบต้องเท่ากับแบบของผู้ว่าจ้างหรือขนาดตาม มอก.33 (ฉบับล่าสุด) เมื่อผู้ว่าจ้างเห็นชอบด้วยแล้วผู้รับจ้างต้องส่งแบบพิมพ์ให้ผู้ว่าจ้าง (3) ชุดเพื่อใช้ในการควบคุมงาน

10.2 แบบผังและแบบตามที่สร้างจริง (As-Built Drawings)

ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวทางเดินท่อเป็นต้น หรือ มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่ผู้ว่าจ้างไม่ได้จัดทำแบบให้ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผังตามที่สร้างจริงโดยให้สร้างแบบพิมพ์ 1 ชุด ซึ่งวิศวกรเครื่องกลของผู้รับจ้างลงนามรับรองความถูกต้องแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับแต่วันทำงานแล้วเสร็จ เมื่อผู้ว่าจ้างตรวจรับรองความถูกต้อง และส่งแบบคืนให้แก่ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเขียนลงกระดาษเขียน

แบบชนิดหนักไม่น้อยกว่า 100/105 กรัม / ม² พร้อมแบบพิมพ์อีก (3) ชุด และคืนต้นฉบับที่ผู้ว่าจ้างรับรองให้แก่ผู้ว่าจ้างแล้วจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงินต่อไป

10.3 หนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ทุกชนิดประกอบด้วยวิธีใช้ วิธีบำรุงรักษา วงจรไฟฟ้า ทั้งภายนอกและภายในเครื่อง รายการอะไหล่ และอื่นๆ เป็นภาษาไทยและ / ภาษาอังกฤษ จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนที่จะได้รับเงินงวดสุดท้าย

11. ป้ายชื่อ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายชื่อติดที่แผงสวิทช์ อุปกรณ์ต่างๆ หลอดไฟสัญญาณ สวิตช์พิเศษต่างๆ เครื่องวัดและอื่นๆ เพื่อแสดงชื่อขนาด ของอุปกรณ์และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทยและ / หรือภาษาอังกฤษ และระบบเมตริก จะต้องสลักตัวอักษร โดยไม่ต้องใช้สีเติมหรือใช้ป้ายชนิดอื่นที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติ ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร

12. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องฝึกพนักงานของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และบำรุงรักษายานที่ผู้รับจ้าง เป็นผู้ติดตั้ง

13. การเปลี่ยน เพิ่ม และลดงาน

ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งเปลี่ยน เพิ่มและ/หรือลดงาน และอุปกรณ์จากที่ระบุในข้อกำหนดและแบบ การเปลี่ยนแปลงราคาจะถือตามราคาต่อหน่วยที่เสนอราคาไว้แล้ว หรือในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วยจะคิด โดยวิธีต่อรองราคากับผู้รับจ้าง การเปลี่ยนเพิ่มและ/หรือลดงานจะทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างเป็นหนังสือเท่านั้น หากมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนระยะเวลาการทำงาน ให้ผู้รับจ้างแจ้งผู้ว่าจ้างเพื่อความตกลงกันต่อไป

14. การส่งมอบงาน

ในการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ ดังนี้

ก่อนถึงกำหนดเวลาส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องเดินระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ต่างๆเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ผู้รับจ้างต้องส่งมอบเอกสารและวัสดุ-อุปกรณ์เหล่านี้พร้อมกันในวันส่งมอบงาน

- ข้อมูลการใช้งาน และผลการทดสอบ จำนวน 4 ชุด
- As-Built Drawing ที่วิศวกรเครื่องกลของผู้รับจ้างเซ็นรับรองความถูกต้องเขียนลงบนกระดาษไขต้นฉบับ 1 ชุด พิมพ์บนกระดาษพิมพ์ จำนวน 3 ชุด
- As-Built Drawing บันทึกลงบน CD-ROM จำนวน 1 ชุด
- หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา จำนวน 4 ชุด
- เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย หรือตามข้อกำหนด
- แบบงานการฝึกอบรมการใช้งาน

เอกสารและวัสดุ - อุปกรณ์ข้างต้นจะต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ก่อนวันส่งมอบงาน

15. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกัน การเปลี่ยนแปลง และ/หรือแก้ไขวัสดุ อุปกรณ์ และแก้ไขงานตามข้อกำหนดนี้ ซึ่งในความเห็นของผู้ว่าจ้าง จำเป็นต้องให้ผู้รับจ้างทำเพื่อให้วัสดุ อุปกรณ์ และงานเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่น

และกฎอื่นๆที่กำหนดให้ปฏิบัติตาม รวมทั้งข้อผิดพลาดและสิ่งตกหล่นที่เกิดขึ้นเพราะผู้รับจ้างในการเสนอราคา ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบ ไม่ว่าก่อน และ/หรือหลังการตรวจรับในระหว่างระยะเวลาการรับประกัน ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยน แก้ไข และ / หรือติดตั้งเพิ่มเติม ตามที่ผู้ว่าจ้างสั่ง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายต่างๆ จากผู้ว่าจ้างทั้งสิ้นหากผู้รับจ้างไม่ดำเนิน การตามที่ได้รับแจ้งภายในสิบห้า (15) วัน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์จ้างผู้อื่น หรือดำเนินการเอง แล้วคิดเงินจากผู้รับจ้างสำหรับค่าใช้จ่ายทุกชนิด ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ ทำการแก้ไขงานที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เสีย หรือเสื่อมคุณภาพรวมทั้งการบริการรายเดือนและในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลาเจ็ดร้อยสามสิบ (730) วัน นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบงานหรือนับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างเริ่มใช้งาน เป็นประจำ โดยถือวันที่ถึงกำหนดก่อนเป็นเกณฑ์ หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขและดำเนินการให้เสร็จโดยเร็วแล้ว ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเอง แล้วคิดค่าใช้จ่ายจากผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันไว้ ตามจำนวนที่กำหนดไว้ โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์นำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้าง ไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

16. อื่นๆ

เครื่องเป่าลมเย็นชนิดที่แขวนในฝ้าเพดานให้จัดเตรียมช่องที่เหมาะสมสำหรับตรวจซ่อมดูแลรักษา และทำความสะอาดเครื่องได้ โดยตำแหน่งของเครื่องและช่องต่างๆที่จัดทำ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนและผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเอง จัดทำแทนเครื่องและอุปกรณ์ลดการสิ้นเปลืองของอุปกรณ์ระบบปรับอากาศทั้งหมด จัดหา และติดตั้ง Smoke Detector ไว้ที่ด้านหน้าทางลมกลับของเครื่องเป่าลมเย็นทุกเครื่อง (AHU) เพื่อควบคุมให้เครื่องหยุดทำงานขณะเกิดเพลิงไหม้ จัดเตรียมช่องเพื่อติดตั้งเก็ล็ดระบายลมออก เก็ล็ดลมกลับ และเก็ล็ดอากาศบริสุทธิ์ พร้อมตะแกรงกันแมลงสำหรับเก็ล็ดอากาศบริสุทธิ์ และ Volume Damper ที่ผนัง และ/หรือพื้น แล้วทำการตกแต่งช่องให้เรียบร้อยโดยร่วมมือประสานงานกับผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร แต่ผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเอง จัดหา และติดตั้ง Fire Damper สำหรับท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นแต่ละชั้น และส่วนที่ผ่านผนังกันไฟ จัดทำการเว้นรูรอบท่อลม ท่อน้ำ ท่อสายไฟ ที่ทะลุผ่านคาน พื้น หรือส่วนโครงสร้างต่างๆ โดยให้ทำพร้อมงานก่อสร้างอาคาร

17. นิยาม

ผู้ว่าจ้าง หมายถึง เจ้าของงานผู้มีสัญญาโดยตรงกับผู้ว่าจ้าง และรวมถึงผู้แทนของผู้ว่าจ้าง คือ สถาปนิก วิศวกร ผู้ตรวจงาน ผู้ควบคุมงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งให้เป็นผู้แทนของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้าง หมายถึง บริษัท ห้าง บุคคล ผู้ปฏิบัติงานตามสัญญานี้และรวมถึงพนักงาน ผู้แทนของผู้รับจ้าง ซึ่งได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานนี้โดยผู้รับจ้าง

งาน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญานี้

แบบ หมายถึง แบบแปลนที่แนบท้ายสัญญานี้ และรวมถึงแบบที่จัดทำเพิ่มเติมโดยผู้ว่าจ้าง

วัน หมายถึง วันในปฏิทินของปี หรือ 24 ชั่วโมง นับเป็นหนึ่งวัน

เดือน หมายถึง 30 วัน นับเป็น 1 เดือน

ปี หมายถึง 365 วัน นับเป็น 1 ปี

มาตรฐานต่างๆที่อ้างถึง หมายถึง มาตรฐานฉบับล่าสุดในวันที่ลงนามในสัญญา

บทที่ 2

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน

ต้องเป็นเครื่องแบบ Air-Cooled Split System หรือ Air-Cooled Remote Condenser System ประกอบด้วย คอนเดนซิ่งยูนิต แพนคอยล์ยูนิต และส่วนประกอบ ถ้าใช้คอนเดนซิ่งยูนิตสองเครื่องหรือใช้คอมเพรสเซอร์มากกว่า 1 อัน ร่วมกับ แพนคอยล์เครื่องเดียว ต้องแยกวงจรน้ำยาเป็น 2 วงจร เครื่องทั้งหมดต้องเป็นของผู้ผลิตเดียวกัน และเป็น Matched Units ที่ผู้ทำแนะนำ โดยมีหลักฐานแสดงเช่น ในแคตตาล็อก

1. ระบบไฟฟ้า

เครื่องปรับอากาศทั้งหมดต้องสามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ผู้ว่าจ้างติดตั้งใช้ ณ สถานที่ติดตั้งโดยไม่ต้องมีการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า ยกเว้นสำหรับระบบควบคุม

2. ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมดขณะใช้งานไม่ว่าเวลาใดต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 1.00

ถ้าค่าต่ำกว่าผู้รับจ้างต้องติดตั้งแคปแชนิเตอร์เพิ่มเติมสำหรับมอเตอร์ทุกตัว และคอมเพรสเซอร์เพื่อปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้อยู่ในระดับที่กำหนดตลอดเวลา โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มจากผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น ในการทดสอบเพื่อตรวจรับผู้รับจ้างต้องวัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ทั้งขณะคอมเพรสเซอร์ทำงาน และขณะหยุด พร้อมทั้งส่งหลักฐานแสดงผลการวัดให้ผู้ว่าจ้างด้วย แคปแชนิเตอร์ที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่มีความต้านทานต่อคร่อมสำหรับปล่อยประจุ และต้องเป็นแคปแชนิเตอร์ที่มีคุณภาพดี ผลิตสำหรับใช้กับมอเตอร์และทนแรงดันไฟฟ้าได้เพียงพอ สำหรับระบบไฟฟ้าที่ใช้แคปแชนิเตอร์แล้วต้องปรับลดเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด และการใช้เกินกำลังของมอเตอร์ และคอมเพรสเซอร์เพื่อให้มีขนาดเหมาะสมกับค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ลดลง

3. สมรรถภาพ

เครื่องปรับอากาศที่นำมาใช้จะต้องเป็นแบบที่ผลิตมาสำหรับการประหยัดพลังงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องปรับอากาศที่มีค่า EER สูง เทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ตามประกาศ ฯ มาใช้สำหรับ โครงการ ยกเว้นในกรณีที่สามารถพิสูจน์เป็นลายลักษณ์อักษรได้ว่าเครื่องปรับอากาศขนาดนั้นๆ ทางบริษัทผู้ผลิตยังมีได้ผลิตมาจำหน่าย

4. ระบบควบคุม และระบบอุปกรณ์มาตรฐาน

High And Low Pressure Cutout

Compressor Overload Protection Device

Compressor Time Delay

Filter and Dryer

Sight Glass

Charging Port

Suction / Liquid / Hot Gas Shut-off Valve

อุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ ต้องมีครบตามที่ผู้ผลิตเครื่องแนะนำ

ระบบควบคุมอุณหภูมิให้ใช้ Remote Thermostat with Thermometer and Built-In , On-Off Switch or Separate Push Buttons On-Off Switch Thermostat ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ HONEYWELL , PENN หรือของผู้ผลิตเครื่อง ยกเว้นถ้าใช้ Fan Coil Unit ชนิดตั้งพื้นแบบมีตัวถัง (Exposed with Cabinet) ให้ใช้ชนิดติดตั้งในตัวเครื่อง

