

ข้อกำหนดการจัดหาและติดตั้ง

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

โครงการ

จ้างปรับปรุงสำนักทดสอบทางการศึกษา
และจิตวิทยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญ

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

	หน้า
หมวดที่ 01 ข้อกำหนดทั่วไป	
1. บทนำ	01-101-1
2. สภาพแวดล้อม	01-101-1
3. มาตรฐาน และเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน	01-101-1
4. ขอบเขตของงาน	01-101-2
5. พนักงาน	01-101-2
6. วัสดุและอุปกรณ์	01-101-3
7. เครื่องมือ	01-101-3
8. ป้าย และเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์	01-101-3
9. การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์	01-101-4
10. การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์	01-101-4
11. การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด	01-101-4
12. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด และวัสดุอุปกรณ์	01-101-4
13. แบบใช้งาน (Shop Drawing)	01-101-5
14. แบบสร้างจริง (As-Built Drawings)	01-101-5
15. การใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่นๆ	01-101-5
16. ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง	01-101-5
17. การประสานงาน	01-101-6
18. การรายงานผล และความคืบหน้าของงาน	01-101-6
19. การทดสอบเครื่อง และระบบ	01-101-6
20. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง	01-101-7
21. หนังสือคู่มือการใช้ และการบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์	01-101-7
22. การรับประกัน	01-101-7
23. การบริการ	01-101-7
24. การส่งมอบงาน	01-101-8
หมวดที่ 02 งานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้าง	
1. การตัดเจาะ	02-201-1
2. การเปิดช่อง	02-201-1
3. การจัดทำแท่นเครื่อง	02-201-1
4. การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร	02-201-1
5. งานติดตั้งในห้องเครื่อง	02-201-1

	หน้า
6. ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์	02-201-2
7. เฝิงและโรงเรือนชั่วคราว	02-201-2
8. การกำจัดสิ่งปนื้อกูล	02-201-2
9. การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน	02-201-2
หมวดที่ 03 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	
1. ข้อกำหนดทั่วไป	03-301-1
2. เครื่องคอนเดนซิ่งยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ	03-301-1
3. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit)	03-301-2
4. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit) แบบติดผนัง	03-301-3
5. ท่อสารทำความเย็นน้ำยา (Refrigerant Pipes)	03-301-3
6. ท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Pipe)	03-301-4
7. ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง	03-301-4
8. การติดตั้งเครื่อง	03-301-5
9. การทดสอบเครื่อง	03-301-5
หมวดที่ 04 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดคอนเดนซิ่งยูนิตรวม	
1. ข้อกำหนดทั่วไป	04-401-1
2. เครื่องคอนเดนซิ่งยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit)	04-401-1
3. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กแบบติดฝังในฝ้า (Cassette Type Fan Coil Unit)	04-401-3
4. ท่อน้ำยา (Refrigerant Piping)	04-401-3
5. ท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Pipe)	04-401-4
6. ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง	04-401-4
7. การติดตั้งเครื่อง	04-401-5
8. การทดสอบเครื่อง	04-401-5
หมวดที่ 05 พัดลมระบายอากาศ	
1. ข้อกำหนดทั่วไป	05-501-1
2. พัดลมแบบ Centrifugal	05-501-1
3. พัดลมแบบ Propeller	05-501-3
4. พัดลมแบบ Ceiling Fan	05-501-3

	หน้า
หมวดที่ 06	ระบบส่งลมและอุปกรณ์
1.	ข้อกำหนดทั่วไป 06-601-1
2.	การแขวนยึดท่อลม 06-601-2
3.	DAMPER 06-601-2
4.	หน้ากากลม 06-601-2
5.	วัสดุท่อลม 06-601-3
6.	ฉนวนหุ้มท่อลม (DUCT INSULATION) 06-601-4
7.	การป้องกันไฟและควันลาม 06-601-5
หมวดที่ 07	อุปกรณ์ไฟฟ้า
1.	ข้อกำหนดทั่วไป 07-701-1
2.	ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส 07-701-1
3.	การต่อลงดิน 07-701-1
4.	สายไฟฟ้า 07-701-2
5.	ท่อร้อยสายไฟฟ้า 07-701-3
6.	Cable Tray 07-701-4
7.	Wireway 07-701-5
8.	กล่องต่อสาย 07-701-7
9.	ตู้สวิตช์บอร์ด 07-701-8
10.	ระบบสตาร์ทเตอร์ และ Circuit Breaker ของมอเตอร์ 07-701-8
11.	เครื่องวัดและอุปกรณ์ 07-701-9
12.	REMOTE AND LOCAL CONTROL PANEL 07-701-9
13.	การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า 07-701-10
หมวดที่ 08	ฉนวนหุ้มท่อน้ำ
1.	ความต้องการทั่วไป 08-801-1
2.	การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นและท่อน้ำทิ้ง 08-801-1
หมวดที่ 09	ท่อน้ำและการติดตั้ง
1.	ท่อน้ำและอุปกรณ์ 09-901-1
2.	การติดตั้ง 09-901-2
3.	ที่แขวนและรองรับน้ำหนักท่อ (Hanger and Support) 09-901-3

