

รายการประกอบแบบก่อสร้าง
หมวดงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ



อาคารพิพิธภัณฑ์นวัตกรรมการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
จังหวัดเชียงใหม่

โดย

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยแม่โจ้



ฉบับที่ 1
สารบัญ

บทที่ 1. ขอบเขต และข้อกำหนดทั่ว ๆ ไป	1-2
บทที่ 2. แบบหนังสือคู่มือ การปฏิบัติงาน และการส่งมอบงาน	1-5
บทที่ 3. เครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์	1-8
บทที่ 4. เครื่องปรับอากาศแบบแปรเปลี่ยนสารทำความเย็น	1-10
บทที่ 5. เครื่องปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE AIR-CONDITIONING UNIT	1-15
บทที่ 6. พัดลมระบายอากาศ	1-19
บทที่ 7. ระบบส่งลมและอุปกรณ์	1-24
บทที่ 8. ระบบไฟฟ้า	1-31
บทที่ 9. การทดสอบและการทำความสะอาด	1-46
บทที่ 10. อุปกรณ์มาตรฐาน	1-49



บทที่ 1 ขอบเขตและข้อกำหนดทั่วไป

1. บทนำ

1.1 ลักษณะงาน

เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจัดหาพร้อมติดตั้งเครื่องวัสดุและอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่น ๆ อย่างสมบูรณ์ตามรายละเอียดระบุในแบบและข้อกำหนดที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ สำหรับใช้งานโครงการ ศึกษาการออกแบบอาคารพิพิธภัณฑสถานวัดกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

1.2 วัสดุอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

- ก. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย : 94 %
- ข. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี : 79 %
- ค. อุณหภูมิสูงสุด : 40 C
- ง. อุณหภูมิเฉลี่ย ตลอดปี : 30 C

และสภาวะในการออกแบบมีดังต่อไปนี้

- ก. อุณหภูมิอากาศภายนอก 35 CDB/28.3 CW
- ข. อุณหภูมิอากาศภายในห้องปรับอากาศ 24 +/- 3 C
- ค. ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศ 55 +/- 5%

2. ขอบเขตของการว่าจ้าง

2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ดังแสดงในแบบและข้อกำหนดเพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

2.2. ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- ก. เครื่องปรับอากาศ พร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง
- ข. พัดลมระบายอากาศ พร้อมอุปกรณ์ ติดตั้ง

3. สถาบันมาตรฐาน

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุอุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบเพื่อให้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- AMERICAN NATION STANDARD INSTITUTE (ANSI)
- AMERICAN SOCIETY OF PLUMBING ENGINEERING (ASPE)



- AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (ASTM)
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA)
- BANGKOK METROPOLOTAN AUTHORITY (BMA)
- BRITISH STANDRAD (BS)
- THE ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND (EIT)
- FACTORY MUTUAL (FM)
- METROPOLOTAN WATER WORKS AUTHORITY (MWA)
- UNDER WRITERS LABORATORY INC. (UL)

4. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญาให้อนุมัติให้ทดสอบที่สถาบันดังต่อไปนี้

- ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ค. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน
- ง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- จ. สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

5. การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่าง ๆ ให้มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อประโยชน์ใด ๆ ของตนมิได้

6. การติดต่อและค่าธรรมเนียม

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานรัฐ ในระบบที่เกี่ยวข้องกับรับจ้างเพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้นสำหรับใช้ในโครงการค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อ ดำเนินงานติดต่อกับหน่วยงานรัฐ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้นผู้ว่าจ้างเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตามระเบียบของหน่วยงานของรัฐตามหลักฐานใบประมาณการชำระของหน่วยงานรัฐ โดยให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำการติดต่อเรื่องที่เกี่ยวข้องในการทั้งหมดแทนผู้ว่าจ้าง

7. การเสนอรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องทำรายละเอียดหรือตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดเสนอต่อสถาปนิกเพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการใด ๆ การเสนอรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์แต่ละอย่าง ต้องมีเครื่องหมายขึ้นอรุ่นขนาดและความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณาหากสถาปนิก ตรวจสอบพบว่าวัสดุหรืออุปกรณ์ใด ๆ ที่ได้



ติดตั้งไปแล้ว ไม่ถูกต้องตามรายละเอียดที่ได้อนุมัติไปแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการถอดถอนขนย้าย และนำมาเปลี่ยนให้เร็ว ที่สุด โดยค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

8. การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะ ๆ โดยผู้รับจ้างทำงานอาคารที่เป็นผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการและทราบรายละเอียด

9. การประสานงาน

ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ ในขณะปฏิบัติงานเพื่อให้การเตรียมงานเป็นโดยถูกต้องความประสงค์ของเจ้าของโครงการ และไม่ทำให้ การปฏิบัติงานด้านไฟฟ้าให้งานด้านอื่นเกิดความล่าช้า

10. รายการแก้ไขงานติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องยอมรับดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับการแก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้ควบคุมงานเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องหลักวิชา โดยจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเนื่องจากความบกพร่องต่าง ๆ ทั้งสิ้น

11. เครื่องวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

เครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานก่อนโดยที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดนี้ และได้มาตรฐาน หรือเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้า นอกจากนี้ อุปกรณ์อื่นใดที่เป็นส่วนประกอบจำเป็นของระบบเพื่อให้การทำงานของระบบนั้น ๆ สมบูรณ์ถูกต้องตามที่กำหนด หากมิได้มีการแสดงไว้ในแบบหรือระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่ต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้ระบบนั้น ๆ ทำงานได้โดยสมบูรณ์

12. การรับประกัน

12.1 ถ้าหากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถ ของเครื่องอุปกรณ์และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

12.2 ในกรณีที่เครื่องวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิตหรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า

12.3 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ โดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญาประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการแทน โดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นรับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ



บทที่ 2

แบบ หนังสือคู่มือ การปฏิบัติงาน และการส่งมอบงาน

1. แบบใช้งาน(SHOP DRAWING)

1.1 นายจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์และ ตำแหน่งที่จะ ดำเนินการติดตั้งยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้คุมงานอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการติดตั้ง

1.2 ในกรณีมีรายละเอียดขัดกับแบบแปลน หรือถ้าผู้รับจ้างจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง จากแบบแปลน

และรายละเอียดประการใด ๆ ให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อสถาปนิกผู้คุมงาน และให้ความเห็นชอบการอนุมัติจากสถาปนิกผู้คุมงานก่อน จึงดำเนินการได้ ถ้าผู้รับจ้างดำเนินการไปโดยพลการผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องทุกประการได้โดยที่ผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้เองทั้งสิ้น

1.3 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้างแบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบที่ติดตั้งจริง เพื่อการจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้องและไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า

1.4 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใด ๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกผู้คุมงาน

ฉะนั้น ค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดหากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับ อนุมัติผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

2. การจัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาน้ำประปาไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เกี่ยวพันกับงานระบบในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับการก่อสร้างตามโครงการ

2.2 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

2.3 การติดตั้งท่ออุปกรณ์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างให้ผู้รับจ้างดำเนินการเอง

3. การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนแสดงรายละเอียดจำนวนพนักงานการขนส่งเครื่องอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้งการติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอนเพื่อประกอบการประสานงานเสนอต่อผู้ควบคุมงานเป็นระยะ ๆ ตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

4. การประชุมโครงการ



รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการและประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะ ๆ โดยผู้รับจ้างงานอาคารหรือผู้ควบคุมงานผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการและทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

5. แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)

5.1 แบบก่อสร้างจริงต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ

5.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดเพดาน การก่อผนังปิดหรือถมดิน

5.3 แบบสร้างจริงทั้งหมดต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้างและส่งให้ผู้คุมงาน 1 ชุดเพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานของระบบอย่างน้อย 30 วัน

6. หนังสือคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์

6.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและอุปกรณ์ ต้องประกอบไปด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. เอกสารรายละเอียดข้อมูลเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ

ข. CATALOG เครื่องอุปกรณ์แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำการติดตั้งซ่อมบำรุงแบบมาด้วยรวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์

ค. รายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง

ง. รายการเครื่องอะไหล่และข้อแนะนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรสำรองไว้ขณะใช้งาน

จ. รายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์แต่ละชนิด

ฉ. คู่มือการใช้งานระบบ (SYSTEM OPERATION)

6.2 หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอสถาปนิกผู้ควบคุมงาน 1 ชุดเพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งต้นฉบับจริงจำนวน 4 ชุด

7. การทดสอบเครื่อง และระบบงาน

7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (OPERATION MANUAL) เสนอสถาปนิกผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ

7.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

7.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนดโดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการและ/หรือวิศวกรผู้ควบคุมอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

7.4 รายงานข้อมูลในการทดสอบ (TEST REPORT) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบหลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้วิศวกรผู้ควบคุมงาน

7.5 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่นค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่อง และแบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น



8. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มี
ความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของ
เจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

9. การส่งมอบ

9.1 ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็ม
ประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้ได้เต็มความสามารถในช่วง 24 ชั่วโมง ติดต่อกันค่าใช้จ่าย เช่น ค่า
ไฟฟ้า ค่าน้ำอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

9.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบ เครื่องอุปกรณ์และระบบตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบ
จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์
ของเจ้าของโครงการ

9.3 รายการสิ่งของต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงานซึ่งถือเป็นส่วน
หนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ

- ก. แบบสร้างจริงกระดาษไขจำนวน 1 ชุด
- ข. แบบสร้างจริงพิมพ์เขียวจำนวน 4 ชุด
- ค. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด
- ง. เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่งซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ซึ่งโรงงาน
ผู้ผลิตส่งมา ให้
- จ. อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด
- ฉ. หนังสือคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งระบบ จำนวน 4 ชุด

9.4 การส่งและรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อย
ประกอบด้วยเจ้าของโครงการ หรือผู้รับมอบอำนาจสถาปนิกผู้ควบคุมและผู้รับจ้าง



บทที่ 3 เครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์

1. เครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

1.1 เครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยนำไปใช้งานมาก่อน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่ไม่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้จ่ายเองโดยมิชักช้า

1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจะจัดหาวัสดุอุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ใน รายละเอียดหรือแสดงตัวอย่างไว้แก่ เจ้าของโครงการหรือสถาปนิก ผู้รับจ้างต้องจัดหา ผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อประกอบการขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการโดยมิชักช้า

1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งติดตั้งหรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการหรือผู้ควบคุมงาน

2. การเก็บรักษาเครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่องจักรวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยทั้งนี้ เครื่องจักรวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพหรือชำรุดจนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

3. ตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์

3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่ผู้ควบคุมงานต้องการ ตัวอย่างทุกชิ้นจะส่งคืนให้ผู้รับจ้างก่อนสิ้นสุดโครงการ

3.2 ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานมีความประสงค์ ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้น ๆ ได้รับอนุมัติเรียบร้อยแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

4. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุ และอุปกรณ์

4.1 การเปลี่ยนแปลงแบบรายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญา ด้วยความจำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการ เพื่อขออนุมัติเป็นเวลอย่างน้อย 30 วันก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง

4.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความ



เห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงเหตุผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

4.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

5. รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ยาก จะต้องมีการติดเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

6. การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน เครื่องจักร วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้ควบคุมงาน



บทที่ 4

เครื่องปรับอากาศชนิด แปรเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็น (VARIABLE REFRIGERANT VOLUME AND AIR SPLIT SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT) 1 ชุด ใช้
งานร่วมกับเครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) ได้หลายชุด ชนิดแปรเปลี่ยนปริมาณสารทำความเย็น
(VARIABLE REFRIGERANT VOLUME AIR COOLING SPLIT SYSTEM) ใช้สารทำความเย็น R410A
ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อน
ด้วยอากาศ (AIR-COOLED CONDENSING UNIT) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ได้ผลิตแนะนำ
และมีหลักฐานยืนยันแล้วจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (MATCHING CAPACITY) ได้ตามข้อกำหนด
ในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์เย็น (COOLING COIL) 80' Fdb 67 ' Fwb และ
อากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (CONDENSER COIL) ที่อุณหภูมิ 95' Fdb, 83' Fwb อุณหภูมิน้ำยา
ทางด้านดูดกลับ (SATURATED SUCTION TEMPERATURE) ไม่เกิน 45 องศาฟาเรนไฮต์ ระบบ
ไฟฟ้า 380 V./ 3 PH/50 Hz. หรือ 220 V./1 PH/50 Hz. ตามที่กำหนดในแบบ

2. เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)

ประกอบเรียบร้อยพร้อมทดสอบทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิต

- คอมเพรสเซอร์ COMPRESSOR ทุกตัวในแต่ละ CONDENSING UNIT ต้องเป็นมอเตอร์หุ้มปิด
(HERMETIC) แบบ INVERTER ในการควบคุมการทำงาน เพื่อประหยัดพลังงานตลอดช่วงเวลาของการ
ทำความเย็นต่าง ๆ กันโดยสามารถควบคุมสมรรถนะการทำความเย็นได้ตั้งแต่ 20%-100% ของขนาด
ทำความเย็น
- พัฒลระบายความร้อนเป็นแบบ TURBO FAN หรือใบพัดแนก ได้รับการถ่วงดุลมา
เรียบร้อยแล้ว ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ มีตะแกรงเหล็กป้องกันอุบัติเหตุ
- มอเตอร์ของพัดลมเป็นแบบปิด (TOTALLY ENCLOSED) มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูง
เกินเกณฑ์มีระบบรองเส้นแบบตลับลูกปืนหรือแบบปลอกที่มีระบบหล่อลื่นอย่างระมัดระวัง
- แผงระบายความร้อน (CONDENSER COIL) ทำด้วยทองแดงไม่มีตะเข็บ เชื่อมติดโดยวิธีกลเข้ากับ
ครีบอลูมิเนียม "หรือเป็นแบบ MICROCHANNEL HEAT EXCHANGER (MCHX) ท่อทำด้วย
อะลูมิเนียมอัลลอยซึ่งผสมทองแดงลงในเนื้อวัสดุเพื่อเพิ่มความทนทาน ยับยั้งการกัดกร่อน(Anti
corrosion alloy condenser) ส่วนครีระบายความร้อน เป็นอะลูมิเนียมผสมซิงค์ (Zinc) ลงในเนื้อ
ของวัสดุ เชื่อมติดอัดแน่นกับท่ออะลูมิเนียมอัลลอยด้วยวิธีกล ผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัด
ความชื้นจากโรงงาน" สามารถระบายความร้อนของคอยล์ทำความเย็นออกได้ทั้งหมด และยัง SUB-



COOLING สารความเย็นเหลวให้มีอุณหภูมิพอเหมาะตามมาตรฐานของผู้ผลิตทำด้วยท่อทองแดงที่ถูก
อัดให้เข้ากับครีโอลูมิเนียม ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

- a. THERMAL OVERLOAD PROTECTION FOR COMPRESSOR
- b. OVERLOAD PROTECTION FOR FAN MOTOR
- c. COMPRESSOR CONTACTOR
- d. HIGH PRESSURE SWITCH
- e. LOW PRESSURE SWITCH
- f. REFRIGERANT FILTER DRIER
- g. SIGHT GLASS
- h. SUCTION LINE SHUT-OFF VALVES
- i. LIQUID LINE SHUT-OFF VALVES
- j. HOT GAS LINE SHUT-OFF VALVES (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตัน ความเย็นขึ้นไป)
- k. REFRIGERANT CHARGING PORT
- l. TIME DELAY RELAY
- m. CRANKCASE HEATER (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

3. เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT & AIR HANDLING UNIT) เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ
CONDENSING UNIT

3.1 เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) แบบแขวนใต้ฝ้า/ตั่งพื้น (CEILING MOUNTED TYPE)
ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้

ก. CASING, CABINET เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จ ทำด้วยวัสดุที่ทนหรือทำให้ทนต่อการเป็นสนิมเช่นไฟ
เบอร์กลาส พลาสติกอัดแรงหรือแผ่นเหล็กที่ผ่านขบวนการเคลือบและอบสี ในการใช้งานปกติจะต้องไม่
เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวถัง ชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) จะต้องมีย่านากาจ่ายลม
สามารถปรับทิศทางจ่ายลมได้ 4 ทิศทาง

ข. พัดลมเป่าลมเย็นเป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL, TURBO) เครื่องส่งลมเย็นชนิดเป่าลม
เย็นโดยตรง (FREE BLOW) จะต้องมีย่านากาจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถ
ปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา

ค. คอยล์เย็นเป็นแบบท่อทองแดงอัดแน่นกับครีโอลูมิเนียม ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขจัด
ความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

ง. อุปกรณ์ประกอบตัวจ่ายสารทำความเย็น อิเล็กทรอนิกส์เอกซ์แพนชันวาล์ว หรือตามมาตรฐาน
ผู้ผลิต



จ.แผงกรองอากาศ เป็นแบบใยสังเคราะห์ที่สามารถล้างทำ ความสะอาดได้

ฉ. ระบบไฟฟ้า 220 V/1 Ph/ 50 Hz)

3.2 เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) แบบติดฝ้าเพดาน (CASSETTE TYPE) ประกอบเรียบร้อย ทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้

ก. CASING, CABINET เป็นแบบติดฝ้าเพดาน (CASSETTE TYPE) ชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) มีหน้ากากจ่ายลมเย็นได้ 4 ทิศทาง หรือตามที่กำหนดมี CABINET ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว ผ่านกรรมวิธีการเคลือบป้องกันการเป็นสนิม เช่นไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในบุด้วยฉนวน DRAIN PAN ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี บุด้วยฉนวนมีขนาดใหญ่รองรับน้ำ CONDENSATED จาก COIL มี MAIN DRAIN PUMP ดูดน้ำส่งไปยังท่อระบายน้ำในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำ เกาะที่ภายนอกของตัวถัง.

ข.พัดลมเป่าลมเย็นเป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (DIRECT DRIVE, SQUIRREL CAGE CENTRIFUGAL,TURBO FAN) สามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา

ค.คอยล์เย็นเป็นแบบท่อทองแดงอัดแน่นกับครีบอลูมิเนียม ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขจัด ความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

ง.อุปกรณ์ประกอบตัวจ่ายสารทำความเย็น อิเล็กทรอนิกส์เอกซ์แพนชันวาล์ว หรือตามมาตรฐาน ผู้ผลิต

จ.แผงกรองอากาศ เป็นแบบใยสังเคราะห์ที่สามารถล้างทำ ความสะอาดได้

ฉ. ระบบไฟฟ้า 220 V/1 Ph/ 50 Hz)

3.3 เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) แบบติดซ่อนในฝ้า (CONCEALED TYPE/AIR HANDING UNIT) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้

ก. CASING, CABINET เป็นแบบสำหรับต่อท่อลม (CONCEALED TYPE) ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว ผ่านกรรมวิธีการเคลือบป้องกันการเป็นสนิม ภายในบุด้วยฉนวน DRAIN PAN ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี บุด้วยฉนวนมีขนาดใหญ่รองรับน้ำ CONDENSATED จาก COIL มี MAIN DRAIN PUMP ดูดน้ำส่งไปยังท่อระบายน้ำในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวถัง.

ข.พัดลมเป่าลมเย็นเป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL,TURBO) เครื่องส่งลมเย็นชนิดเป่าลมเย็นผ่านระบบท่อลม ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอัตราเดียว หรือมอเตอร์สามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา

ค.คอยล์เย็นเป็นแบบท่อทองแดงอัดแน่นกับครีบอลูมิเนียม ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขจัด ความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

ง.อุปกรณ์ประกอบตัวจ่ายสารทำความเย็น อิเล็กทรอนิกส์เอกซ์แพนชันวาล์ว หรือตามมาตรฐาน ผู้ผลิต

จ.แผงกรองอากาศ เป็นแบบใยสังเคราะห์ที่สามารถล้างทำ ความสะอาดได้



ฉ. ระบบไฟฟ้า 220 V/1 Ph/ 50 Hz)

4.ระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM)

4.1 REMOTE CONTROL มี LCD DISPLAY สวิตช์ ปิด-เปิด เครื่องพร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลม พร้อมทั้งเทอร์โมสแตต แบบติดอยู่ที่เครื่องหรือเป็นชนิดติดตั้งแยก (REMOTE TYPE)

4.2 อุปกรณ์ควบคุมตามชั้น (LOCAL CONTROL) สามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ไม่น้อยกว่า 60 เครื่องสามารถควบคุม ปิด-เปิด แบบตัวต่อตัว และตั้งอุณหภูมิได้ ติดตั้งแต่ละชั้น จำนวน 1 ชุดต่อชั้น

4.3 อุปกรณ์ควบคุมส่วนกลาง (CENTRAL CONTROL) สามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ไม่น้อยกว่า 250 เครื่องสามารถควบคุม ปิด-เปิด แบบตัวต่อตัว และตั้งอุณหภูมิได้ และตั้งเวลาการทำงานได้

5. ท่อสารทำความเย็น (REFRIGERANT PIPING SYSTEM) ท่อน้ำทิ้งและอุปกรณ์

5.1 ท่อสารทำความเย็นใช้ท่อทองแดง อย่างแข็งแบบเอล (COPPER TUBE HARD DRAWN TYPE L) ตามมาตรฐาน ASTM B88 ท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับ (SUCTION LINE) ให้หุ้มรอบด้วยฉนวนยาง CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION ชนิดไม่ลามไฟ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว และท่อสารทำความเย็นเหลว (LIQUID LINE) ให้หุ้มฉนวนชนิดเดียวกันกับท่อด้านก๊าซเย็นกลับความหนาไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว

5.2 ท่อน้ำทิ้ง เป็นท่อ พีวีซี ชั้น 8.5 ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศ ให้หุ้มรอบด้วยฉนวนยาง CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION ชนิดไม่ลามไฟ มีความหนาไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว

5.3 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้แนบผนังโดยให้ขนาน/ตั้งได้ฉากกับอาคาร ส่วนที่ผ่านคานากำแพง หรือพื้นจะต้องมีปลอกเหล็ก (SLEEVE) และถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคารจะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นกับปลอกด้วยวัสดุยางหรือ วัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อยและท่อสารทำความเย็นกับปลอกด้วยวัสดุยางหรือ วัสดุอื่นที่เทียบเท่าพร้อมทั้งพร้อมทั้งตกแต่ง อย่างเรียบร้อยและท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับพื้นผิว ติดตั้งอย่างมั่นคง

5.4 ท่อที่เดินจาก CONDENSING UNIT จะต้องป้องกันการหลุดตัวและการสั่นสะเทือนและความเสียหายอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้น.