5. มอเตอร์พัดลม

ถ้าผู้รับจ้างติดตั้งมอเตอร์สำหรับแฟนคอล์ยูนิตให้ใช้มอเตอร์ชนิด Totally Enclosed , Fan Cooled ขนาดตามที่กำหนดหรือสามารถเป่าลมได้ตามปริมาณตามที่กำหนด มอเตอร์ขนาด 0.55 กิโลวัตต์ และเล็กกว่าชนิด Single Phase หรือ Three Phase ขนาด 0.75 กิโลวัตต์ และใหญ่กว่าชนิด Three Phase มอเตอร์ทุกชนิด และขนาดต้องมีเครื่องประกอบการเริ่มเดินพร้อมเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด และการใช้เกินกำลัง มอเตอร์ขนาด 11 กิโลวัตต์ และใหญ่กว่าต้องมีเครื่องช่วยการเริ่มเดินเพื่อลดปริมาณกระแสไฟฟ้าตอนเริ่มเดิน เช่น ใช้อัตโนมัติ สตาร์ทเซลล์สตาร์ทเตอร์ เป็นต้น

6. ฟिलเตอร์

ฟिलเตอร์กรองฝุ่นใช้ขนาดหน้าตามที่กำหนด ฟिलเตอร์ทุกชนิดต้องมีกรอบที่แข็งแรงพอและสามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้สะดวก

บทที่ 3

CONDENSING UNIT

1. คิวคิง (Casing)
ทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสีแล้วพ่นด้วยสีน้ำมัน ชนิดอบความร้อนตามมาตรฐานของผู้ผลิต สามารถทนทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศ และการกัดกร่อนนอกอาคาร ฝาต้องสามารถถอดออก เพื่อการบำรุงรักษา และตรวจสอบได้สะดวก
2. คอล์ระบายความร้อน
ทำด้วยท่อทองแดงชนิดไม่มีตะเข็บ เชื่อมติด โดยวิธีกลเข้ากับครีบอลูมิเนียม สามารถระบายความร้อนของคอล์ทำความเย็นออกได้ทั้งหมด และยังมี Sub-cool สารความเย็นเหลว ให้มีอุณหภูมิพอเหมาะตามมาตรฐานของผู้ผลิต
3. พัดลม และมอเตอร์ขับเคลื่อน
พัดลมต้องเป็นชนิดใบพัด หรือเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ติดตั้งอยู่ภายใน Fan Guard เป่าลมออกในแนวตั้งหรือแนวนอน ตัวใบต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานของผู้ผลิต มอเตอร์เป็นแบบ Drip Proof หรือ Totally Enclosed ขับเคลื่อนพัดลมโดยตรง
4. คอมเพรสเซอร์
เป็นชนิดลูกสูบ (Reciprocating) หรือชนิด Rotary แบบ Hermetic หรือ Scroll มี Over Load Protection
5. Hot Air Discharge Deflector
ในการติดตั้งหน้างาน ถ้าปรากฏว่าลมร้อนจาก Condensing Unit เมื่อถูกเป่าออกไปแล้วจะไปกระทบกับสิ่งกีดขวาง ให้ผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้ง Deflector ทำจาก Galvanized Steel Sheet เพื่อทำการปรับทิศทางของลมมิให้เกิดการ Short Circuit ขึ้นได้ โดยการทำให้ Deflector นี้จะต้องไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองของลมระบายอากาศของ Condensing Unit จนมิสามารถระบายอากาศร้อนได้ ตัว Deflector เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วจะต้องทา Primer และ Finished Painting ทับเพื่อความสวยงาม
6. อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ
ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ตามข้อกำหนด และมาตรฐานของผู้ผลิต ได้รับการต่อวงจรเรียบร้อยแล้วมาจากโรงงาน หากไม่มี Time Delay Relay สำหรับป้องกันการ Short Cycling ให้จัดหาและติดตั้งเพิ่มเติม เป็นชนิดหน่วงเวลาการทำงาน ของคอมเพรสเซอร์ได้ไม่น้อยกว่า 3 นาที

บทที่ 4

เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AIR HANDLING UNIT)

- เครื่องเป่าลมเย็น Air Handling Unit (AHU)**

เครื่องเป่าลมเย็น Air Handling Unit (AHU) ระบบปรับอากาศชนิดปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (VRF) ต้องเป็นของผู้ผลิตเดียวกับเครื่องปรับอากาศปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (VRF) หรือเป็นของผู้ผลิตเดียวกับเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน โดยอาจถอดมาเป็นชิ้นส่วน (Knock-Down) เพื่อความสะดวกในการขนส่งและนำมาประกอบให้เข้ารูป ณ สถานที่ติดตั้งก็ได้ ตัวเครื่องจะผ่านการทดสอบมาตรฐาน ARI Standard
- ส่วนประกอบของเครื่อง**

แต่ละเครื่องจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นพัดลม ส่วนที่เป็นคอยล์เย็น ส่วนที่เป็นแผ่นกรองอากาศ ถาดน้ำทิ้ง ชุดขับเคลื่อนพัดลมพร้อมแผงป้องกัน และ ส่วนประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้การทำงานถูกต้องสมบูรณ์ตามที่สภาพกำหนด จะต้องทาสีแทนมอเตอร์ และเพลากลวง ส่วนเพลาดันจะต้องใช้วิธีป้องกันสนิม
- โครงสร้างและตัวถัง (Frame and Casing)**

โครงสร้างจะต้องทำจากเหล็กฉากชุบสังกะสี ตัวถังต้องทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 mm. เคลือบด้วยสี Enamel ส่วน โครงสร้างและตัวถังที่สัมผัสกับอากาศเย็นต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการกัดกร่อน (Enameled Anticorrosive Material) Casing เป็นแบบ Double Skin และต้องมีประตู เพื่อตรวจสอบการทำงานและบำรุงรักษา และในส่วนของ Return Plenum จะต้องมีการ Access Door เพื่อความสะดวกในการถอดแผ่นกรองอากาศและการล้างคอยล์เย็น
- การหุ้มฉนวนและถาดรองน้ำทิ้ง (Insulation and Condensate Drain Pan)**

ผิวด้านในทั้งหมดของโครงสร้างและตั้งถังซึ่งสัมผัสกับอากาศเย็นต้องหุ้มด้วยฉนวนด้านในเพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำ ในกรณีที่เป็น Double Skinned Panel ฉนวนภายในจะต้องเป็น Closed Celled Insulation, Polyurethane Foam (Fire Retardant Type) หรือฉนวนใยแก้ว ความหนาไม่น้อยกว่า 1" รอยต่อของฉนวนจะต้องสมบูรณ์เรียบร้อย ถาดรองน้ำทิ้งเตรียมไว้สำหรับรองน้ำจากคอยล์เย็น มีความหนาน้อย 1.5 mm. ถาดรองต้องมีขอบสูงที่เพียงพอในการป้องกันการไหลล้นของน้ำทิ้ง และมีการต่อท่อน้ำทิ้งไว้อย่างน้อย 2 จุด ภายในถาดน้ำทิ้งที่สัมผัสกับน้ำจะต้องทาสีด้วยวัสดุป้องกันการกัดกร่อน (Enameled Anti Corrosive) และได้ถาดน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวนด้วย Closed Cell Insulation ความหนาน้อย 3/4 " และในการต่อท่อน้ำทิ้งต้องมี Water Trap พร้อมท่ออากาศ และจุดทำความสะอาด ถาดต้องมีความเอียงเป็นแบบ Double Slope และมีทิศทางการไหลของน้ำที่ถูกต้องเพื่อป้องกันการขังตัวของ Condensate Drain
- พัดลม**

Fan Wheel และเพลาลูกกลิ้งจะต้องได้รับการถ่วงให้สมดุลทั้งขณะหยุดนิ่ง และหมุน (Statically and Dynamically Balanced) เพลาลูกกลิ้งจะต้องเป็น โลหะขึ้นเดียวกันตลอดแบบกลวงหรือตัน ความคลาดเคลื่อนของขนาดเพลาลูกกลิ้งในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับขนาด Ball Bearing มาตรฐาน ล้อพัดลมจะต้องยึดติดแน่นกับเพลาลูกกลิ้งที่แบบไว้สำหรับทำงานตลอดเวลาที่ Static Pressure สูงสุด ตามที่กำหนด Ball Bearing จะต้องเป็นแบบปรับแนวศูนย์กลางได้เอง คุณภาพสูงวางใจได้ และมีที่สำหรับอัดจารบี

6. ชุดขับเคลื่อนพัดลม (Fan Driver)
Bearing ที่ปลายสุดของพัดลมจะต้องมีฝาปิด มู่เล่ของมอเตอร์พัดลมจะต้องเป็นแบบปรับ Pitch ได้จากโรงงานโดยตรง และมี Belt Guard สำหรับส่วนประกอบต่างๆที่หมุนได้ทั้งหมด มอเตอร์จะต้องเป็นแบบ 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิทส์ 1450 รอบต่อนาทีและถูกต้องตามมาตรฐานของ IEC
7. คอยล์ทำความเย็น
คอยล์ทำความเย็นจะต้องมีพื้นที่ผิว จำนวนขด (Rows) และจำนวนครีป (Fins) เพียงพอที่จะปรับสภาวะอากาศที่ออกจากเครื่องให้ได้ตามที่กำหนดใน Equipment Schedule ตัวคอยล์ต้องทำด้วยท่อทองแดงชนิดหนา มีครีปอลูมิเนียมยึดติดแน่นกับตัวท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล ตัวคอยล์ต้องได้รับการผลิต และทดสอบตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต ขนาดพื้นที่หน้าตัดของคอยล์ต้องมีขนาดที่ความเร็วลมผ่านคอยล์ต้องไม่เกิน 500 ฟุต / นาที
8. แผ่นกรองอากาศ (Air Filter)
Filter เป็นแบบถอดล้างได้ (Washable) ทำจาก Synthetic Fiber มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 2” และมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 85% Arrestance ตรวจสอบโดย ASHRAE Method และความเร็วผ่านแผ่นกรองอากาศจะต้องไม่เกิน 400 fpm.
9. มอเตอร์ขับเคลื่อน
มอเตอร์ขับเคลื่อนจะต้องเป็นแบบ Squirrel Cage Induction Motor, Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) Class F. ใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิทส์ 1450 รอบต่อนาที มอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 1 แรงม้า ให้ใช้ระบบไฟฟ้า 220 V.1 PH 50 Hz. ได้ กำลังขับเคลื่อนต้องไม่น้อยกว่า 1.2 เท่าของ Brake Horse Power ของพัดลม
10. Firestat
ต้องมี Firestat ที่ด้านหน้าทางลมกลับของเครื่องทุกเครื่องเพื่อตัดการทำงานของเครื่องกรณีเกิดเพลิงไหม้
11. Vibration Isolator
ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Spring Isolator และ / หรือ Neoprene Rubber ในกรณีดังต่อไปนี้
 - AHU แบบแขวนจะต้องมี Spring Isolation เป็นตัวรองรับการสั่นสะเทือนสู่อาคาร โดยเลือกตามคำแนะนำของผู้ผลิตสปริง
 - AHU แบบตั้งพื้นจะต้องมีการติดตั้ง Spring Isolator ตามคำแนะนำของผู้ติดสปริง ยกเว้นในกรณีพิสูจน์ได้ว่า ส่วนของพัดลมและมอเตอร์ภายใน AHU ได้มีการติดตั้ง Spring Isolator อยู่ก่อนแล้ว ในกรณีนี้ให้ใช้ Neoprene Rubber Pad แทนได้

บทที่ 5

เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กชนิดแยกส่วน (FAN COIL UNIT)

1. ส่วนประกอบของเครื่อง

ประกอบด้วยคอยล์ทำความเย็น ถาดน้ำทิ้ง พัดลม มอเตอร์ แผ่นกรองอากาศ Thermostatic Expansion Valve อยู่ในตัวถังที่มีลักษณะบางยาว ซึ่งพับสออย่างสวยงาม ความหนาต้องไม่เกิน 0.03 ม. หากเป็นชนิดตั้งพื้น ต้องมีสวิทช์ควบคุมปริมาณลม และ Thermostat อยู่ในตัวเครื่องด้วย ส่วนชนิดแขวนติดเพดาน สวิทช์ควบคุม พัดลม และ Thermostat ต้องเป็นแบบชนิดติดผนัง และรวมเป็นชิ้นเดียวกัน แสดงค่าอุณหภูมิและการตั้งอุณหภูมิเป็นตัวเลข (Digital Temperature Controller) เป็นผลิตภัณฑ์ของ HONEYWELL หรือเทียบเท่า

2. ตัวถัง (Casing)

ทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสีแล้วพ่นด้วยสีน้ำมันชนิดอบความร้อน ให้แลดูสวยงามตามมาตรฐานของผู้ผลิตและสามารถทำการบำรุงรักษา มีเกล็ดกระจายลม และฝาสำหรับปิด-เปิด ช่องที่จะเข้าไปตั้งปรับตัว Thermostat และสวิทช์พัดลมได้ สำหรับ Fan Coil ซึ่งตั้งซ่อนในฝ้า หรือในเพอร์นิจเจอร์ ตัวถังให้ทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสี และออกแบบให้เหมาะสมกับการติดตั้งภายในตัวถัง ต้องมีถาดรองรับน้ำ ที่กั้นจากคอยล์ทำความเย็น และวาล์วต่างๆ