	หน้า
4. ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (Sleeve and Escutcheon)	09-901-4
5. ท่อที่ติดตั้งผ่านผนังออกสู่ภายนอกอาคาร (Exterior wall)	09-901-5
6. อุปกรณ์เพื่อการขยายตัว (Expansion Joints)	09-901-5
7. ความลาดของท่อน้ำ (Pipe pitch)	09-901-5
8. การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์	09-901-6
หมวดที่ 10 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ	
1. วาล์วและอุปกรณ์	10-1001-1
หมวดที่ 11 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	
1. ข้อกำหนดทั่วไป	11-1101-1
2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี	11-1101-1
3. การทาสีหรือพ่นสี	11-1101-1
4. ตารางแสดงประเภทหรือชนิดของสี	11-1101-2
5. รหัสสีและสัญลักษณ์	11-1101-3
6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์	11-1101-3
หมวดที่ 12 การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน	
1. ความต้องการทั่วไป	12-1201-1
2. ข้อมูลของการทดสอบ	12-1201-1
3. การทดสอบระบบทำความเย็นและระบบน้ำหล่อเย็น	12-1201-1
4. การทดสอบระบบท่อน้ำ	12-1201-2
5. การปรับปริมาณน้ำ	12-1201-2
หมวดที่ 13 การทดสอบและทำความสะอาด	
1. ความต้องการทั่วไป	13-1301-1
2. ข้อมูลของการทดสอบ	13-1301-1
3. การทดสอบระบบทำความเย็น	13-1301-1
4. การทดสอบและปรับปริมาณลม	13-1301-2
5. การทำความสะอาดท่อลม	13-1301-2
6. อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ	13-1301-2
หมวดที่ 14 รายชื่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	14-1401-1

หมวดที่ 01 ข้อกำหนดทั่วไป

01-101- ข้อกำหนดทั่วไป

1. บทนำ

ผู้ว่าจ้างกำลังก่อสร้างโครงการและต้องการดำเนินการ เพื่อติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ โดยที่การดำเนินการดังกล่าวต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

2. สภาพแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อม ดังต่อไปนี้-

- ก. ความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลปานกลาง
- ข. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.6°C (96°F)
- ค. อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30°C (86°F)
- ง. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79%
- จ. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 55%
- ฉ. จุดน้ำค้างของอากาศ 83° F (28.3° C)

สภาวะในการออกแบบมีดังนี้

- ก. อุณหภูมิอากาศภายนอก 35°C DB/28.3°C WB (95°F DB/83°F WB)
- ข. อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ 24 + 1°C DB (75 + 2°F DB)
- ค. ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศ 55 + 5%

3. มาตรฐาน และเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

3.1 ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบแบบ การติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ รายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

มอก	-	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
AMCA	-	Air Moving and Conditioning Association
ANSI	-	American National Standard Institute
ARI	-	Air conditioning and Refrigeration Institute
ASHRAE	-	American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers
ASME	-	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	-	American Society of Testing Materials
BS	-	British Standard
FM	-	Factory Mutual

IEC	- International Electro-Technical Commission
MEA	- Metropolitan Electricity Authority
NEC	- National Electrical Code
NEMA	- National Electrical Manufacturer Association
NFPA	- National Fire Protection Association
SMACNA	- Sheet Metal and Air conditioning Contractors National Association Inc.
UL	- Underwriters' Laboratories, Inc.

3.2 ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้.-

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
- สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

4. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการรวมทั้งวัสดุและอุปกรณ์ที่ไม่ได้ระบุแต่จำเป็นสำหรับระบบปรับอากาศ และระบายอากาศที่สมบูรณ์งานด้านวิศวกรรม

5. พนักงาน

- 5.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชา และวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้
- 5.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม และเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานทั้งหมด
- 5.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเข้าปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- 5.4 เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าปฏิบัติงานไม่ดีพอ หรืออาจเกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันทีและค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 5.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติ และผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ
- 5.6 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิตบุคคลและทรัพย์สินของพนักงาน