5.5 ท่อสารก๊าซกลับจะต้องติดตั้ง ให้น้ำมันหล่อลื่นไหลกลับไปคอมเพรสเซอร์ได้ในทุกภาวะของการทำงานท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดโตพอ คือให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกิน 3 PSI หรือ เมื่ออุณหภูมิควบแน่น (SATURATED CONDENSING TEMPERATURE) เปลี่ยนไปเกินกว่า 2 F *

5.6 ท่อสารทำความเย็น จะต้องรองรับอยู่บน SUPPORT/HANGER โดยมีประกันเหล็กอาจสังกะสีอย่างมั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร



5.7 จุตรองรับท่อสารทำความเย็น จุดที่วางบนขาเหล็กรองรับหรือแขวนต้องป้องกันมิให้น้ำหนัก
ท่อกดทับฉนวน ณจุดรองรับจนเสียหายโดยใช้ฉนวนชนิดแข็ง ณ จุดนั้น

5.8 ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบรอยรั่วด้วยก๊าซไนโตรเจนที่
ความดัน 250 PSI แล้วจึงทำการดูเอา ความชื้นออกและทำให้เป็นสุญญากาศ ด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ
(VACUUM PUMP) จนมีความดันประมาณ 29 นิ้วปรอท (ต่ำกว่า 0) แล้วจึงเติมสารทำความเย็นให้
เต็มระบบ

5.9 ท่อน้ำยา ที่หุ้มด้วยฉนวนยางในส่วนที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้หุ้มปิดด้วย ALUMINUM
JACKET ความหนาไม่น้อยกว่า NO. และสามารถถอดครอบ JACKET เพื่อตรวจเช็คซ่อมท่อได้ แบบ
SCREW หรือแบบ CLIP LOCKED)



บทที่ 5
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
(SPLIT TYPE AIR-CONDITIONING UNIT)

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (AIR-COOLED CONDENSING UNIT) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ผู้ผลิตแนะนำและมีหลักฐานยืนยันแล้วจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (MATCHING CAPACITY) ได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์เย็น (COOLING COIL) 80' Fdb 67 ' Fwb และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (CONDENSER COIL) ที่อุณหภูมิ 95' Fdb, 83' Fwb อุณหภูมิน้ำยาทางด้านดูดกลับ (SATURATED SUCTION TEMPERATURE) ไม่เกิน 45 องศาฟาเรนไฮต์ ระบบไฟฟ้า 380 V./ 3 PH/50 Hz. หรือ 220 V./1 PH/50 Hz. ตามที่กำหนดในแบบ

2. เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย COMPRESSOR เป็นแบบ FULLY HERMETIC TYPE, SEMI-HERMETIC TYPE , ROTARY TYPE หรือ SCROLL TYPE SINGLE OR DUAL CIRCUITS OF REFRIGERATION ใช้กับระบบน้ำยา REFRUGERANT-22 ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V./3 PH/50 Hz. หรือ 220 V./1 PH/50 Hz. ตามที่กำหนดในแบบโดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลง แปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังต่อไปนี้

- COMPRESSOR แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับตัวถังเครื่องระบายความร้อนทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดี ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

- พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ PROPELLER TYPE หรือ CENTRIFUGAL ขับด้วยมอเตอร์ ชนิด WEATHERPROOF

- แผงระบายความร้อน (CONDENSER COIL) ทำด้วยท่อทองแดง ชนิดไม่มีตะเข็บ มีครีบริบายความร้อน ทำด้วย ALUMINIUM ชนิด PLATE FIN TYPE อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีบริบายความร้อนไม่น้อยกว่า 13 ครีบริบาย (13 FIN/INCH)

อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

- a. THERMAL OVERLOAD PROTECTION FOR COMPRESSOR
- b. OVERLOAD PROTECTION FOR FAN MOTOR
- c. COMPRESSOR CONTACTOR



- d. HOIGH PRESSURE SWITCH
- e. LOW PRESSURE SWITCH
- f. REFRIGERANT FILTER DRIER
- g. SIGHT GLASS
- h. SUCTION LINE SHUT-OFF VALVES
- i. LIQUID LINE SHUT-OFF VALVES
- j. HOT GAS LINE SHUT-OFF VALES (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตัน ความเย็นขึ้นไป)
- k. REFRIGERANT CHARGING PORT
- l. TIME DELAY RELAY
- m. CRANKCASE HEATER (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

3. เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT & AIR HANDLING UNIT)

3.1 เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุดสามารถส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่าจำนวนลมที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์

3.2 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ CENTRIFUGAL BLOWER ลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียวหรือสองตัว ติดตั้งอยู่บนเพลาเดียวกัน มอเตอร์ขับพัดลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 แรงม้าขึ้นไป ต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ DIRECT-ON-LINE STARTER หรือตามที่กำหนดในแบบ

3.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ DIRECT-DRIVE หรือผ่านสายพาน มู่เลย์ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานได้ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจ หรือปรับทางด้าน STATICALLY และ DYNAMICALLY BALANCED มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

3.4 ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิม และสีภายนอกอย่างดี ภายในตัวเครื่องจะต้องหุ้มฉนวนความร้อนที่มีความหนาเพียงพอที่จะป้องกันการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศซึ่งสัมผัสกับโลหะได้ ถาดน้ำทิ้งด้วยฉนวน CLOSED CELL SELF EXTINGUISHING FOAM ซึ่งกันน้ำได้มีความหนาไม่น้อยกว่า 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต.

3.5 ส่วนคอยล์เย็นแบบ (EVAPORATOR COIL)

เป็นแบบ DIRECT EXPANSION ทำด้วยท่อทองแดงอย่างแข็ง มีครีบอลูมิเนียมอัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีทางกล (MECHANICAL BONDED) มีจำนวนแถวไม่น้อยกว่า 3 แถว จำนวนครีบน้อยกว่า 12 ครีต่อความยาวหนึ่งนิ้ว

3.6 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้

ก. THERMOSTATIC EXPANSION VALVE และ SOLENOID VALVE เฉพาะสำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป



ข. CAPILLARY TUBE (อาจใช้สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็น ลงมา)

ค. OVERLOAD PROTECTION FOR FAN MOTOR

ง. DRAIN AND DRAIN PAN

จ. 1 INCH THICK CLEANABLE TYPE AIR FILTER (ALUMINIUM TYPE)

4. การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ (SPLIT TYPE SYSTEM)

4.1 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบสำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้ง อาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสม และความเห็นชอบของผู้คุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อน ให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ให้ทาสีกันสนิม และทาสีภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

4.2 การติดตั้งสวิทช์ปิด-เปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (THERMOSTAT) ให้ติดตั้งตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของ อาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้คุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง

4.3 การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี VIBRATION ISOLATORS รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังน้อยที่สุด

5. ระบบท่อน้ำยา (REFRIGERANT PIPING SYSTEM)

5.1 ระบบท่อน้ำยาใช้ท่อทองแดง (COPPER TUBE HARD DRAWN TYPE L) ท่อ SUCTION หุ้มฉนวน CLOSED CELL FOAM PLASTIC หนาไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบท่อน้ำยา SUCTION และ LIQUID ให้เดินแยกจากกันโดยมี CLAMP รััดทุก ๆ ระยะ ที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด CLAMP ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรััด CLAMP

5.2 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคารที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ PIPE SLEEVES ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำท่อน้ำยาและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้าให้ทำฝารอบหรือก่ออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 75 มม. x 40 มม. x 5 มม. โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ CLAMP ยึดท่อทั้งหมดได้

5.3 ท่อน้ำยา จะต้องใหญ่พอที่จะไม่ทำให้เกิดความดันลดมากเกินไป ซึ่งจะทำความคอมเพรสเซอร์ทำงานเกินกำลังในกรณีที่เดินท่อยาวเกินกว่า 10 เมตร ให้ตรวจสอบขนาดท่อกับบริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ

5.4 ท่อน้ำยาจะต้องตรวจสอบเพื่อหารอยรั่วโดยใช้ความดัน 1.5 เท่าของความดันทำงาน (WORKING PRESSURE)



5.5 ถ้า CONDENSING UNIT ติดตั้งอยู่เหนือ FAN COIL UNIT ท่อด้านดูดจะต้องมีอุปกรณ์ดักน้ำยาเพื่อป้องกันน้ำยาเหลวไหลย้อนเข้าสู่คอมเพรสเซอร์.

6. ระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM)

6.1 เครื่องปรับอากาศทุกตัวให้ปิด-เปิด โดยใช้แบบ PUSH BUTTON SWITCH พร้อมด้วยหลอดสัญญาณ (PILOT LAMP) ชนิด NEON TYPE แต่ละหลอดเพื่อแสดงเมื่อมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นทำงานและเครื่องระบายความร้อน ทำงาน ตามลำดับ

6.2 ระบบควบคุมใช้ระบบไฟฟ้า 24 โวลต์รายละเอียดเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิต
เครื่องปรับอากาศกำหนดเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (THERMOSTAT) จะต้องมีส่วนที่ตั้งอุณหภูมิซึ่งถือคได้พร้อมกับ THERMOMETER แสดงอุณหภูมิอยู่ในตัวเครื่องเดียวกัน ติดตั้งตามจุดที่กำหนดระบบปรับอากาศต้องมีระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (INTERLOCKING SYSTEM) ระหว่างเครื่องระบายความร้อนและเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องระบายความร้อนทำงานเมื่อมอเตอร์พัดลมเป่าลมเย็นไม่ทำงาน หรือเครื่องระบายความร้อน ทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็นในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย

7. ท่อน้ำทิ้ง (CONDENSATE DRAIN PIPING)

7.1 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้ท่อ PVC CLASS 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอก. 17-2524 อุปกรณ์ข้อต่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนา ตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต

7.2 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี TRAP และลาดเอียงไปทางปลายทาง ไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 100

7.3 ท่อน้ำทิ้งซึ่งติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อน้ำทิ้ง ซึ่งติดตั้งในส่วนอื่น ซึ่งไม่ใช่บริเวณปรับอากาศ ให้หุ้มฉนวนเฉพาะท่อในแนวระดับ (แนวนอน) ฉนวนที่ใช้ให้ใช้ชนิดเดียวกับฉนวนท่อน้ำยา โดยมีความหนาของฉนวน ไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว



บทที่ 6

พัฒนาระบายอากาศ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- i. พัฒนาระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมา สำหรับใช้กับงานต่าง ๆ ตามที่ระบุในแบบและมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
- ii. Gravity Shutter ใช้สำหรับพัฒนาระบายอากาศแบบติดตั้งต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ใบปิด-เปิดทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรงปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้
- iii. โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 70 dBA (RE 10-12 Watts) ที่ Octave Band 2-8 และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Freeblow จะต้องดังไม่เกิน 50 dBA (RE 10-12 Watts) ที่ Octave Band 2-8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้
- iv. ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/3 Phase/50 Hz. หรือ 220 V/1 Phase/50 Hz. มาตรฐาน IEC, Synchronous speed 1,450 RPM, ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B, Rotor torque class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 KW (3/4 HP) และ Rotor torque class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่โตกว่าและเท่ากับ 0.55 KW (3/4 HP), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP54, Mounting arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลมขนาดของมอเตอร์ (Nameplate KW rating) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบ Backward Curve หรือ Airfoil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุด (Maximum Brake Power) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 25%
- v. ชนิดและประเภทของพัดลมให้ยึดในแบบเป็นหลัก ซึ่งชนิดและประเภทของพัดลมจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป



2. พัฒนแบบ Centrifugal

- i. ตัวถัง Casing ทำด้วยเหล็กกล้าความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Lock Seam หรือ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- ii. ใบพัด Fan Wheel เป็นแบบ Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียมผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว Acceleration และแรงดันอากาศ ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะหมุน Statically and Dynamically Balanced มาจากโรงงานผู้ผลิต
- iii. เฟลาพัฒน์ทำด้วยเหล็กกล้า High Carbon Steel สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่าง ๆ จนถึง 2 เท่าของความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน
- iv. ตลับลูกปืน Bearing เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self-Alignment มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมง Average Bearing Life การอัตราระบิสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัฒน์หรือมีที่อลมปิดมิดชิดต้องอัตราระบิ Grease Fitting ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัฒน์ที่ใช้ชุดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า
- v. ความเร็วลมที่ออกจากปากพัฒน์ Fan Outlet ต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที)
- vi. ตัวถังพัฒน์ต้องมีระบายน้ำที่อาจซังอยู่ภายในและมีปลักอุดไว้
- vii. ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัฒน์จะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เล่ย์ชนิดปรับรอบพัฒน์ได้โดยไม่ต้องถอดออก มอเตอร์และฝาครอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่โครงยึดขึ้นเดียวกับฐานพัฒน์
- viii. พัฒน์ขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 800 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัฒน์เป็นแบบ Direct-Drive ตามที่กำหนดในแบบ Vibration Isolator ใช้แบบยาง Acoustic Pad ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ Rubber-In shear



- ix. Vibration Isolator ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี Acoustic Pad รองรับและ Static Deflection ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- x. ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม
- xi. พัดลมทุกชนิดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน Flange พร้อมทั้งติดตั้ง Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- xii. ปากพัดลม Inlet และ Outlet ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรงเหล็ก Screen ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

3. พัดลมแบบ Propeller

- i. ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้รูปร่างที่สวยงาม
- ii. Gravity-Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter
- iii. พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)
- iv. ใบพัดลมต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

4. พัดลมแบบ Inline Cabinet Fan

- i. ตัวถัง (Casing) ทำด้วย เหล็กแผ่น (Steel Sheet) ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- ii. ใบพัดเป็นแบบ Centrifugal ทำด้วย เหล็กหรืออลูมิเนียม โดยได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
- iii. การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต
- iv. พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับติดตั้งภายในฝ้าเพดาน ซึ่งมีเนื้อที่ภายในฝ้าเพดานจำกัด
- v. มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลมและ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งาน



ด้วย

- vi. Inlet และ Outlet ของพัดลมจะอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน โดยมีขนาดความสูงเท่ากัน

5. พัดลมแบบ Low Noise Cabinet Fan

- i. ตัวถังพัดลมจะต้องออกแบบให้ทิศทางการไหลของอากาศเป็นแบบเข้าด้านหลังและออกด้านหน้า (Inline Air Flow) ตัวถัง (Casing) ทำด้วย แผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยบุด้านในด้วยฉนวนกันเสียงที่มีความหนา ไม่น้อยกว่า 12 มม.(1/2 นิ้ว) ฉนวนกันเสียงจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการฉีกขาดของผิวหน้าด้านล่างของตัวถัง ชุดพัดลมจะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access panel) ที่สามารถเปิดเข้าซ่อมพัดลม และมอเตอร์ได้จากด้านใต้ตัวถังพัดลม จะต้องมียุจุดรับน้ำหนักที่สามารถหิ้วพัดลมเพื่อแขวนยึดกับเพดานด้านบนได้
- ii. ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยตัวถังที่มีโครงสร้างแข็งแรง ตัวพัดลมและช่องเปิดบริการ (Access Panel) พัดลมจะต้องถูกออกแบบมาเฉพาะให้ใช้กับติดตั้งในฝ้าเพดาน และได้รับการรับรองทั้งทางด้าน Air Performance และ Sound Performance จากมาตรฐาน AMCA

6. พัดลมแบบ Axial Flow Direct Drive

- i. ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- ii. ใบพัดลมเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็ก ได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
- iii. การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต
- iv. Vibration Isolator เป็นแบบสปริง
- v. พัดลมส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ต่อด้วย Flexible Duct Connectorไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

7. พัดลมติดเพดานแบบ Ceiling Mounted Fan

- i. ตัวถัง (Casing) ทำด้วยพลาสติกหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกมาตรฐานของผู้ผลิต
- ii. ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper



- iii. พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะและสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ
- iv. มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับกำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลมและ STATIC PRESSURE รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย
- v. การเปิด-ปิดพัดลม เป็นแบบสวิทช์ที่มีไฟแสดง

8. พัดลมติดเพดานแบบสายรอบตัว (Automatic Ceiling Swivel Fan)

- i. ตัวถัง (Casing) ทำด้วยพลาสติกหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกมาตรฐานของผู้ผลิต
- ii. ใบพัดเป็นแบบ Propeller ทำด้วยพลาสติกได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
- iii. ใบพัดถูกขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ สามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์และใบพัดได้จาก สวิทช์ปรับใช้กับระบบไฟฟ้าขนาด 220 V/1 Phase/50 Hz.
- iv. สามารถสายทิศทางการลมได้รอบตัว
- v. จะต้องยึดอยู่บนโครงสร้างที่แข็งแรง และไม่เกิดการสั่นสะเทือนเมื่อเดินเครื่อง วัสดุที่ยึดตัวพัดลมกับโครงสร้างจะต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 3 เท่าของน้ำหนักพัดลม



บทที่ 7 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีมีความหนา วิธีการประกอบและการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE STANDARD

1. ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่น ๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง
2. ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อน้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัดให้ใช้ข้องอหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้
3. ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ
4. ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ หรือติดไฟแต่ไม่ลุกลาม หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพงและอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟ พร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน
5. ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตาต้องห่อหุ้มตามรายละเอียดในหมวด การทาสี ป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
6. ท่อลมที่ต่อกับพัดลมและเครื่องปรับอากาศต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Cloth เคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว)
7. รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวภายนอก และ/หรือภายในท่อลมด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Zestseal Duct Sealant A-900 รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลมอ่อนกับท่อลมกลมอ่อนหรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียด หรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
8. จะต้องมียังช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้างหรือด้านใต้ท่อลมขนาดประมาณ 300 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตร (12 x 12 นิ้ว) ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิด



บริการ Fire Damper ทุกชุด Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดในโตกว่า 0.1 ตารางเมตรทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีประเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่วและ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มต้องทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกันที่ใช้หุ้มท่อลม

9. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้าเพื่อการตรวจซ่อมและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
10. สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคตเมียม

2. การแขวนยึดท่อลม

- i. การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger ROD) และเหล็กทรง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด
- ii. โครงเหล็กต่าง ๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม, เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่น ๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลมและให้ทำสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสสี

3. DAMPER

- i. Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เก็ทหนากว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push ROD) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
- ii. Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็น
- iii. แบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Interlocking EDGE แกนปรับใบ (Damper ROD) จะต้องมีการปิดด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถึงสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบพัดจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade หรือ Gang



Operated

- iv. Fired Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบที่แนวกำแพงชาฟท์ต่าง ๆ ต่อกับท่อลมที่เดินทะลุผ่าน รวมทั้งที่พื้นคอนกรีตที่ท่อลมทะลุผ่านทุก ๆ จุดไม่ว่าจะมีระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม ตัวเรือน (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่นความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อน และรหัสสี ใบทำด้วยเหล็กแผ่นความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร, Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส (160 องศา ฟาเรนไฮต์)

4. วัสดุท่อลม

- i. ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลมหรือท่อรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี ปริมาณสังกะสีที่อบไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อตารางเมตร (0.06 ปอนด์ต่อตารางฟุต) รอยต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก
- ii. ท่อลมแบบกลมชนิด Flexible Duct จะต้องทำด้วยวัสดุลูมิเนียมยึดโดยวิธีทางกลแบบ Triple Lock Seam ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตท่อลมกลมสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 kPa (20" WG) และทนความร้อนได้ถึง 130 องศาเซลเซียส (266 องศาฟาเรนไฮต์)

5. หน้ากากลม

- i. หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกอันต้องมีปะเก็นแบบไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน
- ii. หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดในภายหลัง
- iii. หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะแบบกลมหรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือก้านขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่ายและมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- iv. หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวนอน ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้ง จะต้องมีการ Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถ



ปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

- v. หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser ทำด้วย Extrude Aluminum มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องพร้อมกล่องลม (Air Plenum) ตามที่ระบุในแบบ ช่องจ่ายลมแต่ละช่องต้องมีขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- vi. หน้ากากลมกลับ (Return Air Grille) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา
- vii. หน้ากากลมกลับแบบ Transfer มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังหน้าต้องมีหน้ากาคิดตั้งสองด้านของผนัง
- viii. หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลงติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาด ความหนาของของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิมมีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า 5 ตารางเซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน
- ix. หน้ากากระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ หน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุดต้อง Opposed Blade Volume Damper ด้วย