3. การหุ้มฉนวน

ตัวถังส่วนที่อยู่หลังคอยล์ทำความเย็น และโดยรอบถาดน้ำทิ้ง ซึ่งสัมผัสกับอากาศเย็นที่ออกจากตัวคอยล์ต้องหุ้มฉนวนความร้อนที่มีความหนาเพียงพอที่ป้องกันการกลั่นตัว

4. พัดลม และมอเตอร์

ตัวพัดลมต้องเป็นชนิดเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ขับเคลื่อนโดยตรง ตัวมอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟ 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต สามารถเปลี่ยนความเร็วรอบในการหมุนได้ 3 จังหวะ การทำงานของพัดลมที่ทุกความเร็วต้องไม่ทำให้เกิดเสียงดังมากเกินไป

5. คอยล์ทำความเย็น

ทำด้วยทองแดงไม่มีตะเข็บ เชื่อมติดโดยวิธีกลเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งใช้ในการถ่ายเทความร้อน สามารถทำความเย็นไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ ในขณะที่มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูงสุด

6. แผ่นกรองอากาศ

แผ่นกรองอากาศเป็นแบบถอดล้างได้ (Washable) ทำจาก Synthetic Fiber ความหนาเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ สามารถออกมาล้างทำความสะอาดได้ โดยไม่ต้องรื้อตัวถังออกก่อน

บทที่ 6

เครื่องปรับอากาศชนิดปรับปริมาณน้ำยาอัดโนมัติ (VRF)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชนิดปรับปริมาณน้ำยาอัดโนมัติ (Variable Refrigerant Flow, VRF.) ประกอบด้วยคอนเดนซิ่งยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled condensing Unit) ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ได้ไม่น้อยกว่า ที่กำหนดในแบบและรายการประกอบแบบ ต่อคอนเดนซิ่งยูนิต และสามารถทำงานได้ที่ 20% ของภาระความเย็นที่ต้องการและสามารถควบคุมได้จากระบบควบคุมกลาง (Central Control Unit) โดยที่ชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานในต่างประเทศ หรือประกอบภายในประเทศ ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น และจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน โดยจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ (Drawings) โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- สภาพอากาศเข้าคอยล์เย็น (Air Temperature Entering Cooling Coil) 80 F DB. 67 F WB.
- ช่วงอุณหภูมิน้ำยาทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature Range) 34 – 47 F
- สภาพอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Ambient Entering Air Temperature) 95 F DB. 83 F WB

2. เครื่องปรับอากาศแบบ VRF

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในโครงการจะต้องมีที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทยและ ผลิตภัณฑ์ผ่านการติดตั้งภายในโครงการอื่นโดยมีจำนวนตันความเย็นที่เคยติดตั้งโครงการไม่น้อยกว่า 500 ตันความเย็น

เครื่องปรับอากาศเป็นแบบขยายตัวรับความร้อนโดยตรง ระบบรวมแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Direct Expansion Air-Cooled Split System) ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต 1 ชุดสามารถต่อกับเครื่องเป่าลมเย็นได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น R-410A มีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบ และมีรายละเอียดข้อกำหนดของตัวเครื่องปรับอากาศ ดังต่อไปนี้

2.1 คอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit)

- Casing

ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิม และกระบวนการเคลือบอบ/สี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรงไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

- Compressor

ชนิด Twin Rotary สำหรับคอยล์ร้อนโดยมีชุด Inverter ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ ในกรณีที่คอนเดนซิ่งยูนิต มีขนาดทำความเย็นเกินกว่า 136,400 Btu/hr ให้มีจำนวนคอมเพรสเซอร์ตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป และ คอนเดนซิ่งยูนิตในแต่ละชุดให้ใช้คอมเพรสเซอร์ที่ควบคุมด้วยวงจร Inverter อย่างต่ำ 1 ชุด

- Condenser Coil

ทำด้วยท่อทองแดงมีครีระบายความร้อนทำด้วย Aluminium ชนิด Plate Fin อัดติดแน่นกับท่อทองแดงด้วยวิธีการตามมาตรฐานของผู้ผลิต

- พัดลม

เป็นแบบใบพัดแฉก (Propeller) ได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงโปร่งป้องกันอุบัติเหตุ

- มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองลิ้นแบบตลับลูกปืน หรือแบบปลอก ที่มีการหล่อลิ้นระยะยาว สามารถปรับปริมาณลมระบายความร้อนได้อย่างน้อย 4 ระดับ
- ระบบควบคุม มีแมกเนติกคอนแทคเตอร์, เครื่องป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ (High Pressure Cut Out) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม

2.2 เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit)

- เป็นเครื่องส่งลมเย็น ซึ่งประกอบและผ่านการทดสอบเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต และมีขนาดไม่น้อยกว่าที่แสดงค่าในแบบ (Drawing) มีอุปกรณ์ควบคุมน้ำยาเป็นแบบ Microprocessor ซึ่งเชื่อมโยงสัญญาณกับชุดควบคุมของคอนเดนซิ่งยูนิทมีชุด Liquid Electronic Expansion Valve เป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำยาโดยทำงานร่วมกับ Thermostat และชุดควบคุม
- ตัวถัง เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จสวยงาม และแข็งแรงทำด้วยแผ่นเหล็กมีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม. ที่ผ่านกระบวนการกันสนิม และกระบวนการเคลือบสีและอบสีกรณเป็นเครื่องรุ่นต่อท่อลมซ่อนในฝ้าตัวถังภายนอกไม่ต้องทำสี ภายในบุด้วยฉนวนใยแก้วที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 2 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต ความหนาของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 1/2" หรือ บุด้วยฉนวน Polyurethane Foam หนาไม่น้อยกว่า 1/2" ที่ถาดน้ำทิ้งหุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวด้วย
- พัดลม เป็นแบบ Centrifugal Fan ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์เครื่องที่มีขนาดทำความเย็นต่ำกว่า 4 ตันความเย็น สามารถปรับความเร็วได้ ไม่น้อยกว่า 2 ระดับส่วนเครื่องที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตันความเย็นเป็นชนิดระดับความเร็วเดียว ใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสีได้รับการถ่วงสมดุลทั้ง Static และ Dynamic
- มอเตอร์พัดลม มอเตอร์เป็นชนิด Permanent Split Capacitor ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันการความร้อนสูงเกินเกณฑ์ ใช้ระบบไฟฟ้า 220V./1Ph./50Hz.
- กอลย์เย็นเป็นท่อทองแดงแบบไม่มีตะเข็บอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดกันอย่างสม่ำเสมอโดยวิธีการ (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่วที่ความดัน 200 PSI จำนวนครีบอกอยู่ในช่วง 9-12 ครีบอกนิ้ว และจำนวนแถว 2-4 แถว ผ่านการทดสอบรอยรั่วมาจากโรงงานผู้ผลิต
- ระบบไฟฟ้าและควบคุม มีสวิทช์ปิด-เปิดเครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลม ทั้งสวิทช์ติดอยู่ที่เครื่อง หรือเป็นชนิดตั้งแยก (Remote Type) ตามที่ระบุในแบบ (Drawings)

3. ท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์

ท่อสารทำความเย็น ใช้ท่อทองแดงอย่างแข็ง Hard Drawn TYPE “ L “ และใช้ Pipe Fitting ชนิด Forged or Wrought , Solder Type ในการเชื่อมต่อ ท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid line) และท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับ (Suction Line) ให้หุ้มรอบด้วย Closed Cell, Elastomeric Thermal Insulation ชนิดไม่ลามไฟ ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 3/4 ” ที่กำหนดไว้ในแบบ ขนาดของท่อสารทำความเย็นติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต หรือ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

ท่อน้ำทิ้งขนาดไม่เล็กกว่า 3/4” เป็นท่อพี.วี.ซี ชั้น 8.5 ตาม มอก.17-2523 ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศ ให้หุ้มด้วยฉนวน เช่นเดียวกับท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับ ความหนาไม่น้อยกว่า 1/2”

การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคาร หรือตามแนวในแบบ ในส่วนที่ผ่านคาน กำแพง หรือพื้น จะต้องมีการวางปลอก (Sleeve) ถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับคานนอกของอาคาร จำต้องอุดช่องว่าง ระหว่างท่อสารทำความเย็น และปลอกด้วยวัสดุยาง หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย และท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคงท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับจะต้องสามารถให้น้ำมันหล่อลื่น กลับไปที่คอมเพรสเซอร์ได้สะดวกในทุกภาวะของการทำงาน โดยไม่ต้องติดตั้ง OIL TRAP ท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดพอเหมาะคือ ให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิความแน่นเปลี่ยนไปเกินกว่า 1-2 °C หรือมีขนาดตามที่กำหนดในแบบ

ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (Support Hanger) โดยใช้ประกบกับเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียมรัดตัวท่อเข้ากับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคงทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร สำหรับท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid Line) และท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับจะต้องหุ้มฉนวน ณ จุดที่วางบนอุปกรณ์รองรับ (Support ,Hanger) ต้องป้องกันไม่ให้น้ำหยดที่กดทับฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหาย โดยอาจใช้ท่อ พี.วี.ซี. ผ่าครึ่งตามยาว หรือแผ่นเหล็ก อาบสังกะสีไม่บางกว่าเบอร์ 22B.W.G. ยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม. หรือหุ้มโดยรอบ

ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยก๊าซไนโตรเจนที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 42 กก./ ซม.² เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชม. โดยที่ความดันอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (0.1 °C / 1 กก./ ซม.²) แล้วจึงทำการดูความชื้นออก และทำให้เป็นสุญญากาศ ด้วยเป็นสุญญากาศ ด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump) จนมีความดันประมาณ 2.1 กก./ ซม. อย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงเติมสารทำความเย็นเพิ่ม

4. การติดตั้งเครื่อง

บุคคลากรที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศระบบ VRF ต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับ การฝึกอบรม และมีประสบการณ์ในการติดตั้ง จนมีความชำนาญในการทำงานด้านนี้ โดยมีกรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ

เครื่อง CDU จะต้องมีการรับภาระสันสะเทือนประเภทยางหรือสปริงและสำหรับเครื่อง Fan Coil Unit ชนิดแขวน จะต้องติดตั้งโดยมีเหล็กยึดแขวนติดกับโครงสร้างอย่างแข็งแรง ท่อที่นำเข้ามาเก็บที่หน่วยงานจะต้องมีการอุดหัวท้ายท่อด้วยปลั๊กอุด เพื่อป้องกันสิ่งของที่จะเข้าไปในท่อ ในขณะที่ติดตั้งท่อเมื่อเลิกงานให้อุดด้วยปลั๊กอุด ที่ปลายท่อที่ยังไม่ได้ต่อ จำนวนน้ำยาและน้ำมันหล่อลื่นที่ ต้องใช้อัด ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อให้อายุการใช้งานของเครื่องอัดน้ำยา ยาวนาน

แผงกรองอากาศเป็นชนิด Aluminium หนา 1/2 ” หรือตามที่ระบุในแบบ อยู่ในกรอบที่แข็งแรงและความสะอาดได้ จัดหาโดยผู้รับจ้างติดตั้ง

5. ขอบเขตของงานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า

- 5.1 สำหรับระบบ VRF ผู้รับจ้างจะต้องเดินสายไฟจาก Safety Switch ไปยัง Condensing Unit แต่ละ Unit และสำหรับ Fan Coil Unit ผู้รับจ้างจะต้องเดินสายไฟจาก Junction Box ไปยัง Fan Coil Unit สำหรับสายควบคุมผู้รับจ้างระบบปรับอากาศเป็นผู้จัดหาและติดตั้งทั้งหมด
- 5.2 พัดลมระบายอากาศทุกชุด ผู้รับจ้างมีหน้าที่เดินสายไฟจาก Junction Box มายังพัดลมระบายอากาศ โดย สายเมน ไฟฟ้าจาก Switch มายัง Junction Box และ Junction Box อยู่ในขอบเขตงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- 5.3 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าในการให้ข้อมูลของกำลังไฟฟ้าจริงของอุปกรณ์ต่าง ๆ เทียบกับ กำลังไฟฟ้าตามแบบก่อสร้าง เพื่อตรวจสอบขนาด Circuit Breaker

6. การรับประกันการบำรุงรักษา (Warranty)

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันความเสียหายใด ๆ ที่เกิดจากชิ้นส่วนที่ชำรุดบกพร่องที่เกิดจากการผลิต และการติดตั้งที่ผิดวิธี โดย

- คอมเพรสเซอร์ มีอายุการรับประกันไม่น้อยกว่า 5 ปี
- ชิ้นส่วนอื่น ๆ มีอายุการรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี

บทที่ 7

อุปกรณ์ระบายอากาศ

1. ความทั่วไป
 - 1.1 พัดลมระบายอากาศที่ใช้ต้องสามารถระบายอากาศได้ในปริมาณที่ต้องการ ตามตารางที่ระบุในแบบ และวัดค่าสมรรถภาพจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน AMCA Standard ที่เกี่ยวข้อง และระดับความดังของเสียงต้องเหมาะสมกับการใช้งาน โดยต้องแสดง Sound Power Level มาด้วย
 - 1.2 ระดับความดังของเสียงจากพัดลมไม่ควรเกิน 75 dBA และพัดลมแบบ Free Blow ไม่ควรเกิน 55 dBA วัดห่างจากพัดลม 1.5 m. ถ้าตรวจพบว่ามีความดังของเสียงมากกว่าที่กำหนดผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบจัดการติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงเพื่อให้ระดับของเสียงได้ตามต้องการ
 - 1.3 พัดลมสำหรับ Waste Treatment Plant จะต้องเป็นแบบป้องกันสารเคมี (Chemical Proof Type) ตัวโครงสร้าง, ใบพัด และชิ้นส่วนอื่นที่สัมผัสกับกระแสลมควรทำด้วย PVC ชนิดแข็ง, Fiberglass หรือแผ่นเหล็กเคลือบด้วย ี Epoxy เพลาขับทำด้วย Stainless Steel
 - 1.4 พัดลมระบายอากาศที่ใช้จะต้องผลิตจากโรงงานผู้ผลิตที่มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ
2. พัดลมแบบเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Fan)
 - 2.1 ความทั่วไป

พัดลมทั้งชุดจะต้องประกอบด้วย Housing, Wheel, เพลา, แบริ่ง และอุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆ ที่ระบุไว้ใน Ventilating Fan Schedule ของแบบโดยประกอบเรียบร้อยมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต และถ้าจำเป็นต้องติดตั้ง Vibration Isolator ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - 2.2 สมรรถนะ

ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน Ventilating Fan Schedule ของแบบโดยได้รับการทดสอบ และ วัดค่าสมรรถนะจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน AMCA 210 and The Certified Rating Program ฉบับล่าสุดและต้องได้รับการรองรับสมรรถนะที่ทดสอบได้จาก AMCA ด้วยเสียงต้องเหมาะสมกับการใช้งาน โดยให้แสดง Sound Power Level ด้วย
 - 2.3 Housing

ประกอบจากแผ่นเหล็กกล้าอย่างหนาเชื่อมติดกันแล้วใช้เหล็กโครงสร้างเสริมให้แข็งแรงอีกทีหนึ่ง และได้รับการพ่นสีเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
 - 2.4 Fan Wheel

เป็นชนิด Forward, Backward หรือ Backward Inclined Air-Foil ตามความเหมาะสมของการใช้งาน ทำด้วยเหล็กกล้าหรือลูมิเนียม หากใช้เหล็กกล้าจะต้องได้รับการพ่นสีตามมาตรฐาน โรงงานของผู้ผลิตหรือผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม, ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลแล้ว (Statically and Dynamically Balance)
 - 2.5 เพลา

ทำด้วยเหล็กกล้าตามมาตรฐานของผู้ผลิต
 - 2.6 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ขับเป็นแบบ Totally Enclosed Fan Cooled, IP 55 มีความเร็ว 1,450 รอบ / นาที ตามมาตรฐาน IEC ใช้กับไฟฟ้า 380 V / 3 Φ / 50 Hz จนวนของขดลวดเป็นแบบ Class F มี Service Factor ของมอเตอร์เป็น 1.15 เมื่อใช้

- ใบพัดลมเป็นแบบ Backward Curve หรือ Air Foil Blade และมี Service Factor 1.2 เมื่อใช้ใบพัดลมเป็นแบบ Forward Curve
- 2.7 พัดลมที่มีขนาดใหญ่ต้องติดตั้งและรองรับด้วย Spring Vibration Isolator โดยมี Static Deflection ตามตารางในแบบ และในการเลือก Isolator ควรทำการเลือกให้สอดคล้องกับคำแนะนำของผู้ผลิต Spring Isolator
 - 2.8 พัดลมที่มีความสามารถในการระบายอากาศน้อยกว่า 600 CFM ควรเป็นแบบ Low Noise Type ขับโดยตรง และมี Neoprene Vibration Isolator ความหนาไม่น้อยกว่า 1"
 - 2.9 ทางเข้าและทางออกของพัดลมที่ไม่ได้ต่อกับท่อลมจะต้องมีตะแกรงลวด (Wire Mesh) ปิดเพื่อป้องกันอันตราย
3. พัดลมระบายอากาศ แบบ Propeller
- 3.1 โครงสร้าง

พัดลม มอเตอร์ และที่กำบังพัดลมจะต้องยึดติดบนโครงโลหะที่มั่นคงแข็งแรง และทำสีตามมาตรฐานของโรงงาน
 - 3.2 ใบพัด

ทำด้วยเหล็กกล้า , อลูมิเนียม หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า ตั้งศูนย์ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งแบบ Static และ Dynamic
 - 3.3 สมรรถนะ

ใกล้เสียงที่ต่ำสุดกับที่แสดงไว้ทั้งปริมาณลม และ Static Pressure โดยมีระดับความดังของเสียงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้งาน
 - 3.4 การขับเคลื่อน

แบบขับเคลื่อนโดยตรง มี Ball Bearing แบบอัดจารบีไว้ถาวร
 - 3.5 ต้องมี Gravity Shutter
 - 3.6 ต้องมี Safety Guard / Louver ติดอยู่ที่ด้าน Inlet ของพัดลม
 - 3.7 มอเตอร์

ระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานของผู้ผลิต เป็นแบบ Totally – Enclosed ความเร็วรอบของมอเตอร์ชนิดขับเคลื่อนพัดลม โดยตรงที่สมรรถนะ 300 CFM หรือมากกว่าจะต้องไม่เกิน 1,450 รอบต่อนาที
4. พัดลมระบายอากาศแบบฝังเพดาน (Ceiling Mounted Type)
- 4.1 ความทั่วไป

พัดลมจะต้องได้รับการออกแบบสำหรับการติดตั้งฝังเพดาน มีช่องลมออกสำหรับต่อท่อลม และมี Gravity Shutter ติดอยู่ที่ทางออกของพัดลม
 - 4.2 โครงสร้าง

พัดลม มอเตอร์ จะต้องติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะ ที่มั่นคงแข็งแรง และพ่นสีตามมาตรฐานของโรงงาน
 - 4.3 Fan Wheel

ทำด้วยเหล็ก,อลูมิเนียมหรือพลาสติก ได้รับการถ่วงและตั้งศูนย์ให้สมดุลย์ทั้งในขณะที่หยุดนิ่งและหมุน
5. พัดลมแบบเพดานแบบโคจร (Cycling Fan 360°)
- 5.1 ความทั่วไป

พัดลมต้องได้รับการออกแบบสำหรับติดตั้งบนเพดาน การติดตั้งต้องทำการติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง โดยการติดตั้งให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - 5.2 ใบพัดลม มอเตอร์ และตัวเรือนจะต้องถูกประกอบยึดติดกันอย่างมั่นคง และทำการเคลือบและอบสีมาจากโรงงานผู้ผลิต

5.3 อุปกรณ์อื่นๆ

- 5.3.1 มี Regulator เพื่อทำการควบคุมความเร็ว 3 จังหวะ
- 5.3.2 สามารถหมุนได้รอบตัว 360 องศา
- 5.3.3 ใบพัดลมทำจากเหล็กแล้วนำไปเคลือบสี

6. พัดลมแบบติดเพดาน (Ceiling Fan)

- 6.1 วัสดุที่เป็นเหล็กดำ เคลือบและอบสีจากโรงงาน (Baked Enamel) ใบพัด 3 ใบ และได้รับการถ่วงสมดุลย์ จากโรงงานผู้ผลิต พัดลมมี Safety Wire เพื่อป้องกันอันตราย
- 6.2 สวิตช์ควบคุม 5 ระดับ สำหรับควบคุมพัดลมจากระดับพื้นห้อง
- 6.3 ความเร็วรอบของพัดลมเมื่อทำงานในระดับความเร็วสูงสุด ไม่เกิน 300 รอบต่อนาที

บทที่ 8 การติดตั้ง

1. การติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต
 - 1.1 การติดตั้งบนทางเท้า หรือถนน ให้ทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดสูงไม่น้อยกว่า 150 มม. จากระดับพื้นที่ติดตั้ง ขนาดฐานใหญ่ไม่น้อยกว่าขนาดของคอนเดนซิ่งยูนิต หรือทำฐานเฉพาะแต่ละขาของเครื่องก็ได้ ผิวให้ฉาบปูนขัดมันให้เรียบขาต้องยึดติดกับฐานด้วยสลักเกลียวฝังในฐานและใช้เป็นเกลียวยึดติดและต้องทำให้ไม่มีโอกาสที่น้ำจะขังค้าง อยู่ที่ขาส่วนที่เป็นเหล็กได้
 - 1.2 การติดตั้งบนพื้นดิน ให้ทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดใหญ่ตลอดตัวเครื่องและใหญ่กว่าเครื่องไม่น้อยกว่า 500 มม. รอบทุกด้าน ฐานสูงกว่าระดับดินไม่น้อยกว่า 200 มม. ฐานต้องทำให้เหมาะสมกับสภาพดินและสามารถรับน้ำหนักเครื่องได้โดยไม่ทรุด การติดตั้งให้ทำเช่นเดียวกันกับข้อ 1.1
 - 1.3 การติดตั้งบนหลังคาหรือกันสาด เครื่องต้องตั้งอยู่บนเหล็กรูปตัว (I) หรือตัว (C) เพื่อเกลี่ยน้ำหนักยึดขาทุกขาให้ติดแน่นกับเหล็กโดยใช้สลักเกลียวหรือเป็นเกลียว ตัวเหล็กให้ยึดติดกับพื้นหลังคาหรือกันสาดด้วย ก่อนติดตั้งให้ปรึกษาผู้ว่าจ้างก่อน ถ้าหากพื้นหลังคาหรือกันสาดสามารถรับน้ำหนักได้โดยไม่ต้องมีเหล็กรับเพื่อเกลี่ยน้ำหนักก็ให้ยึดเครื่องให้ติดกับพื้นได้เลย หรือทำฐานคอนกรีตเพิ่มขึ้นสำหรับแต่ละขา ทั้งนี้ต้องป้องกันน้ำขังได้ขาด้วย จะต้องติดตั้ง Vibration Isolator เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนด้วย
2. การติดตั้งแฟนคอยล์ยูนิต
 - 2.1 การติดตั้งบนพื้น แฟนคอยล์ต้องตั้งบนพื้นโดยมี ขาเหล็กทรงเครื่อง และให้มีที่ว่างใต้เครื่องไม่น้อยกว่า 300 มม. ขาเหล็กให้มีแผ่นยาง หรือวัสดุอื่นรองเพื่อกันน้ำขังได้ขาให้ยึดขาติดกับพื้นห้องด้วย
 - 2.2 การติดตั้งแขวนจากเพดาน ให้ยึดด้วยโครงเหล็กติดกับพื้นของชั้นบน โดยตรงโดยใช้สลักเกลียวและเป็นเกลียว หรือใช้ Expansion Bolts ซึ่งสามารถรับน้ำหนักเครื่องได้อย่างปลอดภัย
 - 2.3 ท่อน้ำทิ้ง ให้ต่อท่อน้ำทิ้งจากถาดรองรับน้ำของ แฟนคอยล์ไปหาท่อระบายน้ำที่ใกล้ที่สุด ตรงจุดที่ต่อออกจากเครื่องต้องมีข้องอเพื่อดักผงและเปิดออกเพื่อทำความสะอาดได้ง่าย ท่อน้ำทิ้งให้ใช้ท่อพีวีซีตามมาตรฐาน มอก. 17-2523 ประเภท 8.5 จะต้องหุ้มฉนวนชนิดเดียวกันกับท่อน้ำยา ความหนา 1/2 ” การยึดติดกับผนัง ฯลฯ ให้ใช้ประกับเหล็กสังกะสีหรืออลูมิเนียมชนิดสำหรับใช้รัดท่อรัดติดเหนือท่อก่อนยึดเพื่อป้องกันความเสียหาย ท่อน้ำทิ้งส่วนที่วิ่งออกไปนอกอาคารหรือส่วนที่มองเห็นได้ให้ทำการทาสีเพื่อความสวยงามและป้องกัน UV โดยสีที่ทาจะต้องลง PRIMER ก่อนและสีจะต้องเป็นสีสำหรับทาท่อชนิดนี้โดยเฉพาะ
3. ท่อน้ำยา
 - 3.1 ท่อน้ำยา ให้ใช้ท่อทองแดงชนิด Hard Drawn ตามมาตรฐาน ASTM B-88 Type L หรือตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ข้อต่อใช้ชนิด Forget or Wrought Copper, Solder Type รอยต่อเชื่อมด้วย Silver Solder ขนาดท่อน้ำยาให้คำนวณตามสภาพหน้างานการติดตั้งจริงและตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ
 - 3.2 การเดินท่อน้ำยา ท่อต้องอยู่ในแนวขนานและ/หรือตั้งฉากไปกับตัวอาคาร ถ้าเดินผ่านทางเท้าที่มีคนเดิน ใต้ดิน และ/หรือถนน ให้ทำคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาดครอบเหล็กหล่อเพื่อใส่ท่อน้ำยาและ ท่อร้อยสายไฟ ถ้าอยู่บนถนนต้องทำให้รับน้ำหนักรถยนต์ที่อาจวิ่งผ่านได้ด้วย ท่อต้องมี Anchors and Expansion Bends เพื่อรับการขยายตัวของท่อในกรณีที่เป็น ต้องใช้ Flexible Woven Metal Connector ต่อเข้ากับคอมเพรสเซอร์เพื่อป้องกันท่อแตกเพราะการ

ต้นสะเทือน การยึดท่อให้ใช้เหล็กและ/หรือเหล็กฉากยึดให้แข็งแรง ท่อที่อยู่ในสภาพที่ถูกกระทบให้เสียหายได้ ต้องมีการป้องกัน เช่น มีฝาครอบ เป็นต้น ท่อน้ำยาขนาดใหญ่เกิน 1-1/4" ต้องมีการยึดท่อทุกท่อด้วย Clamp ทุกระยะไม่เกิน 3,000 มม.