6. วัสดุและอุปกรณ์

- 6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาดและรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุและอุปกรณ์แต่ละชิ้น ให้ผู้ว่าจ้างได้ตรวจสอบล่วงหน้าอย่างน้อย 60 วัน ก่อนนำไปทำการติดตั้ง และวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างหากตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- 6.2 ในกรณีที่ผู้คุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือความเหมาะสมแล้ว แต่กรณีผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริง ตามที่ผู้คุมงานกำหนดเมื่อวิธีและการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป
- 6.3 ถ้าผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างเห็นว่า วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่เท่าที่ที่กำหนดไว้ในรายการผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้ใช้ในงานนี้ ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับ ข้อกำหนดก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมีชกซ์ และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
- 6.4 วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถหาวัสดุหรืออุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งในรายละเอียด หรือตามตัวอย่างที่ได้ให้ไว้แก่ผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างและจะต้องจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องชี้แจงเปรียบเทียบกับรายละเอียดของสิ่งของดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์จนเป็นที่พอใจแก่ผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้าง

7. เครื่องมือ

- 7.1 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้เครื่องมือแรงที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติเป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงานเจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

8. ป้ายและเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

- 8.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหรือจัดทำป้ายชื่อเป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายแสดงต่างๆ เพื่อแสดงชื่อ และขนาดของอุปกรณ์และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ
- 8.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกพื้นสีดำแกะสลักตัวอักษรสีขาวขนาดโตอย่างน้อย 1/2” และเคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่งป้ายต้องติดให้มั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดทำให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้ คือ-
 - 8.2.1 แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด
 - 8.2.2 เครื่องจักร และอุปกรณ์ทั้งหมด
- 8.3 สีที่พ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระพอง โดยจะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสี
- 8.4 เพื่อให้วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งแล้วสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ต้องแสดงเครื่องหมายและอักษรย่อ หรือข้อความที่สั้นกะทัดรัดง่ายต่อการเข้าใจ

9. การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 9.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- 9.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุอุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่างๆ มายังสถานที่ติดตั้ง
- 9.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหมายกำหนดการในการนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังหน้างานและแจ้งให้ผู้ควบคุมงาน ทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้าโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 9.4 เมื่อวัสดุ และอุปกรณ์เข้าถึงยังหน้างาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้องตามที่ผู้ออกแบบได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำ วัสดุและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

10. การเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 10.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมดซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพหรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว
- 10.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรโครงการเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่านเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร
- 10.3 การเก็บรักษาท่อ จะต้องจัดทำชั้นที่เก็บในร่มให้ถูกต้อง

11. การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด

- 11.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และรายการข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่างๆ โดยชัดเจน
- 11.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปนิก และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรม สุขาภิบาล และไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ
- 11.3 เมื่อพบข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการหรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการ ให้รีบแจ้งต่อผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างโดยฉับพลันและการตีความในข้อความขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ครอบคลุมกว่าทั้งสิ้น

12. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนดและวัสดุอุปกรณ์

- 12.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะหรือคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉย

ละเอียดที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจาก บริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

- 12.2 ถ้างานส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้งหรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ดี ผิดไปจากแบบและข้อกำหนด หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ในการสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่วคราว และต้องทำการแก้ไขให้ ถูกต้องทันที และความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าวผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืดวันทำการออกไปหรือกล่าวอ้าง เป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้

13. แบบใช้งาน (Shop Drawing)

ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งานแสดงรายละเอียดการติดตั้งของระบบต่าง ๆ ตามที่ได้ตรวจสอบจากสภาพสถานที่ติดตั้งตาม ความเป็นจริง และจากการปรึกษาร่วมกับผู้ว่าจ้างระบบงานอื่นแล้วเป็นแบบอัตราส่วน 1: 100 และถ้าจำเป็น ให้ขยายภาพ ตัดเป็น 1: 25 หรือ 1: 50 ให้แก่ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติอย่างน้อย 5 ชุด แบบใช้งานนี้จะต้องส่งไปขอความเห็นชอบจาก วิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการติดตั้งในเวลาอันสมควร แต่จะไม่น้อยกว่า 30 วัน

14. แบบสร้างจริง (As - Built Drawings)

- 14.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามที่สร้างจริงแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ และการ ติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นอย่างจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง
- 14.2 แบบสร้างจริงนี้วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งจะต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด ในวันส่ง มอบงาน แบบนี้ประกอบด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียว อีก 4 ชุด มี ขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับผู้ออกแบบหรือแบบใช้งาน