6. ฉนวนหุ้มท่อลม

6.1 ความต้องการทั่วไป

- ท่อลมต้องได้รับการปิดรอยต่อท่อลมให้เรียบร้อยก่อนทำการหุ้มฉนวน
- การหุ้มฉนวนต้องหุ้มติดตลอดตัวท่อลม

6.2 ฉนวนหุ้มท่อลม

แผ่นฉนวน เป็นฉนวนแบบปิด ลักษณะฉนวน จะต้องประกอบด้วย อลูมิเนียมฟอยล์ หนา 9 ไมโครเมตร , สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต

คุณสมบัติกันไฟเมื่อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E84 เป็นดังนี้

- Flame Spread ต้องไม่เกิน 25
- Smoke Developed ต้องไม่เกิน 50
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ไม่น้อยกว่า 0.032 W/m/o K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 23 °C ตามมาตรฐาน ASTM C518



- 6.3 การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นแบบปิด มีความหนาและความหนาแน่นเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด Condensation ได้และต้องไม่น้อยกว่า 10 มม. และ 25 กิโลกรัม/ลบ.ม. ตามลำดับ มีผิวด้านนอกเป็นอลูมิเนียมพอยด์ชนิดทนไฟได้ ทำหน้าที่เป็น Vapor Barrier การยึดแผ่นฉนวนให้ติดกับท่อลมให้ลอกสติกเกอร์ที่ปิดทับกาวยอคริลิกออก แล้วติดทับลงบนท่อลมพยายามให้รอยต่อของแผ่นฉนวนชนแนบสนิทกัน โดยให้รอยต่อตามยาวอยู่ทางด้านบนของท่อปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วย Pressure Sensitive Vapor Barrier Aluminum Tape กว้างไม่น้อยกว่า 2 นิ้วรัดให้ตึง เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถยึดแผ่นฉนวนได้แน่นทั้งสองข้าง
- 6.4 การหุ้มฉนวนภายในท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นแบบปิด มีความหนาและความหนาแน่นเช่นเดียวกับฉนวนที่ใช้หุ้มภายนอกท่อลมปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมพอยด์ชนิดทนไฟได้
- 6.5 ในกรณีที่เป็นแบบระบุให้ใช้ฉนวนยางบุภายในท่อลม ให้ใช้ฉนวนที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น
- 6.6 หรือเป็นฉนวนแบบปิด ลักษณะฉนวน จะต้องประกอบด้วย อลูมิเนียมพอยล์ หนา 9

ไมโครเมตร, สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต

ค่าความหนาแน่น	ไม่น้อยกว่า 25kg/m ³
ค่าการนำความร้อน	ไม่น้อยกว่า 0.032 W/m/o K (ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 23 o C) ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM C518
ค่าการแทรกซึมความชื้น	0.005 Perm-inch ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM E96
ค่าการดูดซึมน้ำ	น้อยกว่า 0.1% โดยปริมาตร ตามมาตรฐานการทดสอบ JIS K6767
ค่าการต้านทานความชื้น	$\mu > 40,000$ ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM E96
ความต้านทานเชื้อรา	ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM G21
ช่วงอุณหภูมิการใช้งาน	-80o C ถึง 100o C

7. การหุ้มฉนวนท่อลม

- 7.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นแบบปิด วัสดุเป็นโพลีโอลิฟินโฟม (Polyolefin Foam) ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดาน และในห้อง



เครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chamber จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวนแต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับ

- 7.2 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องอุดตามตะเข็บ และทำความสะอาดพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อน ตรรกะของฉนวนจะต้องค้ำด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ส่วนถลอกฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape
- 7.3 ทุก ๆ จุดที่แขวนรองรับท่อลมจะต้องใช้ยึดขั้มบอร์ดขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) หนา 6 มิลลิเมตร รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบนจากการแขวน

8.อุปกรณ์ลดเสียง (SOUND ABSORBER)

- vi. หากต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงอุปกรณ์ลดเสียงจะต้องมีโครงสร้างตามที่แสดงไว้ใน แบบและรายละเอียด ความเร็วลมที่ผ่านอุปกรณ์ลดเสียงต้องไม่เกิน 15 เมตรต่อวินาที (3,000 ฟุตต่อวินาที)
- vii. กล่อง (Casing) ของอุปกรณ์ลดเสียงพับทำขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ขนาดความหนาใช้เบอร์เก็จเดียวกันกับท่อลมที่ต่ออยู่ด้วยกัน แต่จะไม่บางกว่า 0.7 มิลลิเมตร
- viii. วัสดุดูดกลืนเสียง เป็นวัสดุพวกใยแก้ว ผิวของวัสดุดูดกลืนเสียงที่อยู่ในทางผ่านของลม (Air Flow Passage) จะต้องเคลือบฝังด้วย Neoprene และมีตาข่ายอลูมิเนียม หรือเหล็กชุบสังกะสี เป็นตารางขนาดประมาณ 8 x 8 มม. ปิดทับ

9.ฉนวนบุภายในท่อลม (Duct Liner)

- ix. ท่อส่งลมเย็นและลมกลับที่ติดตั้งผ่านห้องหรือโรงที่ไม่มีฝ้า และ/หรือใต้ฝ้าตามทีระบุไว้ในแบบให้บุด้วยฉนวนไว้ภายใน พื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่บุฉนวนภายใน ต้องไม่เล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อลม ส่วนที่หุ้มฉนวนภายนอกที่มีขนาดท่อลมเท่ากัน
- x. ฉนวนทำด้วยไฟเบอร์กลาสอย่างแข็ง (Rigid Board) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ ตามที่ระบุในแบบโดยปิดทับหน้าด้านสัมผัสด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพรุน (Perforated Aluminium Foil)
- xi. ฉนวนต้องยึดแน่นติดกับท่อลมด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ NEO-



BOND PL1 หรือหมุดยึด (PIN) รอยต่ออุดด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์
ของ NEO-BOND SP-50 ช่วงหัว-ท้าย ยึดด้วยกรอบสังกะสีเบอร์เก้เดียวกับท่อ
ลม



บทที่ 8 ระบบไฟฟ้า

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของ วัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

2. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

2.1.1 ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 380/220 โวลท์, 3 เฟส, 4-สาย, 50 Hz., Y-Connection, Solid Ground

2.1.2 กำหนดให้ใช้รหัสของสี Busbar, ของสายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้
สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ติดตั้งในระบบจะต้องบอกหมายเลขพร้อมกับติดป้ายอย่างถาวรที่สายไฟ โดยให้สอดคล้องกับหมายเลขที่ระบุไว้ในแบบ SHOP DRAWINGS และให้ใส่ CODE สีดังต่อไปนี้

NEUTRAL (N)	-	SKY BLUE
PHASE (L1)	-	BROWN
PHASE (L2)	-	BLACK
PHASE (L3)	-	GRAY
GROUND (G)	-	GREEN/YELLOW

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตเป็นสีเดียว ให้ใช้ปลอก พีวีซี สีตามกำหนดไว้ ที่ปลายทั้งสองด้านและภายในกล่องต่อแยกสายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด

2.1.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่างๆ ต้องมีรหัสสีแสดงไว้เพื่อง่ายในการตรวจสอบและซ่อมบำรุง ภายหลัง โดยกำหนดให้ใช้รหัสสีดังนี้

- สีส้ม สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
- สีฟ้า สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

โดยหาสีคาดที่ต่อรอยสายไฟฟ้าทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร หรือหาสีที่อุปกรณ์ยึดต่อ (Clamp) ส่วนกล่องต่อสาย กล่องพักสาย ให้หาสีภายในกล่องและฝากล่องทุก ๆ กล่อง

3. การต่อลงดิน

- ก. วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนต่อสัมผัสหรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะอันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ต้องต่อลงดินตามกฎหมายของการไฟฟ้าและ NEC



- ข. สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดินให้เป็นตัวนำทองแดงมีขนาดสัมพันธ์กับขนาด ของ อุปกรณ์ตัววงจรไฟฟ้าของแต่ละวงจรหรืออุปกรณ์นั้น ๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดใน ตารางขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร) ตัวนำทองแดง
15	2.5
20	4
30 ถึง 60	6
100	10
200	16
400	35
600	50
800 ถึง 1,000	70
1,200	95
1,600	120
2,000	150
2,500	185
3,000	240
4,000	300
5,000	400
6,000	500

3.2 สายไฟฟ้า

ก. ชนิดของสายไฟฟ้า

- 1) โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก.11-2531
- 2) สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 3) สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะหรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core)



- 4) สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรงหรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดียวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น
- 5) สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนหรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวนพีวีซีสองชั้น
- 6) สำหรับสายไฟฟ้าภายในเครื่องหรืออุปกรณ์ที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูงให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

ข. การติดตั้ง

- 1) ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
- 2) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 3) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- 4) การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC

ค. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- 1) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- 2) การต่อเชื่อมหรือการต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connection, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- 3) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนชนิดละลายและเทปพีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- 4) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้นให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- 5) ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Box เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Box นี้



3.3 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- ก. ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้น เพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้
- 1) ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC
 - 2) ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC
 - 3) ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC
 - 4) ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC
 - 5) อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector
- ข. การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
- 1) ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - 2) การตัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีความโค้งของการตัดงอต้องเป็นไปตามกำหนดของ NEC
 - 3) ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - 4) ท่อแต่ละส่วนหรือระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อนจึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อนในส่วนนั้น
 - 5) การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - 6) การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร



- 7) แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

3.4 Cable Tray

3.4.1 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูกมีเจาะระบายอากาศได้อย่างดี

3.4.2 Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขึ้นทุก ๆ ระยะ 30 เซนติเมตรหรือน้อยกว่า

3.4.3 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC และ ต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

3.5 Wireway

- ก. Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Galvanized
- ข. การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะเกิน 1.50 เมตร

3.6 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่อง ดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- ก. กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- ข. กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- ค. กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรองรับคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory)



- ง. ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC
- จ. กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- ฉ. การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