- 3.3 ฉนวนหุ้มท่อน้ำยา ให้ใช้ชนิด Closed-Cell Foamed Plastic ท่อขนาด 3/8" ให้ใช้ฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 1/2" ท่อขนาด 5/8" ขึ้นไป ให้ใช้ฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 3/4" ตรงที่แขนท่อหรือยึดท่อ ฉนวนหุ้มท่อต้องเป็นชนิดแข็ง และยาวไม่น้อยกว่า 100 มม. ตรงจุดแขนท่อหรือยึดท่อทุกแห่งต้องใส่แผ่นเหล็กอบสังกะสีหนา 1 มม. คั่นไว้ระหว่างอุปกรณ์แขนหรือยึดท่อกับฉนวน และท่อน้ำยาที่เดินภายนอกอาคารให้ทำสีเคลือบ Insulation โดยใช้สีที่ผลิตมาสำหรับทาท่อ Insulation โดยเฉพาะ เมื่อทาแล้วยังมีความยืดหยุ่นสูง และมีสารช่วยยึดเกาะระหว่างชั้นสีกับผิวฉนวน โดยทาสีอย่างน้อย 3 ครั้ง
- 3.4 อุปกรณ์อื่นๆ ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม (ถ้าไม่มีติดมาพร้อมเครื่องปรับอากาศ) เช่น Drier, Filter, Liquid Sight Glass, Charging Valve, Shut-Off Valve, Hot Gas Muffler (เฉพาะเครื่องขนาด 100,000 BTU ขึ้นไป) Service Valve, อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า เป็นต้น ทั้งนี้ต้องไม่ขัดกับคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่อง
- 3.5 การทาสี ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทาสีกันสนิมอย่างดีที่สุดที่สามารถทนต่อการกัดกร่อนของไอทะเลได้เป็นอย่างดี โดยต้องทำการขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้ง

บทที่ 9
ท่อม และระบบการกระจายลม

1. ความทั่วไป
ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีฝีมือดี และได้รับการเห็นชอบด้านผลงานจากผู้ว่าจ้าง ทำและติดตั้งงานท่อม ตะแกรงลมกลับช่องอากาศบริสุทธิ์ ตามชนิด ขนาด และตำแหน่งที่ถูกต้องตามที่ระบุไว้ในแบบ รอยต่อของท่อแต่ละท่อต้องแน่นสนิท ลมไม่สามารถรั่วออกได้ ตัวท่อยึดติดกับ โครงสร้างของอาคารอย่างแข็งแรง ปราศจากการสั่นสะเทือนในทุกสภาวะการใช้งาน และรอยตะเข็บของท่อมจะต้องทำการ Seal ด้วยสารที่ไม่ลามไฟ เพื่อป้องกันการรั่วของลม การผลิตท่อต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE และ SMACNA
2. การผลิตท่อม (Duct Construction)
 - 2.1 แผ่นโลหะ (Sheet Metal)
ท่อมจะต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี มาตรฐาน มอก.50-2516 ชุบหนาไม่น้อยกว่า 172 กรัม/ม² (0.72 ออนซ์/ฟุต) ยกเว้นขนาดหนา 0.45 มม.(เบอร์ 26) ชุบหนาไม่น้อยกว่า 147 กรัม/ม² (0.59 ออนซ์/ฟุต) ความหนาของแผ่นเหล็กอบสังกะสี และการเสริมท่อมให้แข็งแรงและต้องเป็นไปตามตารางดังนี้

ความกว้างของท่อม มม.(นิ้ว)	ความหนาของแผ่นเหล็ก มม.(BWG)	รอยต่อตามขวาง	ขนาดเหล็กฉากเสริมความ แข็งแรงของท่อม มม.
UP TO 305 (12)	0.45 (26)	DRIVE SLIP OR PLAIN “S” SLIP OR POCKET LOCK	NONE
303 TO 457 (13 TO 18)	0.55 (24)	SAME AS UP TO 305	NONE
483 TO 762 (19 TO 30)	0.55 (24)	POCKET LOCK OR HAMMED “S” SLIP OR BAR SLIP OR 25 mm. COMPANION ANGLES	25×25×3 1200 CC.
787 TO 1067 (31 TO 42)	0.70 (22)	POCKET LOCK OR BAR SLEP OR REINFORCED BAR SLIP OR 25 mm. COMPANION ANGLES	25×25×3 1200CC.

1092 TO 1372 (43 TO 54)	0.70 (22)	SAME AS 787 TO 1067 BUT 38 mm. COMPANION ANGLES	38×38×3 1200 CC.
1398 TO 1524 (55 TO 60)	0.90 (20)	SAME AS 1092 TO 1372	38×38×3 1200 CC.
1549 TO 2134 (61 TO 84)	0.90 (20)	REINFORCES BAR SLIP OR ANGLES SLIP OR ALTERNATE BAR SLIP OR ANGLES REINFORCED STANDING SEAM OR 38 mm. COMPANION ANGLE	38×38×3 600 CC.
2195 TO 2438 (85 TO 96)	1.20 (18)	ANGLE SLIP OR ANGLE REINFORCED STANDING SEAM OR ANGLE REINFORCED PACKET LOCK OR 38 mm. COMPANION ANGLES	38×38×5 600 CC.

2.2 ขนาดของท่อลม

ขนาดของท่อลมที่กำหนดในแบบเป็นขนาดภายในของท่อลม มิได้รวมความหนาของฉนวน โดยตัวเลขตัวแรก หมายถึง ขนาดด้านแนวนอนของท่อลม
ตัวเลขตัวหลัง หมายถึง ขนาดด้านแนวตั้งของท่อลม

2.3 การประกอบท่อลม

ห้ามใช้เศษ หรือชิ้นส่วนของแผ่นเหล็กอาบสังกะสีมาต่อกัน ข้องอ และส่วนโค้งทุกอันต้องเป็นแบบ Full Band ซึ่งมีรัศมีภายใน (Throat Radius) เท่ากับ 3/4 ” เท่าของความกว้างของท่อลม ถ้าข้องออันนั้นไม่สามารถทำแบบ Full Radius Bend ได้เนื่องจากที่จำกัดให้ติดตั้ง Guide Vanes ไว้ในข้องอ โดยมีระยะห่าง และจำนวน Vane ตามมาตรฐาน ASHARE / SMACNA

2.4 แผ่นแบ่งแฉวม (Splitter Damper)

ต้องติดตั้ง ณ ทุกท่อแยกที่ไปจ่ายกิ่งย่อย (Branch Take - Off) ใบ Damper ทำด้วยแผ่นโลหะซึ่งหนากว่าขนาดที่ใช้ทำลมช่วงนั้นๆ หนึ่งเบอร์ และยาวอย่างน้อย 1 1/2 เท่า ของความกว้างของ Branch Throat ปลายด้านหนึ่งติดบานพับเป็นจุดหมุนยึดกับท่อทำให้สามารถเลื่อนใบ Damper ไปมาได้โดยไม่หลุดหรือมีเสียงดัง ก้านชักเป็นแกนโลหะอาบสังกะสีที่ยื่นพ้นด้านข้างของท่อลมออกมาภายหลังจากที่ได้แบ่งปรับลมเรียบร้อยแล้ว ต้องยึดก้านนี้ให้แน่นกับตัวท่อด้วย Lock Screw และ Locking Pin ซึ่งอยู่ด้านนอกของแผ่นฉนวน ก้านมิให้เคลื่อนกับเข้าไปในท่อได้อีก สำหรับบริเวณท่อแยกแบบ Tap-In ผู้รับจ้างอาจติด Splitter Damper แบบที่ได้กล่าวมาแล้วหรือใช้ Air Extractor ที่ทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานก็ได้แต่ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนติดตั้ง

2.5 Volume Damper

ต้องติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ ซึ่งมีอยู่ 2 อย่าง คือ

- แบบ Single Leaf ทำด้วยโลหะแผ่นชนิดเดียวกับที่ใช้ทำท่อลม ปลายของ Blade แต่ละใบต้องพับงอขึ้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ขนาดของ Damper แบบนี้ต้องกว้างไม่เกิน 16 นิ้ว และยาวไม่เกิน 48 นิ้ว หากจำเป็นต้องยาวกว่านี้ให้ทำเป็นชุดย่อยหลายชุดแต่ละชุดขนานเท่ากัน
- แบบ Multi-Leaf ต้องเป็นชนิด Opposed Blade แต่ละใบเชื่อมต่อกันหมด เพื่อให้สามารถ เปิด-ปิดได้ทีเดียวพร้อมกันแบบนี้ใช้กับ Damper ที่มีความกว้างเกินกว่า 17 นิ้ว ขึ้นไป

2.6 Fire Damper

ต้องติดตั้งบริเวณที่ท่อลมทะลุผ่านพื้น, ผนังกันไฟและตามที่ระบุในแบบ Fire Damper ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA No.90 A และ UL 555 แบบ Dynamic Curtain Type มี Fusible Link ใช้เป็นแบบ 165°F Rating บริเวณที่ติดตั้งจะต้องทำ Access Door สำหรับเข้าไปตั้งปรับ ตรวจสอบ และแก้ตัว Damper และ Fusible Link ได้

2.7 Damper Hardware

ก้าน Damper, Yokes แบริ่ง แหวนรอง (Washers) Saddles และอื่นๆ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของ YOUNG REGULATOR CO หรือเทียบเท่า

2.8 Access Doors

ต้องติดตั้ง ณ ที่ทุกแห่ง ซึ่งจำเป็นต้องเข้าไปบำรุงรักษาเครื่องมือวัดระบบควบคุม หรือ คล้อย ฯลฯ ทำความเย็นเป็นประจำตัวประตูทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ยึดกับตัวท่อทางด้านหนึ่งด้วยบานพับทองเหลือง ส่วนอีกด้านเป็นกลอนสองตัวทำด้วยทองเหลืองเช่นกัน บานประตูต้องหุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม หรือตัวถัง (Casing) ขอบประตูโดยรอบต้องกรุด้วยแผ่นประเก็น Neoprene ยาวตลอดเพื่อกันมิให้ลมรั่วได้ การติดตั้งถ้าเป็นที่ท่อลมต้องมีขนาด 14"×20" ในกรณีที่ท่อลมช่วงนั้นมีขนาดเล็กเกินไป ให้ทำช่องใหญ่ที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ ส่วนที่ Return Air Plenum นั้น ขนาดช่องต้องเป็น 60" ×24" หรือ 24" ×24" หรือตามแต่จะกำหนด

2.9 การแขวนท่อลม

การแขวนท่อลมให้ใช้เหล็กฉาก ขนาดตามตารางที่แสดงข้างล่าง ยึดติดกับคอนกรีตด้วย Expansion Bolts เท่านั้น ระยะห่างของการแขวนท่อลม ต้องไม่เกินที่กำหนดไว้ในตารางข้างล่าง

ความกว้างของท่อลม มม.(นิ้ว)	ระยะห่างที่แขนท่อลม มม.	ขนาดเหล็กฉาก มม.
ไม่เกิน 762 (30)	3,000	25×25×3
787 ถึง 1,524 (31 ถึง 60)	3,000	38×38×3
1,550 ถึง 2,154 (61 ถึง 84)	2,400	50×50×3
2,159 ถึง 2,438 (85 ถึง 96)	2,400	50×50×5

2.10 Apparatus Connections

ปลายท่อลมส่วนที่จะต่อเข้ากับพัดลม หรืออุปกรณ์ที่มีการสันสะเทือนให้ใช้ Woven Asbestos ชนิดหนัก 15 ออนซ์ หรือวัสดุอื่นที่กันไฟได้กว้างประมาณ 6 นิ้ว คั่นกลางไว้

2.11 ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pitot Tubes หรือเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศ และ Balance ระบบลมนั้นต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่กำหนด หรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด

2.12 Duct Sleeves

ท่อลมส่วนใดที่ระบุให้เดินผ่าน พื้น เพดาน ผนัง หรือหลังคา จะต้องเดินเฉพาะในช่องที่เจาะเตรียมไว้ให้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องใช้ เหล็กแผ่นอบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 20 BWG ทำเป็น Sleeve ให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนท่อแล้ว 1 นิ้ว โดยรอบฝังไว้ในช่อง และช่องว่าง 1" นี้ จะต้องมีสารทนไฟใส่ไว้ก่อนที่จะทำการปิดด้วย Flashing ถ้าปรากฏว่า Block out ที่ได้เตรียมไว้ให้โดยงานโครงสร้างมีขนาดใหญ่กว่าตัวท่อลมมาก ผู้รับจ้างต้องจัดการต่อเสริมส่วนโครงสร้างคอนกรีตเข้ามาจนใกล้เคียงกับขนาดของท่อ สำหรับท่อลมซึ่งผ่านทะลุพื้นทุกชั้นและผนังกันไฟ จะต้องทำการอุดช่องว่างโดยรอบด้วยการกันไฟ โดยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

3. ระบบการกระจายลม (Air Distribution)

3.1 ความทั่วไป

Diffusers, Registers, Louver, Extractor และ Griller ทุกอันต้องทำด้วย Anodized Extruded Aluminium (ยกเว้นแต่จะต้องระบุไว้วัสดุอย่างอื่น) ของทุกชิ้นต้องประกอบเรียบร้อย เคลือบและอบสี (กำหนดภายหลัง)มาจากโรงงานผู้ผลิต ส่วนขนาด และตำแหน่งที่ติดตั้งให้ดูจากแบบฝ้ายนเพดาน

3.2 Diffusers

รูปร่างของ Diffuser ที่ใช้อาจเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส, สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือแบบ Slot ยาวซึ่งมีการกระจายลมเป็นแบบแน่นอนตายตัว (Fixed) หรือแบบปรับได้ (Adjustable) ตามแต่จะกำหนดไว้ในแบบ คอห้วยจ่ายทุกอันต้องยาวพอที่จะใส่ Volume Damper สำหรับปรับปริมาณลมเข้าไว้ภายในท่อได้ ท่อลมส่งต้องยาวเลยหัวจ่ายสุดท้ายออกไปอีกอย่างน้อย 8"

3.3 Registers

เป็นแบบ Double Deflection มีก้านโยกเปิดปิด Volume Damper ได้จากด้านหน้าตรงท่อแยก (Take-Off) อาจต้องติด Air Extractor เพื่อช่วยให้ลมเย็นออกได้เต็มปริมาณที่ระบุไว้ เกสกระจายทางด้านหน้าจะเป็นแนวนอนหรือตั้งขึ้นอยู่กับ Spread และ Drop ที่ต้องการ ปีกหัวจ่ายที่ติดกับกำแพง หรือตัวถังเครื่อง (Casing) ต้องมีประเก็นทำด้วยฟองน้ำอัดอยู่โดยรอบมิให้ลมรั่วได้

3.4 Grilles

- Supply Air Grilles เกล็ดที่ใช้ต้องเป็นแบบ Double Deflection เช่นเดียวกับ Register
- Exhaust Air Grilles ให้ใช้เกล็ดแบบ Air Louver ตัวเกล็ดที่ใช้ภายนอกจะต้องสามารถป้องกันน้ำฝนจากภายนอกได้
- Transfer Grilles ให้ใช้เกล็ดแบบ Return Air Grilles

3.5 ช่องนำอากาศบริสุทธิ์เข้า (Fresh Air Intake)

เป็นแบบเกล็ดติดตาย ตัวเกล็ดมีลักษณะเดียวกันกับ Air Louver ความเอียงของใบเกล็ดต้องมากพอที่น้ำฝนจากภายนอกจะสาดเข้ามาไม่ได้ มีตะแกรงกันแมลงและ Volume Damper ติดอยู่ด้านหลังตัวเกล็ด หรือภายในท่อ Fresh Air Duct ที่ซึ่งสามารถเข้าไปปรับปริมาณลมหรือถอดแผ่นตะแกรงลงมาล้างทำความสะอาด ได้โดยง่าย

3.6 Air Louver

ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดติดแน่นกับโครงในแนวอนทามุม 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาดความหนาของโครงต้องไม่ต่ำกว่า 4 นิ้ว ด้านในบุด้วย Wire Mesh มีขนาดไม่ต่ำกว่า 1 ตารางนิ้ว และ Wire Mesh สามารถถอดล้างได้ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน

3.7 Round Flexible Duct

Flexible Duct จะต้องทำด้วย Aluminium /Polyester คุณภาพสูง ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิด อ่อน (Fiberglass) มีความหนา และความหนาไม่น้อยกว่า 1” และ 1.5 LB/Ft³ ตามลำดับ ในส่วนของ Vapour Barrier จะต้องประกอบด้วย ใยแก้ว (Fiberglass) เคลือบด้วยสาร Black Elastomer และประกอบกันเป็นชั้นๆ ด้วย Aluminized Polyester Film ในการต่อท่อ Flexible Duct ห้ามต่อให้มีความยาวเกิน 1.50 เมตรเป็นอันขาด

4. ท่อลมระบายควัน สำหรับห้องครัว

4.1 ความทั่วไป

การดำเนินการติดตั้งท่อระบายลม สำหรับห้องครัวให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE และ SMACNA,NFPA 96 เว้นแต่จะได้ออกแบบเป็นอย่างอื่น การติดตั้งท่อลมจะต้องมี Slope และมีที่ตัดขัง Grease เป็นระยะๆตามที่กำหนดในมาตรฐาน NFPA และจะต้อง Access Door เพื่อทำการล้างทำความสะอาด

4.2 วัสดุสำหรับท่อลม

ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากโลหะแผ่นดำ (Black Steel Sheet) ขนาดความหนาไม่ต่ำกว่า 2.00 มม. ขนาดท่อลม และระยะห่างของเหล็กแขวนให้เป็นไปตามแบบและมาตรฐานข้างต้น

4.3 รอยต่อท่อลม

รอยต่อสำหรับท่อลมให้ใช้การเชื่อมด้วยไฟฟ้าหรือแก๊สให้สนิทไม่มีรอยรั่ว พร้อมทั้งกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการทาหรือพ่นสีตามข้อกำหนด เรื่องการตกแต่งรอยต่อระหว่างท่อน ให้ต่อด้วยหน้าแปลน พร้อมด้วยประเก็นชนิดทนความร้อน

4.4 Volume Damper

ให้ใช้ตามข้อกำหนด เรื่องท่อลม และการกระจายลม, Damper Hardware ต้องเป็นเหล็กทองเหลือง, บรอนซ์ หรือโลหะอื่นที่ไม่ติดไฟ

4.5 Access Door

ต้องติดตั้ง ณ ที่ทุกแห่ง ซึ่งจำเป็นต้องมีการทำความสะอาดภายในห้อง ตัวประตูทำด้วยแผ่นเหล็กดำขนาดเดียวกับห้อง และหุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับที่หุ้มห้อง ขอบบานประตูต้องมีประเก็นชนิดทนความร้อน โดยรอบเพื่อกันมิให้ลมรั่ว

4.6 Insulation

ฉนวนห้องระบายควันสำหรับห้องครัวให้ใช้ฉนวนใยหิน (Rock Wool) ความหนาไม่ต่ำกว่า 2 นิ้ว ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 3 lb/ft³ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนเท่ากับ หรือต่ำกว่า 0.034 w/mk ที่ 20 C การยึดฉนวนบริเวณ Exposed ให้ใช้กาวไม่ติดไฟ หรือ Stick Pin, ปิดทับด้วยลวดตาข่ายและปิดทับด้วย Aluminium Jacket อีกครึ่งส่วน บริเวณ Concealed ให้ใช้ฉนวนชนิดที่มี AL.Foil ติดด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟและปิดทับรอยต่อด้วย AL.Tape ขนาด 2 1/2" ชนิดไม่ลามไฟ สำหรับท่อส่งลมเย็น (Supply Air Duct, Return Air Duct & Pre-cooled Fresh Air Duct) ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Fiber glass) มีความหนาและความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 1" และ 1.5 LB/Ft³ บริเวณที่อยู่เหนือฝ้าเพดาน และหุ้มฉนวนภายในท่อส่งลมเย็น (Supply Air Duct, Return Air Duct) ด้วย Acoustic Insulation Lining ตามที่ระบุในแบบ และหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Insulation บริเวณที่ไม่มีฝ้าเพดานหรือพื้นที่ใต้ฝ้าเพดานที่มองเห็นได้ โดยมีความหนาและความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 3/4" และ 4LB/Ft³

4.7 Jacket

ทำด้วย Aluminium Sheet Gauge 24 B.W.G. กรรมวิธีการติดตั้งตามข้อกำหนดเรื่องห้อง และต้องทำการซีลตะเข็บต่างๆ ด้วย Silicone Sealant

บทที่ 10 งานไฟฟ้า

1. ความทั่วไป

ขอบเขตของงานนี้รวมถึง การจัดหา การติดตั้ง ทดสอบและตรวจรับงาน ศูนย์ควบคุมมอเตอร์ แผงควบคุมไฟฟ้า การเดินสายไฟทั้งหมด มายังแผงไฟที่เตรียมไว้ รวมถึง “ศูนย์ควบคุม” ของเครื่องจักรกลทั้งหมด มอเตอร์ อุปกรณ์ควบคุม การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม ฯลฯ การติดตั้งและการทดสอบจะต้องปฏิบัติตามกฎของ NEC, การไฟฟ้า ฯ และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ของ วสท อย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะเรื่องมาตรฐานการทนไฟของสายไฟฟ้าวางจรไฟฟ้าช่วยชีวิต และอาคารสาธารณะได้ผิวดิน แบบ Shop Drawings ทั้งหมดของระบบไฟฟ้า รวมถึงเดินสายไฟฟ้า ท่อร้อยสายไฟสายไฟและรายละเอียดอื่นๆ จะต้องยื่นเพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้งงานแต่ละช่วง

ข้อกำหนดในแบบ และข้อกำหนดอื่นๆ ที่ปรากฏให้ถือเป็นแนวทางในการทำงานเท่านั้น ขนาดของสายไฟ สวิตซ์ตัดคอนแอค โนมติ ฯลฯ เป็นขนาดที่เล็กที่สุด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานจริง และเทียบกับแบบงานระบบไฟฟ้าและงานระบบอื่นๆ และในส่วนของผู้รับจ้าง หากพบว่าต้องมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพการใช้งานให้ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นถือว่ารวมอยู่ในการเสนอราคาหมามาตามนี้แล้ว

ผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศต้องรับผิดชอบในการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ขัดต่อข้อกำหนดล่าสุดของการไฟฟ้าท้องถิ่น โดยการจัดหาและติดตั้งนี้จะรวมไปถึงอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- 1.1 มอเตอร์สำหรับเครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit) และพัดลมระบายอากาศ
- 1.2 เครื่องช่วยในการเริ่มเดิน (Starters) สำหรับมอเตอร์ที่ระบุในข้อ 1.1
- 1.3 สายไฟควบคุม (Control Wiring) สำหรับระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศทั้งหมด

2. มอเตอร์

2.1 มอเตอร์ทุกตัวต้องเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานจากโรงงานที่ทำเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดนี้ต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน มีลักษณะเป็นของใหม่ได้รับการออกแบบตามมาตรฐาน IEC ขนาดมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ต้องพอเหมาะกับความต้องการสามารถทำงานได้โดยไม่เกินสมรรถนะที่ปรากฏบนแผ่น Nameplate เป็นชนิดที่ออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานอย่างต่อเนื่อง โดยยึดถืออุณหภูมิของอากาศโดยรอบเท่ากับ 40 องศาเซลเซียสเป็นเกณฑ์คุณลักษณะอื่นๆ ก็ต้องเป็นชนิดที่มีแรงบิดปกติ (Normal Torque) ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยตอนเริ่มเดิน (Low Starting Current) และ Slip ต่ำ (Low Slip) ขณะใช้งาน โดยถือว่า Synchronous Speed เป็น 1,450 รอบต่อนาที เว้นแต่จะได้ระบุเป็นอย่างอื่นมอเตอร์ทุกตัวต้องเป็นแบบ Totally Enclosed Fan-Cooled มอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 1 แรงม้า ต้องสามารถเข้ากับระบบไฟ 1 เฟส 220/230 โวลท์ 50 เฮิรตซ์ ได้ ส่วน Control Motor สำหรับระบบควบคุมต่างๆ ต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภทตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.2 เครื่องช่วยการเริ่มเดินของมอเตอร์ (Motor Starter)

แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.2.1 Direct - On - Line (DOL) Starters ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