3.7 ตู้สวิตช์บอร์ด

- a) ตัวตู้ไม่ว่าเป็นแบบตู้ตั้งหรือตู้แขวน ต้องประกอบจาก เหล็กฟอสเฟตหรือเหล็กชุบสังกะสี ซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม.
- b) ตัวตู้และโครงตู้ และตัวจับยึดอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรง และสามารถทนต่อการ Short Circuit ได้ไม่น้อยกว่า 25 kA. ที่ 480 V.
- c) ตัวตู้ต้องการระบายอากาศ ป้องกันฝุ่น ป้องกันแมลงหรือหนูเข้าไปภายในตู้ ตลอดจนป้องกันความชื้นกับอุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี
- d) ตัวตู้ต้องพ่นสีทาอ่อน หรือสีที่กำหนดให้ไว้ในแบบ อย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านการป้องกันสนิมแล้ว
- e) ให้มีการ Service หรือการบำรุงรักษาจากด้านตู้เท่านั้น
- f) ขนาดของสายและ Busbar ในตู้ ตลอดจนระยะห่างในการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ
- g) ที่หน้าตู้ทุก Cubic จะต้องมีการ Key Lock ป้องกันผู้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องมา Operated หรือแก้ไข
- h) ต้องมี Mimic Diagram ซึ่งแสดงวงจรของแบบติดอยู่หน้าตู้ทุกตู้ และมี Name Plate บอกหมายเลข และชนิดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแบบ
- i) มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดหา และติดตั้ง เช่นเดียวกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ควรเป็นชนิดเดียวกัน หรือยี่ห้อเดียวกันกับผู้รับเหมาไฟฟ้าเพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- j) อุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ Moter Circuit Breaker ของระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย จำเป็นจะต้องทำงานในลักษณะ Type 2 Co-Ordination เป็นอย่างน้อย กับระบบไฟฟ้าที่ต้นทาง หรือมีการทำงานที่ประสานกันได้ดี



- k) การประกอบ และการติดตั้ง ตลอดจนการเข้าสาย จะต้องกระทำโดยช่างผู้ชำนาญงานทางด้านนี้และเป็นมาตรฐานเดียวกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าเช่นกัน

3.8 ระบบสตาร์ทเตอร์และ Motor Circuit Breaker ของมอเตอร์

- 3.8.1 สตาร์ทเตอร์ต้องมีขนาดเหมาะสมที่จะใช้ร่วมกับมอเตอร์ของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- 3.8.2 ชุดสตาร์ทเตอร์ แต่ละชุด ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้
- 3.8.2.1 Magnetic contactor
 - 3.8.2.2 Thermal Overload Protection
 - 3.8.2.3 Start and Stop Push Button
 - 3.8.2.4 Running Indicating Lamp
 - 3.8.2.5 Selector Switch H-O-A (ถ้ามีกำหนดในแบบ)
 - 3.8.2.6 Alarm (ถ้ามีกำหนดในแบบ)
 - 3.8.2.7 Control Fuse or Breaker
 - 3.8.2.8 Control Wiring Diagram
- 3.8.3 โดยทั่วไป ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 5 HP ให้สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct on Line ชนิด Type 2 Co-Ordination ได้ และถ้ามากกว่า 5 HP ต้องเป็นชนิด Star-Delta ชนิด Type 2 Co-Ordination.
- 3.8.4 อุปกรณ์ในชุด Starter ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA และควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- 3.8.5 Motor Circuit Breaker ของมอเตอร์แต่ละตัวต้องมีขนาดเหมาะสมตาม NEC กรณีที่ Motor Circuit Breaker อยู่ไกลจากสายตาจนมองการทำงานของมอเตอร์ดังกล่าวไม่ได้ ตัว Motor Circuit Breaker ต้องมี Handle แบบ Lock Off หรือ มีอุปกรณ์อื่นที่จะตัดไฟในบริเวณใกล้ตัวมอเตอร์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในการบำรุงรักษา

3.9 เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 3.9.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิร์ต โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1



- 3.9.2 Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มม. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5 ชนิด Power Meter แบบ Digital.
- 3.9.3 Kilowattmeter ถ้ามีกำหนดในแบบให้ใช้ชนิด 3-Phase Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มม. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- 3.9.4 Power-Factor Meter ถ้ามีกำหนดในแบบให้ใช้ ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มม. Scale ตั้งแต่ 0.5 Leading ถึง 0.5 Lagging และ Accuracy Class 0.5
- 3.9.5 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด LED ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Len ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 3.9.6 Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Step สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Step สำหรับ Amp-Selector Switch

3.10 Remote and Local Control Panel

Remote และ Local-Panel ต้องเป็นกล่องพับขึ้นรูปตามที่กำหนดในข้อลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์ Remote Control Panel จะต้องตั้งอยู่ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อยเพื่อความเหมาะสม

- a) Local Control Panel ที่ประจำอยู่ในตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์ ต้องมี Local Remote Selector Switch และในกรณีที่จำเป็นอาจต้องใช้ Auxiliary Relay สำหรับการต่อเชื่อมระบบที่แรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน
- b) Remote Control Panel จะต้อง มี On-Off Pushbutton พร้อม Indication Lamp และ Remote-Local Indicating Lamp
- c) การจัดสร้าง Remote และ Local-Control Panel ต้องจัดทำ Shop Drawing แสดง Control Circuit Diagram และรูปแบบของตัวตู้แผงเสนอนุมัติจากผู้คุมงานก่อน
- ก. กรณีที่มีเครื่องวัดและอุปกรณ์อื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดเช่นเดียวกับ Motor Control Center

3.11 ขอบเขตงานจัดหาและติดตั้ง

รายการแสดงการแบ่งงานระหว่างงานระบบไฟฟ้าและงานระบบปรับอากาศงานที่แสดงในแบบระบบไฟฟ้า และงานระบบปรับอากาศมีงานส่วนที่ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าต้องทำร่วมกันกับผู้



รับจ้างงานระบบปรับอากาศซึ่งได้แสดงไว้แล้วในแบบถึงการแบ่งงาน ระหว่างผู้รับจ้างทั้งสอง
ดังกล่าวเพื่อความชัดเจนจึงได้จัดทำคำชี้แจงแสดงรายละเอียดซ้ำไว้ในส่วนนี้อีกให้ผู้รับจ้างงาน
ระบบไฟฟ้า และระบบปรับอากาศถือตามแบบและคำอธิบายนี้

3.11.1 Fan Coil Unit (FCU)

การเดินสายไฟและท่อร้อยสายจาก Junction Box ที่อยู่ใกล้ Fan Coil Unit ไปยัง
มอเตอร์ การต่อสายและระบบควบคุมอุณหภูมิและน้ำเย็นจัดทำโดยผู้รับเหมาระบบปรับ
อากาศ การเดินสายไฟและท่อร้อยสายจาก Load Center จนถึง Junction Box จัดทำ
โดยงานระบบปรับอากาศ

3.11.2 Fresh Air Fan and Exhaust Fan

ตัวพัดลม สตาร์ทเตอร์ ตู้ ACP การต่อสายไฟพร้อมท่อแข็ง และอ่อนจากตู้ ACP ไปจนถึง
มอเตอร์ จัดทำโดยผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศ สายป้อนจากแผงระบบไฟฟ้าพร้อมท่อ
ร้อยสายมาถึงตู้ ACP จัดทำโดยงานระบบปรับอากาศ

3.11.3 ตู้ MCCA และอุปกรณ์ รวมทั้งการเข้าสายต่าง ๆ จัดทำโดยผู้รับจ้างงานระบบปรับ อากาศ ส่วนสายป้อนจากระบบไฟฟ้ามาจนถึงตู้ MCCA จัดทำโดยผู้รับจ้างงานระบบ ปรับอากาศ

3.11.4 Split Type Air Conditioner

สายป้อนจากแผงของระบบไฟฟ้ามาที่ Safety Switch จัดทำโดยผู้รับเหมาระบบไฟฟ้า
ส่วนการเดินสายไฟจาก Safety Switch มายัง Condensing Unit จัดทำโดยผู้รับเหมา
ระบบปรับอากาศ

3.11.5 พัดลมดูดอากาศชนิด Wall Type Glass Mounted Type, Ceiling Mounted Type พร้อม Switch Start-Stop จัดทำโดยผู้รับเหมาระบบปรับอากาศส่วนการเดินสายไฟ มาถึงตัวพัดลมเป็นงานของผู้รับเหมาระบบไฟฟ้า

3.11.6 ให้ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้า และผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศร่วมมือและประสานงาน และร่วมกันรับผิดชอบในการดำเนินงานที่ต้องร่วมกันทำดังกล่าว รวมทั้งงานอื่นที่ต้อง ทำ ร่วมกันที่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในข้อกำหนดและแบบของทั้งสองงาน เพื่อให้งาน ทั้งหมดแล้วเสร็จสมบูรณ์ ทำงานได้ถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างทุกประการ โดยถือเป็นค่าใช้จ่ายของทั้งสองฝ่ายที่ได้เสนอไว้แล้วทั้งสิ้น

3.12 การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด



- b) ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน
- a) ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่าง ๆ
- b) ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
- c) จัดทำรายงานการทดสอบต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

2. 14 รายการเบ็ดเตล็ด การทาสี และการรับประกันการบริการและบำรุงรักษา

3.1 การทาสี

- ก. อนุญาตให้ผู้รับจ้างทาสีภายหลังจากการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์แล้วเสร็จ โดยรวมถึงพัดลม มอเตอร์ ระบบท่อน้ำ ระบบท่อลม ห้องเครื่องส่งลมเย็น Grilles กระเช้าแขวนท่อฉนวน และการฉาบปูนปิดช่องเปิดต่างๆ ซึ่งอยู่ภายใต้สัญญาที่ระบุให้ต้องทาสีตามที่ระบุ สีที่ได้ระบุไว้ในหัวข้อ 14.2.10 ข้างล่างนี้ต้องให้สถาปนิก/ วิศวกรเป็นผู้เลือกใช้
- ข. ก่อนการทาสี ให้ผู้รับจ้างทำความสะอาดพื้นผิวก่อน โดยต้องไม่มีคราบน้ำมันหรือฝุ่นผงตามที่ผู้ผลิตแนะนำ หากจำเป็นให้ใช้น้ำยาล้างคราบไขมันชะล้างพื้นผิวก่อนการทาสี
- ค. หากพบว่ามี การสีกร่อนหรือสีสัญลักษณ์เกิดขึ้นในระหว่างช่วงระยะเวลาการรับประกันผลงานและการบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขความเสียหายหรือชิ้นส่วนโดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทั้งหมดและต้องทาสีใหม่ตามรายละเอียดข้อกำหนดเดิมและให้ขออนุมัติจากวิศวกรพิจารณาจนกว่าจะยอมรับงานนั้น
- ง. รายการอุปกรณ์ที่ต้องทาสี
 - 1) ระบบท่อที่ปรากฏแก่สายตา
 - 2) Support รองรับท่อที่ปรากฏแก่สายตา
 - 3) ปืนและอุปกรณ์ประกอบที่ปรากฏแก่สายตา
 - 4) ระบบท่อที่ติดตั้งในฝ้ายกเว้นท่อเหล็กอบสังกะสี
 - 5) ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตา
 - 6) ภายในท่อลม และโครงโลหะต่างๆ ปลอกท่อ กล่องลม ฉนวนท่อน้ำและท่อลม (ยกเว้นฉนวนชนิดที่เป็น Fiberglass) ในห้องเครื่องและภายนอกตัวอาคาร