ก. Tropicalized Air-Break Contactor, with Thermal Overload Release for All Phases, to VDE 0660 and/or IEC 158-1

ข. Coil Voltage : ตามที่กำหนดในแบบ

ก. AC.3 Duty

ง. Contact Rating : ตามขนาดของมอเตอร์ (5.5 Kw.) ขึ้นไป ที่กำหนดในแบบ

จ. Auxilary Switch อย่างน้อย 1 NO. 1 NC

2.2.2 Automatic Star-Delta Starters ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

ก. Tropicalized Air-Break Contactor, Automatic Star-Delta, Contactor, with Thermal Overload Release for all phases

ข. Coil Voltage : ตามที่กำหนดในแบบ

ค. AC.3 Duty

จ. Auxilary Switch : อย่างน้อย INC INO ที่ Main Contactor และที่อื่นๆ ตามที่จำเป็นต้องใช้สำหรับ Automatic Star-Delta Contactors Protection : IP OO (DIN Standard)

3. ผู้ควบคุม

ต้องผลิตตามมาตรฐาน ANSI หรือ VDE สำหรับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต ดังต่อไปนี้

3.1 แผงสวิทช์จ่ายไฟเฉพาะแห่ง (LSP : Localized Switch Panel)

แผงสวิทช์ต้องควบคุมการทำงานของมอเตอร์ซึ่งติดตั้งกระจายตามที่ต่าง ๆ นั้น ต้องได้รับการออกแบบให้เหมาะกับวัตถุประสงค์การใช้งาน ตัวแผงต้องเป็นแบบที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้งาน ตัวแผงต้องเป็นแบบ General Purpose หรือเป็นแบบกันน้ำได้ (Watertight) ขนาดแผงต้องมีขนาดที่เหมาะสมจะบรรจุเครื่องช่วยการเริ่มเดินมอเตอร์ (Motor Starter) พร้อมวงจร Interlock วงจรควบคุมจากระยะไกล (Remotely Control Circuits) และปุ่มกด ปิด-เปิด (Push Button) Toggle Switch หลอดไฟสัญญาณสีแดงซึ่งแสดงว่ามอเตอร์กำลังทำงาน บนประตูหน้าแผงต้องติดแผ่นป้ายบอกชื่ออุปกรณ์ทุกชนิด

3.2 วงจรควบคุม (Control Wiring)

สายที่ใช้ต้องเป็นชนิด มอก. 11 (ฉบับล่าสุด), 60 องศาเซลเซียส สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลท์ ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. ฉนวนหุ้มสายต้องมีหลายสีเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา การเดินสายให้ใช้รางหรือท่อพลาสติกทั้งหมด ส่วนที่ต่อเข้าสวิทช์เลือก ฟิวส์ เครื่องวัด และอุปกรณ์อื่นๆ ร้อยในท่อพลาสติกก่อนเพื่อป้องกันลัดวงจร การต่อสายระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ห้ามใช้วิธีโดยตรงแต่ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน (Terminal Rai) เพื่อความสะดวกในการทดสอบแก้ไขเหตุเสียหายต่างๆ สายที่ต้องมีการเคลื่อนไหวบ่อยๆ ให้ใช้สายชนิดอ่อน ส่วนสายที่ติดตั้งอยู่นอกตู้ให้ใช้สายชนิดหลายแกนหุ้มฉนวน 2 ชั้น

3.3 ป้ายชื่อ

ตู้ทุกใบต้องมีป้ายชื่อติดที่ฝาตู้ด้านหน้าของช่องใส่อุปกรณ์เพื่อแสดงชื่อของอุปกรณ์ และการใช้งานเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษที่กำหนด หลอดไฟสัญญาณแผ่นป้ายทำด้วยพลาสติกแกะสลักตัวอักษร (Engraved) สามารถเห็นตัวอักษรชัดเจน และยึดติดให้มั่นคง

3.4 Mimic Diagram

แผงสวิทช์ต้องมี Mimic Diagram เพื่อแสดง Single line Diagram ติดไว้ที่ด้านหน้าของแผงอย่างมั่นคง

4. การเดินสายไฟกำลัง

- สายไฟกำลังต้องเป็นชนิด มอก.11 ฉบับล่าสุด 75 องศาเซลเซียส ตัวนำแกนเดียวฉนวนสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ ขนาดสายต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ตาม NEC แต่ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสสูงสุด ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และแรงดันไฟฟ้าต้องตกไม่เกิน 2 % ที่กระแสไฟฟ้าสูงสุด โดยวัดจากแผง MDP สายไฟที่เดินภายในอาคารให้ร้อยใน

ท่อชนิดบาง(EMT) หรือท่อ โลหะชนิดอ่อน(Flexible Metallic Conduit) ที่สามารถกันน้ำได้ ส่วนสายไฟที่เดินฝังในคอนกรีตหรืออยู่ภายนอกอาคารให้ร้อยในท่อชนิดกลาง (IMC) ท่อร้อยสายต้องเป็นชนิด UL-Approved การติดตั้งงานทางด้านไฟฟ้าทั้งหมดต้องทำตามกฎของการไฟฟ้านครหลวงมาตรฐานควบคุมการก่อสร้าง และติดตั้งไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และ US NEC โดยยึดฉบับล่าสุดเป็นหลัก ผู้รับจ้างต้องแก้ไขงานที่ทำผิดกฎต่างๆ ดังกล่าวให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มทั้งสิ้น

- สายไฟฟ้าที่ใช้ติดตั้งบริเวณชั้นใต้ดินในแต่ละอาคาร สายไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องเป็นชนิด LSF (Low Smoke and Fume) เป็นอย่างต่ำ
- สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับจ่ายให้แก่ วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต และอาคารเพื่อการสาธารณะได้ผิวดิน ตามที่กำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 บทที่ 11,12 และ 13 ต้องใช้สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable) และต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ได้รับการทดสอบและรับรองแล้ว โดยผู้มีอำนาจรับผิดชอบสำหรับมาตรฐานนั้นๆ ว่าใช้ได้

5. สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ

ต้องใช้ของผู้ผลิตเดียวกันทุกตัวขนาดของเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด สามารถทนกระแสไฟลัดวงจรที่ 380 โวลต์ ได้ไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ โดยไม่ต้องมีฟิวส์ป้องกันหากจำเป็นต้องใช้ ให้ใช้ฟิวส์แบบที่สามารถตัดตอนอัตโนมัติได้เอง ในกรณีที่ฟิวส์อันใดอันหนึ่งขาดโดยจัดให้มี Control Power Supply ตามที่จำเป็น ส่วนขนาดทริปคอล์ย ต้องเหมาะสมกับภาระการใช้ไฟฟ้าที่แท้จริงของอุปกรณ์ต่างๆ เป็นชนิดผลิตสำหรับใช้กับไฟระบบ 380 โวลต์ แต่ต้องทนแรงดัน ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ สำหรับชนิด 1 เฟส และ 440 โวลต์ สำหรับชนิด 2 เฟส และ 3 เฟส และเป็นชนิด Tropicalized มีคุณสมบัติและลักษณะดังนี้

- 5.1 - ขนาดเฟรม (Frame Size) ขึ้นไปถึง 400 แอมแปร์ ต้องเป็นชนิด Molded Case
 - ขนาดเฟรมเกินกว่า 400 แอมแปร์ เป็นชนิด Molded Case หรือ Open-Frame
- 5.2 - Mounting เป็นชนิดติดตั้งแบบ Fixed หรือ Draw-Out ตามที่กำหนดในแบบ
 - Fixed Type เป็นแบบติดตั้งถาวร ยึดติดกับโครงโลหะในตู้ด้วยสลัก และเป็นเกลียว
 - Draw-Out สำหรับขนาดเฟรมเกินกว่า 400 แอมแปร์ ต้องติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออก โดยมี 2 จังหวะคือ สามารถดึงออกมาช่วงหนึ่งได้ โดยยังไม่ตัดขาดเพื่อให้สามารถทำการทดสอบขณะมีกระแสไฟอยู่ได้ ต้องมีสายคอนโทรลชนิดอ่อน , Plug และ Socket สำหรับต่อสายคอนโทรล
- 5.3 Manual Drive เป็นแบบสับเข้า ละเอียดด้วยมือโยกวิธีปิด หรือสับขึ้นลง อาจจะเป็นแบบ สปริง (Spring Loaded) ก็ได้
- 5.4 Terminals แบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้
 - สำหรับขนาดเฟรม 250 แอมแปร์ ขึ้นไปใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรง หรือแบบต่อบัสบาร์ก็ได้
 - สำหรับขนาดเฟรม 320 แอมแปร์ และใหญ่กว่าให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์
- 5.5 Releases ต้องเป็นแบบที่เหมาะสมสำหรับวงจรมอเตอร์ ดังนี้
 - Overcurrent Release ต้องเป็นชนิด Adjustable Thermal Overload Release,Ambient Temperature Compensated ให้ตั้งกระแสไฟฟ้าสำหรับโอเวอร์โหลดตามที่กำหนดในแบบ
 - Short-Circuit Release ต้องเป็นชนิด Adjustable or Instantaneous Magnetic Short Circuit Release
- 5.6 Interrupting Capacity (IC) ต้องสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรที่ 380 โวลต์ เอชซี ให้ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ ถ้าสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติที่ใช้ ไม่สามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ตามที่กำหนดในแบบแล้ว ต้องติดตั้งฟิวส์ชนิด HRC ป้องกันตามที่กล่าวไว้

6. Under Voltage Relay
เป็นรีเลย์ชนิด Solid State Controlled สำหรับใช้กับไฟฟ้า 380 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ สามารถปรับตั้งค่า Cut - Out Point ได้โดย Cut - Out Point จะแปรเปลี่ยนตามไปด้วย ค่า Cut-Out Point ต่ำสุดที่ตั้งได้ต้องไม่น้อยกว่า 342 โวลต์ มีคอนแทกชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์รีเลย์ต้องเป็นแบบ Tropicalized ชนิด Plug- In พร้อม Socket หรือต่อสายออกมามี Plug and Socket ให้พร้อมทั้งคู่
7. Asymmetrical Relay
เป็นรีเลย์ชนิด Solid State Controlled สำหรับใช้กับไฟฟ้าระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรตซ์ ซึ่งจะทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสแตกต่างกันโดยสามารถตั้งจุดที่ทำงานได้ระหว่าง 5 % asymmetry มีคอนแทกชนิด changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์รีเลย์ต้องเป็นแบบ tropicalized ชนิด Plug- In พร้อม Socket หรือต่อสายออกมามี Plug and Socket ให้พร้อมทั้งคู่
8. Time Delay Relay
เป็นชนิด Off-Delay สามารถถ่วงระยะเวลาได้ 1.5 วินาที
9. Load-Break Switch
เป็นสวิตช์แบบเดียวกันกับสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ แต่ไม่มี Over current Release และ Short - Circuit Release ส่วนคุณสมบัติอื่นๆ เหมือนกันทุกประการ และต้องมี Arc Chamber ด้วย
10. ฟิวส์ และฐาน
- 10.1 ฟิวส์สำหรับป้องกันสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ และสวิตช์อื่นๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด HRC ตามมาตรฐาน DIN 43620 และ VDE 0660 ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 KA. ที่ 380 โวลต์ ฐานฟิวส์ให้ใช้ชนิด Triple-Pole with Phase Barriers สำหรับฟิวส์ขนาดถึง 220 แอมแปร์ (size 00, 0.1) และใช้ฐานฟิวส์ชนิด Single Pole ติดชิดกัน 3 อัน โดยมี Phase Barriers สำหรับฟิวส์ขนาด 224 แอมแปร์ขึ้นไป
- 10.2 ฟิวส์สำหรับระบบคอนโทรล และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน DIN 49360 และ 49515 และ VDE 0653 ซึ่งสามารถป้องกันกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA ที่ 380 โวลต์ ฐานฟิวส์ให้ใช้ชนิด Flush-Mounting สำหรับฟิวส์ที่ติดกับฝาตู้ และชนิดธรรมดาสำหรับฟิวส์ที่ติดในตัว
11. คอนแทกเตอร์
ชนิดที่ต้องใช้มีคุณสมบัติ ดังนี้
- Tropicalized, Air-Break Contactor, to VDE 0660 and IEC 158-1
 - Coil Voltage : 220 V.50 Hz
 - AC 1 Duty
 - Contact Rating ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ
 - Auxiliary Switch : 1 NO.
 - Protection Grade IPOO (DIN Standard)