จ.การทาสีให้ปฏิบัติดังรายการข้างล่างนี้

- 1) ชะล้างด้วยน้ำยาล้างคราบไขมัน
- 2) ทาสีรองพื้นโดยใช้ Permoglaze หรือ Rustoleum หรือวัสดุเทียบเท่าอื่นและให้ใช้ Rust inhibitor ทารองพื้นสำหรับท่อเหล็กหล่อ ท่อเหล็กเหนียว ให้ใช้ Permoglaze zinc coat primer หรือสีทารองพื้นโลหะ ICI Grey green chromate F500-388 สำหรับท่อเหล็กอบสังกะสีหรือท่อทองแดง



- 3) ใช้สีทาทับ 1 ครั้ง
- 4) ทาสีสังเคราะห์ ใช้สี ICI หรือวัสดุเทียบเท่าที่ได้รับอนุมัติ วัสดุที่ใช้ต้องเป็นแบบมีส่วนผสมของน้ำมันพื้นฐาน สีสมน้ำห้ามนำมาใช้เด็ดขาด
- ฉ. พื้นผิวโลหะต่างๆ ที่ไม่มีการทอหุ้ม ต้องทาด้วยน้ำยาล้างคราบไขมัน 1 ชั้น และทาสี Bituminous 2 ชั้น และให้พิจารณาการเลือกใช้สีจากคุณสมบัติของจุดเดือดและการยึดติดแน่น
- ช. หัว Screw Wing nut และวัสดุที่ใช้ยึดติดต่ออุปกรณ์ ถ้าไม่ได้ชุบ Chrome หรือ Cadmium plate ต้องทาสีในระหว่างการติดตั้งและภายหลังจากการทดสอบการเดินเครื่องแล้วเสร็จ
- ซ. ปลายของแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่ถูกตัดไว้หรือโลหะชุบสังกะสีต้องทาด้วยสี Zinc plate จำนวน 2 ชั้น
- ฅ. อุปกรณ์ต่างๆ ที่อาจจะมียาน้ำมันหรือไขมันกระเด็นมาใส่ ต้องทาด้วยสีกันน้ำมันจำนวน 2 ชั้นและอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูงต้องทาด้วยสีกันความร้อน
- ญ. อุปกรณ์ต่างๆ ที่สัมผัสกับอากาศที่มีการกักความร้อนหรือสภาวะอากาศเดียวกัน ต้องปรับปรุงพื้นผิวก่อนเป็นกรณีพิเศษและทาด้วยสีที่ต้านทานการกักความร้อน
- ฎ. สีที่ใช้ทาอุปกรณ์
- ฏ. การทาสีระบบท่อและอุปกรณ์ทั้งหมดให้ปฏิบัติตามตารางที่กำหนดข้างล่างนี้

ฐ. ที่ปรากฏแก่สายตา	Jonquil	4-053
1) ท่อสารทำความเย็นด้านส่ง	Signal Red	
	BS04E53	
2) ท่อสารทำความเย็นด้านกลับ	Porcelain Blue	7-082
3) ท่อสารทำความเย็นเหลว	Suede	3-045
4) ท่อน้ำมันหล่อลื่น	Nutmeg	3-043

- ฑ. ผู้รับจ้างต้องได้รับการยืนยันและอนุมัติของการใช้สีตามรายการข้างล่างนี้จากสถาปนิก/วิศวกรก่อนการดำเนินการ
- ฒ. สำหรับท่อที่ติดตั้งอยู่ภายใน Shaft ฝ้าเพดาน และพื้นที่อื่นๆ ซึ่งไม่ปรากฏแก่สายตา ให้ทาสีเป็นแถบคาด ตามรายการที่ระบุพร้อมทั้งทำลูกศรสัญลักษณ์ชี้ทิศทางทาสีให้ชัดเจน ด้านบน แถบสีกว้าง 75 มม. เว้นระยะห่างไว้ทุก 3 เมตร ในท่อแนวดิ่งและต้องมีแถบสีไม่น้อยกว่า 2 แถบในแต่ละชั้นพร้อมกับแถบแสดงทิศทางทาสีและสัญลักษณ์ ให้หาแถบสีและสัญลักษณ์บนแถบพื้นสีขาวขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 150 มม.



3.2 ป้ายชื่อ

- ก. การทาสีและจัดหาอุปกรณ์ภายใต้สัญญานี้ต้องทำป้ายชื่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษตามแต่ลักษณะการใช้งาน ป้ายชื่อให้ทำจากวัสดุที่เคลือบผิว 3 ชั้น ป้ายชื่อให้กัดเซาะร่องที่ชั้นบนสุดให้ลึกให้ถึงชั้นกลางหรือตามแต่สถาปนิกจะกำหนด ห้ามไม่ให้ใช้ Dymo label ทำป้ายชื่ออย่างเด็ดขาด
- ข. รายการข้างล่างนี้ต้องติดตั้งป้ายชื่อทั้งหมด เช่น Valve ทุกตัว พัดลม เครื่องส่งลมเย็น คอยล์ส่งลมเย็น ตู้จ่ายไฟ Starter Plastic circuit ที่กัดเซาะร่องและอุปกรณ์อื่นๆ ต้องมีป้ายแสดงแบบ Circuit Number Phase และรายการอุปกรณ์ควบคุม
- ค. สัญลักษณ์ของ Valve ให้ใช้ Tag แผ่นทองเหลืองขนาด 300x7.5 มม.ติดไว้ที่ Hand wheel หรือคล้องกับตัว Valve โดยใช้โซ่คล้องไว้ ให้ติดตั้ง Engraved number tags แสดงรหัสย่อการทำงานและให้ใช้สัญลักษณ์ปกติเปิด (ใช้สีเขียว) หรือปกติปิด (ใช้สีแดง)
- ง. ให้ติดแถบป้ายชื่อสำหรับท่อขนาดเล็ก ไม่เกิน 20 มม. (รวมความหนาของฉนวนแล้ว) ให้เหมือนกับของวาล์ว
- จ. ให้ติดแถบป้ายชื่อที่ฝาอุดท่อให้เหมือนกับของวาล์ว
- ฉ. ป้ายแสดงรายละเอียดของผู้ผลิต ให้ประกอบด้วยชื่อผู้ผลิต หมายเลข รุ่นที่ผลิต ขนาด กำลัง ลักษณะทางไฟฟ้า ป้ายแสดงรายละเอียดของผู้ผลิตต้องสะอาดและอ่านได้ชัดเจน การติดตั้งเครื่องจักรต้องไม่ปิดบัง ป้ายชื่อนั้น
- ช. ป้ายแสดงเครื่องจักรและอุปกรณ์ ให้แสดงด้วยรหัสสัญลักษณ์และการใช้งานตามที่ระบุ ป้ายชื่อต้องทำจากแผ่นทองเหลืองมีขนาดอย่างน้อย 30X75 มม. และยึดติดแน่นกับตัวเครื่องจักร
- ซ. Metal clad switch, Fuseswitch, Switchfuse, Busbar chamber, Checkmeter และตู้ Distribution board ต้องติดแผ่นป้ายชื่อบอกไว้ที่ด้านหน้าฝาดูเพื่อแสดง Circuit name/ Number ขนาดของ Fuse หรือ Circuit breaker และการใช้งานของแต่ละวงจร ซึ่งเป็นไปตามผังวงจรไฟฟ้า สำหรับ Fuse และ Circuit breaker ที่ติดตั้งในตู้ Distribution board ที่มองไม่เห็น นอกจากการเปิดฝาดูหรือรื้อฝาปิดตู้ออก ให้ติดแผ่นป้ายบอกไว้ด้านในตู้ Distribution board เพื่อให้สะดวกต่อการแสดงตำแหน่งของ Fuse และ Circuit breaker แต่ละตัวเมื่อต้องการเปิดฝาดูหรือรื้อฝาตู้
- ณ. ฝาด้านหน้าตู้ของแต่ละ Switch socket หรือ Control switch ที่จ่ายไฟให้วงจรที่มีความจำเป็นต้องใช้งานหรือติดตั้งให้อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น Wash boiler, Water heater, Cooler, พัดลมติดผนัง, Wall mount radiator, Incinerator, พัดลมระบายอากาศ, Room cooler หรืออุปกรณ์อื่นๆ ต้องมีป้ายแบบเซาะร่องติดตั้งไว้ ตามลักษณะการใช้งานที่ได้ทำ



การควบคุม รายละเอียดการสลักชื่อ ต้องยื่นนำเสนอให้สถาปนิกทำการอนุมัติก่อน
ญ. ของแต่ละขนาดที่ได้ติดตั้ง โดยเป็นแบบที่ล้างทำความสะอาดได้

3.3 แบบการติดตั้ง (Shop Drawing)

3.4 แบบติดตั้งที่แสดงแนวทางการเดินระบบท่อ รายละเอียดการติดตั้ง การติดตั้งห้องเครื่องปั๊ม
แผนผังการควบคุมระบบพร้อมกับระยะ ขนาด รูปตัดและรายละเอียด ซึ่งมีจำเป็นต้องมีเพียงพอ
และต้องประสานงานกับงานสถาปัตยกรรมและงานอื่นๆ โดยต้องยื่นนำเสนอขออนุมัติก่อนเริ่ม
ดำเนินการทำงานทุกครั้ง

3.5 ข้อเสนอแนะสำหรับพนักงานของผู้ว่าจ้าง

3.6 ให้ผู้รับจ้างจัดหาผู้เชี่ยวชาญที่สามารถสื่อสารทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทยและภาษาพื้นเมือง
อื่นๆ ระหว่างเวลาทำงานปกติ เพื่อจุดประสงค์ในการให้คำแนะนำกับพนักงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อ
การเดินเครื่องระบบ ในระยะเวลาการบำรุงรักษาและในช่วงเวลาอื่นที่กำหนดโดยผู้ว่าจ้าง ให้
จัดเตรียมหลักสูตรการฝึกอบรมซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ เพื่อการซ่อมแซมและการเดิน
เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ

3.7 ช่วงการบริการและการบำรุงรักษาที่ไม่คิดค่าใช้จ่าย

- ก. ให้ช่วงเวลาการรับประกันผลงานเป็นเวลา 24 เดือน นับจากวันที่ผู้รับจ้างออกใบรับรอง
ผลงานแล้วเสร็จ หลังจากวันที่ออกใบรับรองผลงานแล้ว จนกระทั่งวันที่หมดอายุสัญญา
เป็นหน้าที่รับผิดชอบของผู้รับจ้างเพื่อให้ระบบอยู่ในสภาพที่ดี ผู้รับจ้างต้องทำการ
บำรุงรักษาและบริการทั้งหมดโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย รวมถึงการจัดหาอุปกรณ์และการ
ติดตั้งอุปกรณ์ภายในเงื่อนไขของสัญญานี้ จนกระทั่งครบ 24 เดือนหลังจากงานของผู้
รับจ้างได้รับการรับรองการก่อสร้าง
- ข. การบำรุงรักษารวมถึงการตรวจสอบและทดสอบระบบเป็นช่วงๆ การปรับแต่งและการหล่อ
ลื่นชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ รายละเอียดของรายการเหล่านั้นให้ส่งมอบต่อสถาปนิกเพื่อ
พิจารณาและต้องกระทำก่อนเป็นเวลาอย่างน้อย 1 เดือน
- ค. ระหว่างช่วงระยะเวลาการรับประกันผลงานการบริการและการบำรุงรักษา ให้ผู้รับจ้าง
ปฏิบัติตามตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ 1.23 ซึ่งรวมถึงการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์
ไฟฟ้าและเครื่องจักร ที่จำเป็นและต้องใช้อะไหล่มาตรฐานที่ผลิตจากผู้ผลิตอุปกรณ์เหล่านั้น
ในกรณีที่อะไหล่แท้ไม่สามารถหามาเปลี่ยนได้ในทันที อนุญาตให้ใช้อะไหล่เทียบเท่ามาใช้
แทนได้ชั่วคราวแต่ให้นำอะไหล่แท้มาเปลี่ยนใหม่ให้เร็วที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้รับจ้าง
ต้องเป็นผู้รับผิดชอบเอง การเปลี่ยนหรือซ่อมแซมอะไหล่ที่เกิดจากความประมาทเลินเล่อ



หรือการใช้งานผิดประเภทของอุปกรณ์หรือด้วยเหตุผลอื่นใดที่อยู่นอกเหนือการทำงานหรือความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ยกเว้นกรณีการสึกหรอหรือแตกหัก ไม่ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ให้ผู้รับจ้างทำหนังสือแจ้งต่อผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับความเสียหายหรือการทำงานที่ผิดปกติ รวมถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นของความเสียหายนั้นๆ ด้วย

- ง. ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายการบันทึกและเก็บรักษาโดยผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับรายละเอียดการทำงานการร่วมเป็นพยาน และการลงนามโดยตัวแทนของผู้ว่าจ้าง
- จ. งานทั้งหมดนี้ต้องปฏิบัติงาน โดยบุคลากรผู้มีความสามารถ ภายใต้การควบคุมและบังคับบัญชาโดยผู้รับจ้าง ในวันที่สิ้นสุดระยะเวลาการรับประกันผลงาน ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบอีกครั้งโดยตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และให้แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายจนกว่าสถาปนิกจะยอมรับ ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดในสัญญานี้ด้วย
- ฉ. สัญญาการบำรุงรักษาภายหลังระยะเวลาการรับประกันผลงานที่แยกออกมาจากสัญญาหลักให้ยื่นเสนอมาพร้อมกับสัญญาการจ้างงาน เพื่อการพิจารณาโดยผู้ว่าจ้าง

3.8 แบบก่อสร้างจริง คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา

3.9 ภายหลังจากปฏิบัติงานแล้วเสร็จ ให้ผู้รับจ้างจัดส่งเอกสาร จำนวน 3 ชุด ซึ่งประกอบด้วย แบบก่อสร้างจริง 1 ชุด แบบพิมพ์เขียว 1 ชุด และคู่มือการบริการและการบำรุงรักษาโดยเข้าเล่มเป็นแฟ้มปกแข็งร้อยห่วงไว้ ให้จัดทำคู่มือด้วยกระดาษ A4 แต่ละส่วนให้แยกออกอย่างเหมาะสม และคัดแยกให้เป็นหมวดหมู่และต้องมีสารบัญและเลขกำกับหน้าตามลำดับ โดยทั่วไปการจัดทำคู่มือให้เป็นไปตามรายการด้านล่างนี้

- ก. หน้าปก
 - 1) ชื่อของงาน
 - 2) หัวข้อของเอกสาร
 - 3) ชื่อและที่อยู่ของผู้รับจ้างที่ทำการติดตั้ง
- ข. หน้าเอกสารด้านใน ประกอบด้วยข้อมูลเดียวกันกับหน้าปก แต่ให้รวมเบอร์โทรศัพท์ติดต่อสำหรับเวลาทำการและเวลาฉุกเฉิน
- ค. หน้าสารบัญ
- ง. ขอบเขตงานและลักษณะการติดตั้ง
- จ. ตารางแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องจักร
- ฉ. ข้อเสนอแนะการบริการ รวมถึงรายละเอียดของระบบควบคุมอัตโนมัติ
- ช. รายการบำรุงรักษาและคำแนะนำการแก้ไขปัญหา รวมถึงแผนการซ่อมบำรุง
- ซ. รายงานการทดสอบและผลการบันทึกการตรวจรับงาน
- ณ. รายการขอแนะนำ อะไหล่และอุปกรณ์และสารหล่อลื่น



- ญ. รายการอุปกรณ์และเครื่องจักร พร้อมทั้งรายชื่อผู้ผลิตและที่อยู่ และตัวแทน (ถ้ามี)
- ฎ. เอกสารจากผู้ผลิต ที่เพียงพอ รวมถึงแบบติดตั้ง แผนผังวงจร และ กราฟแสดงสมรรถนะของอุปกรณ์และรายการอื่น ๆ ที่จำเป็น
- ฏ. รายการแบบก่อสร้างจริง



บทที่ 9

การทดสอบและทำความสะอาด

1) ความต้องการทั่วไป

ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา โดยทำให้การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วัน ๆ ละ 12 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน ระบบปรับอากาศชุดใดที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมงให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้นติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 15 วัน ภายหลังการทดสอบให้ผู้รับจ้างยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่าระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

2) ข้อมูลของการทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้งลงในแบบฟอร์มที่ได้รับความเห็นชอบในรายละเอียดของผู้ว่าจ้าง แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบหรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจนก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อนค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัดโดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขูดลอกออกโดยเด็ดขาด แล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้นหรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

3) การทดสอบระบบทำความเย็น

- a) ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็นและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วนเพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการที่ผู้ทำเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างเคร่งครัด



- b) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่องตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมทั่วไปและระบบควบคุมความปลอดภัยต่าง ๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้
- c) เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ได้รับระดับท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่องต้องมีการรองรับเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึงหรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางการหมุนและบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานของผู้ทำ
- d) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการระบายความร้อนในแต่ละครั้ง ภายหลังการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดปราศจากฝุ่นผงก่อนการส่งมอบงาน

4) การทดสอบและปรับปริมาณลม

- a) ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงาน ต้องได้รับการทดสอบปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามความต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% ของปริมาณลมที่ระบุในแบบ
- b) การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมี Plug อุดกันไว้ทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- c) การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter หลังจากปรับแต่ง Damper แล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง
- d) ระบบกระจายลมจะต้องไม่ทำให้เกิด Draft หรือเสียงดังเกินกว่า Noise Criteria สำหรับลักษณะการใช้งานของแต่ละห้อง

5) การทำความสะอาดท่อลม

- a) ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันมิให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- b) ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่น หรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด



- c) ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ
- 6) อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ
- อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศจะต้องได้รับการปรับหรือตั้งตามเงื่อนไขหรือตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบระบบควบคุมแล้วทำรายงานถึงผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร ภายในหลังจากวันตรวจมอบงานแล้วหนึ่งเดือน สามเดือน แปดเดือน และสิบเอ็ดเดือน ตามลำดับรวม 4 ครั้ง



บทที่ 10

อุปกรณ์มาตรฐาน

การพิจารณารายชื่อผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการให้ผู้รับจ้างพิจารณาจากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในตารางข้างล่างเป็นสิ่งแรก ถ้าหากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ไม่สามารถติดต่อผู้แทนจำหน่ายได้ หรือจะเสนอผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยผู้ได้รับลิขสิทธิ์ให้สร้างแทน ก็ให้แจ้งแก่ทางผู้ออกแบบทราบเพื่อขออนุมัติพิจารณาวัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าเป็นลำดับต่อไป

แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าที่นอกเหนือจากที่ได้ระบุในรายชื่อผลิตภัณฑ์ข้างล่างนี้แล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงเหตุผลหรือข้อขัดข้องใดก็ตาม ที่มีผลให้ผู้รับจ้างไม่สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ได้ เมื่อผู้ออกแบบได้พิจารณาและให้ความเห็นชอบให้สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าได้แล้ว ผู้ออกแบบอาจเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกันกับวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุไว้ โดยใช้สถานที่ทดสอบที่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบก่อนและค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นก็ตามผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

11.1 งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1 Air conditioner (VRV, VRF and Air Split Type)

Daikin	Japan
Carrier	Local
Trane	Local
Mitsubishi Electric	Japan

2. Centrifugal Fan / Axial Flow Fan

Panasonic (National)	Japan
Kruger	Switzerland
Greenheck	USA
Wolter	Germany
Nicotra	Italy

3. Motor for Fan

ABB	Sweden
Brook	UK
US. Motor	USA
Siemens	Germany

4. Propeller Fan, Low Noise Cabinet and Ceiling mounted Fan

Panasonic (National)	Japan
Kruger	Switzerland



	Greenheck	USA
	Mitsubishi	Japan
	Wolter	Germany
5.	Galvanized Steel Pipe	
	Siam Steel Pipe	Local
	Thai Union Steel Pipe	Local
	Saha Thai Steel Pipe	Local
6.	PVC Pipe	
	Thai Pipe	Local
	Elephant	Local
7.	Copper Tube	
	Mueller Brass	USA
	Yorkshire	UK
	Kembla	Australia
	Valor	Thailand
8.	Closed Cell Foamed with foil	
	Aeroflex	Local
	Amaflex	Local
	Thermobreak	Local
	K-Flex	Local
9.	Galvanized Steel Sheet	
	Thai Galvanized Steel	Local
	Singha	Local
10.	Flexible Duct	
	Aeroduct	Local
11.	Diffusers, Grilles & Louvers	
	Escoflow	Local
	Komfort Flow	Local
	Inter Flow	Local
12.	Duct Insulation (Closed Cell Foamed with foil)	
	Aeroflex	Local
	Amaflex	Local



	Thermobreak	Local
	K-Flex	Local
13.	Air Filter	
	Americal Air Filter	USA
	Farr	USA
	Air Guard	USA
14.	Low Voltage Circuit Breaker	
	GE	USA
	Square-D	USA
	Merin Gerin	France
	ABB	Italy
15.	Safety Switch	
	GE	USA
	Square-D	USA
	Siemens	USA
	ABB	Italy
16.	Contactor and Control Relay	
	Siemens	Germany
	AEG	Germany
	ABB	France
17.	Metering and Associated Equipment	
	Westinghouse	USA
	AEG	Germany
	Gossen	Germany
	Crompton	UK
18.	Electrical Conduit	
	Panasonic	Local
	TAS	Local
	TAP	Local
19.	Electrical Conductor	
	Phelps dodge	Local
	Thai Yazaki	Local



	Bangkok Cable	Local
20.	Panel Board	
	SCHNEIDER	Local
	ABB	Local
	SIEMENS	Local
21.	Fire Barrier	
	STI	USA
	GE	USA
	Hilti	Liechtenstein
22.	Smoke Damper, Fire Damper and Fire/Smoke Damper	
	Greenheck	USA
	Ruskin	USA
	Price	Singapore