12. Current Transformer (CT)
ต้องเป็นชนิด Secondary Current : 5 A, Primary Current ตามที่กำหนดในแบบ Accuracy Class : 0.5 หรือดีกว่า Tropical Proof , ทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 500 โวลท์ Rated Burden ตามที่จำเป็นต้องใช้
13. Volt Meter
เป็นชนิดต่อตรงมีสเกลอ่านได้ 0.05 โวลท์ หรือตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
14. Voltage Switch (VS)
เป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ (RS-ST-TR-O-RO-RO-TO) สำหรับ 3 เฟส 4 สาย สามารถวัดค่าได้ทั้ง 3 เฟส พร้อมค่าของเส้นเฟสเทียบกับเส้นศูนย์และมีจังหวะปิดด้วย
15. Ammeter
เป็นชนิด CT Type Ammeter สามารถอ่านค่าได้ตามขนาด Primary Current Rating เป็นแบบใช้ต่อกับ Current Transformer ชนิด 5A, Secondary Rated, Current, Accuracy Class : 1.5 หรือดีกว่า
16. Ammeter Switch (AS)
เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิดด้วย (O – R – S – T) ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ สำหรับใช้กับแอมมิเตอร์แบบใช้ CT
17. Indicator Lamps
ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน DIN มี เลนส์สี ด้านหน้า ฐานหลอดแบบ E 14 และหลอดนีออน 220 V

บทที่ 11
การสั่นสะเทือน และเสียง

การควบคุมการสั่นสะเทือน

1. ความทั่วไป

เครื่องจักรกลทุกชิ้นของระบบปรับอากาศจะต้องได้รับการติดตั้งบนตัวกันสะเทือนตามระบุไว้ใน Equipment Schedule ของแบบเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน และเสียง ไปตามโครงสร้างของอาคาร การเลือกขนาดของแท่นกันสั่นสะเทือนต้องเหมาะสมกับการกระจายน้ำหนัก (Weight Distribution) ของเครื่องจักรกลที่เสนอเพื่อทำให้เกิด Static Deflection อย่างสม่ำเสมอตามต้องการ

2. อุปกรณ์การสั่นสะเทือนสำหรับเครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit Isolators)

2.1 เครื่องเป่าลมเย็นแบบตั้งพื้น

ให้รองหนุนใต้เครื่องด้วยตัวกันสั่นสะเทือนแบบ Rubber-In-Shear หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าซึ่งสามารถทนต่อการกัดกร่อนของน้ำมันได้ ผิวด้านบนและด้านล่างของอุปกรณ์กันสั่นสะเทือนต้องมีลักษณะเป็น Friction Pad เพื่อตรึงเครื่องให้อยู่กับที่โดยไม่ต้องใช้สลักเกลียวยึด

2.2 เครื่องเป่าลมเย็นแบบแขวน

สำหรับด้านบนของเหล็กแขวนเครื่องส่วนที่ยึดติดกับเพดานให้ใช้ตัวกันสั่นสะเทือนแบบที่มี Rubber-In-Shear และขดสปริงอยู่ใน Hanger Box เดียวกัน รูด้านล่างของ Hanger Box ส่วนที่กั้นเหล็กแขวนสามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้บ้าง โดยไม่แตะถูกขอบรูอื่นจะทำให้เกิดการสั่นไหวของแรงสั่นสะเทือนผ่านขดสปริง และสำหรับ FCU ด้านบนและด้านล่างของเหล็กแขวนเครื่องที่ยึดติดกับตัวกันสั่นสะเทือนแบบ Neoprene Impregnated Duck Washer ร้อยผ่านเหล็กแขวน

3. อุปกรณ์การสั่นสะเทือนสำหรับแขวนท่อน้ำ (Piping Isolators)

ท่อน้ำที่ต่อเข้ากับเครื่องทำความเย็นและเครื่องสูบน้ำไม่ว่าจะเป็นท่อน้ำเข้า หรือท่อน้ำออกให้ใช้อุปกรณ์การสั่นสะเทือนแบบเดียวกับในข้อ 2.2 ทำการแขวนท่อให้ติดกับเพดานห่างออกมาจากเครื่องจักรกลนั้นๆ เส้นท่อละไม่น้อยกว่า 3 จุด ภายหลังจากนั้นจึงเปลี่ยนไปใช้ที่แขวนท่อแบบไม่มีตัวกันสั่นสะเทือน

4. ท่อน้ำที่เดินทะลุผ่านพื้นหลัง

ให้ดูรายละเอียดจากแบบ (Standard Detail) และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

5. ท่อร้อยสายที่ต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า

สายไฟที่เดินออกจากกล่องต่อสายของมอเตอร์ ให้ร้อยผ่านท่อร้อยสายแบบ Water Proof Flexible Conduit

6. ท่อลมที่ผ่านกำแพงหรือพื้น

ท่อลมที่เดินผ่าน Sleeve ที่กำแพง หรือพื้น แล้วต้องอัดโดยรอบด้วยใยแก้ว/ใยหิน และปิดทับด้วยวัสดุกันไฟก่อนปิดด้วยปลอกที่ไม่ยึดแน่นกับตัวท่อลมอีกทีหนึ่ง (ดูได้จาก Standard Detail ในแบบ)

7. การลดเสียง

เมื่อผู้รับจ้างได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศ และระบายอากาศแล้ว หากปรากฏว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีเสียงดัง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียง หรือ Sound Attenuator เพื่อลดเสียงของเครื่องเป่าลมเย็น และลมพัดทุกตัวให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด หรือตามที่กำหนดในแบบ โดยต้องแสดงการคำนวณมาเพื่อขออนุมัติ โดยกำหนดระดับเสียงดังนี้

ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	RC Level
Private Residences, Apartments, Condominiums	25-35
Hotels/Motels	
Individual Room or Suites	25-35
Meeting/Banquet Rooms	25-35
Halls, corridors, Lobbies	35-45
Services/ Support Areas	35-45
Office Buildings	
Executive and Private Offices	25-35
Conference Rooms	25-35
Teleconference Rooms	25 (max)
Open Plan Offices	30-40
Circulation and Public Lobbies	40-45
Hospitals and Clinics	
Private Rooms	25-35
Wards	30-40
Operating Rooms	25-35
Corridors	30-40
Public Areas	30-40
Schools	
Classrooms Up to 70m ²	40 (max)
Classrooms Over 70m ²	35 (max)
Lecture Rooms for More Than 50 (Unamplified Speech)	35 (max)
Libraries	30-40
Courtrooms	
Unamplified Speech	25-35
Amplified Speech	30-40

บทที่ 12

ระบบควบคุมเพลิง และควันไฟ (Fire and Smoke Control System)

1. ระบบควบคุมสำหรับเป่าลมเย็น ขนาดใหญ่ขนาดที่มีแรงลมตั้งแต่ 50 CMM ขึ้นไป (AHU / FCU)
 - 1.1 เครื่องเป่าลมเย็น ขนาดใหญ่ที่มีแรงลมตั้งแต่ 50 CMM ขึ้นไป (AHU / FCU) ทุกๆเครื่องจะต้องติดตั้ง Firestat ไว้ ณ ทางลมกลับของเครื่องแต่ละชุด เมื่อเกิดเพลิงไหม้และอุณหภูมิของลมกลับสูงเกินกว่า 50°C Firestat จะตัดวงจรควบคุมของเครื่องปรับอากาศชุดนั้นออก ทำให้เครื่องหยุดทำงาน
 - 1.2 เครื่องส่งลมเย็นสำหรับบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ต้องหยุดทำงานทันที ในกรณีที่ Detector จากระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) สามารถตรวจจับเพลิงไหม้ได้
 - 1.3 Firestat
เป็น Limit Control Snap Acting SPST, Normally Closed Switch ลักษณะเป็นแผ่น Bi-Metal ใช้สำหรับตัดวงจรควบคุมของมอเตอร์เครื่องเป่าลมเย็น หรือของเครื่องปรับอากาศที่ผ่านตัวสวิทช์สูงขึ้นถึงประมาณ 50°C มี Manual Reset เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรองรับจาก U.L.

บทที่ 13

รายการอุปกรณ์มาตรฐานและผู้ผลิต

การพิจารณารายชื่อผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ให้ผู้รับจ้างพิจารณาจากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในตารางข้างล่างเป็นสิ่งแรก ถ้าหากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ไม่สามารถติดต่อผู้แทนจำหน่ายได้ หรือเสนอผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยผู้ได้รับลิขสิทธิ์ให้สร้างแทน ก็ให้แจ้งทางผู้ออกแบบทราบ เพื่ออนุมัติพิจารณาวัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าเป็นลำดับต่อไป

แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าที่ได้ระบุในรายชื่อผลิตภัณฑ์ข้างล่างนี้แล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงเหตุผลหรือข้อขัดข้องใดก็ตาม ที่มีผลให้ผู้รับจ้างไม่สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ได้ เมื่อผู้ออกแบบได้พิจารณาและให้ความเห็นชอบให้สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าได้แล้ว ผู้ออกแบบอาจเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกันกับวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุไว้ โดยสถานที่ที่ทดสอบต้องได้รับอนุมัติจากผู้ออกแบบก่อน ค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นก็ตาม ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

ในการนำเสนอผลิตภัณฑ์เพื่ออนุมัติให้ผู้รับจ้างแจ้งชื่อของประเทศต้นกำเนิดผลิตภัณฑ์(Country of Origin) และประเทศที่โรงงานผลิตตั้งอยู่ (Country of Production Plant) มาเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา รวมทั้งให้ผู้รับจ้างทำการเปรียบเทียบข้อกำหนดตามข้อกำหนดเล่มนี้ และข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่นำเสนอ โดยทำการเปรียบเทียบดังตารางนี้

Required Specifications	Offered Specifications	Complied (Yes or No)	Deviation (If Any)	Remarks

รายการอุปกรณ์มาตรฐาน

อุปกรณ์ตามข้อต่อไปนี้เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการและเลือกใช้จากผู้ผลิตที่กำหนดไว้ดังนี้ :

- Centrifugal Fan and Axial Flow Fan
 - ACME / KRUGER / LOREN-COOKs / NICOTRA / PANASONIC
 - OR EQUIVALENT
- Propeller Fan and Ceiling Fan
 - MITSUBISHI / PANASONIC
 - OR EQUIVALENT
- PVC Pipe
 - C.P. PETROCHEMY /ELEPHANT / THAI PIPE INDUSTRY
 - OR EQUIVALENT

4. Copper Tube
 - KEMBLA / MULLER / NIBCO / SAMBO / YORKSHIRE / K COPPER TUBE
 - OR EQUIVALENT

5. Flexible Pipe Connection (Rubber), Vibration Isolator
 - MASON / METRAFLEX / TOZEN / VIBRATION MOUNT & CONTROL
 - OR EQUIVALENT

6. Closed Cell Foamed Elastomeric Isolator
 - AEROFLEX / ARMAFLEX (ARMACELL) / K-FLEX / THERMOBREAK
 - OR EQUIVALENT

7. Galvanized Steel Sheet / Black Steel Sheet
 - BLUESCOPE STEEL / SINGHA / THAI GALVANIZED STEEL / SAHATHAI STEEL
 - OR EQUIVALENT

8. Flexible Duct
 - AERO DUCT / DEC
 - OR EQUIVALENT

9. Diffusers, Grilles & Louvers
 - FLOTHRU / KRUEGER / KOMFORT FLOW / ESCOFLOW / METAL-AIRE
 - OR EQUIVALENT

10. Fiberglass / Rock wool Insulation
 - MICRO FIBER / SFG INSULATION / ROCK WOOL
 - OR EQUIVALENT

11. Aluminium Foil Vapour Barrier
 - AHI FLAMESTOP (524) / SISALATION (431)
 - OR EQUIVALENT

12. Air Filter
 - AIR GUARD / AMERICAN AIR FILTER / FARR /AFPRO
 - OR EQUIVALENT

13. Low Voltage Circuit Breaker and Safety Switch
 - ABB / FUJI / GE / MERIN GERIN / SIEMENS / SQUARE-D
 - OR EQUIVALENT

14. Contactor and Control Relay
 - ABB / FUJI / MITSUBISHI / SIEMENS
 - OR EQUIVALENT

15. Metering
 - ABB/ CROMPTION / FUJI / GENT / MITSUBISHI / SIEMENS
 - OR EQUIVALENT

16. LV Current Transformer
 - AEG / CROMPTION / GOSSEN / SIEMENS / WESTINGHOUSE
 - OR EQUIVALENT

17. Electrical Conduit
 - ARROW PIPE / PANASONIC / PAT
 - OR EQUIVALENT

18. Electrical Wiring / Cable
 - BANGKOK CABLE / PHELPS DODGE / THAI YAZAKI
 - OR EQUIVALENT

19. Low Voltage Switchboard Manufacturer
 - ASEFA / PMK / SMD / TIC
 - OR EQUIVALENT

20. Fire Barrier
 - 3 M / HILTI / METACAULK
 - OR EQUIVALENT

21. Smoke Damper, Fire Damper and Fire / Smoke Damper
 - POTTORFF / RUSKIN
 - OR EQUIVALENT

22. Fire Resistant Cable
- ALCATEL / MCI-DRAKA / PIRELLI / RADOX / STUDER
 - OR EQUIVALENT
23. Split Type Air Conditioner/ VRV or VRF Air Conditioner
- CARRIER / DAIKIN / MITSUBISHI / TRANE / TOSHIBA / HITACHI
 - OR EQUIVALENT