15. การใช้พลังงานไฟฟ้าและอื่น ๆ

- 15.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปาและท่อน้ำอื่นๆ รวมทั้ง มาตรฐานต่างๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและใช้งานด้วย
- 15.2 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ใน ข้อ 15.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่างการใช้งาน จนกระทั่งวันส่งมอบ งานเรียบร้อยแล้ว
- 15.3 การรื้อถอนวัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมภายหลังจากส่งงานแล้ว ก็ ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน
- 15.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว ให้เพียงพอสำหรับแสงสว่างตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคารซึ่ง จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานหรือตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมไฟสำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

16. ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

- 16.1 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวงและบุคคลร่วมปฏิบัติงาน
- 16.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานการติดตั้งและทดลองเครื่อง

- 16.3 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานที่פקชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา
- 16.4 ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เจียบและสิ้นส่วเทือนน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อนและมีผลกระทบต่อคนหรืองานอื่นๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง
- 16.5 เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนรื้อถอนอาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่โดยสิ้นเชิง สิ่งใดที่จะต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน
- 16.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้สะดวกแก่การขนส่ง และการซ่อมบำรุงรักษา

17. การประสานงาน

ผู้รับจ้างต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงานอย่างจริงจัง โดยจะต้องปรึกษาและประสานงานอย่างใกล้ชิดกับการติดตั้งระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ เช่น ผู้รับจ้างงานโครงสร้างอาคาร, ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้า, ผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาล, ผู้รับจ้างงานตกแต่งภายใน เป็นต้น อยู่เสมอเพื่อลดปัญหาการขัดแย้งกับผู้รับจ้างระบบอื่นๆ และเพื่อให้งานดำเนินไปได้โดยสะดวกราบรื่น

18. การรายงานผลและความคืบหน้าของงาน

- 18.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานสรุปผลความคืบหน้าของการปฏิบัติงานติดตั้ง เป็นลายลักษณ์อักษรจำนวน 4 ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้างโดยสม่ำเสมอเป็นรายอาทิตย์ และสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว
- 18.2 รายงานดังกล่าวในข้อ 18.1 จะต้องเริ่มทำตั้งแต่เมื่อเริ่มมีการปฏิบัติงานที่หน้างาน และสิ้นสุดลงเมื่อมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว
- 18.3 รายงานดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ คือ.-
 - 18.3.1 จำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงานทั้งหมด
 - 18.3.2 จำนวนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เข้ามายังหน่วยงาน
 - 18.3.3 รายละเอียดงานที่ได้ดำเนินการไป
 - 18.3.4 งานที่ล่าช้า (ถ้ามี)
 - 18.3.5 วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงงานจากผู้ว่าจ้าง
 - 18.3.6 วันที่เสนอแบบใช้งานจริง และวันที่ได้รับการอนุมัติแบบ
 - 18.3.7 เหตุการณ์พิเศษอื่นๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

19. การทดสอบเครื่อง และระบบ

- 19.1 ผู้รับจ้างต้องหาตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้าง รวมทั้งจะต้องจัดเตรียมเอกสารข้อเสนอแนะจากผู้ผลิตในการทดสอบเครื่องเสนอต่อผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด

- 19.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องและอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการ เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำ ถูกต้องตามแบบและรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วยและผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น
- 19.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด
- 19.4 การทดสอบเครื่องและระบบต่างๆ ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าและหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ตลอดจน มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

20. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

- 20.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้สึกรู้สึกความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน
- 20.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่างๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 15 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

21. หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งต้องมีวิธีการใช้ระยะเวลาของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่นๆเป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างอย่างช้า 7 วัน ก่อนวันส่งมอบงาน

22. การรับประกัน

- 22.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ของระบบปรับอากาศทั้งระบบภายในระยะเวลา 365 วันนับจากวันที่ เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จ และผู้ว่าจ้างลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- 22.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่องวัสดุอุปกรณ์และสิ่งอื่นใดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมโดยไม่ชักช้า และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด ในกรณีที่ผู้รับจ้างชักช้าผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการจ้างผู้อื่นแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง
- 22.3 ในช่วงรับประกัน ถ้าผู้ว่าจ้างเกิดพบว่าเครื่องวัสดุอุปกรณ์หรือสิ่งอื่น ๆ ไม่ถูกต้องตามแบบหรือ ข้อกำหนดผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข หรือ เปลี่ยนใหม่ให้ถูกต้อง

23. การบริการ

- 23.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน ภายในระยะเวลา 365 วัน รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง
- 23.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ
- 23.3 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาทำงานปกติผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำโดยไม่ชักช้า

24. การส่งมอบงาน

- 24.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มที่ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน
- 24.2 ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่องวัสดุและอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และเป็นที่น่าพอใจของผู้ว่าจ้างว่าเครื่องวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดี ถูกต้องตามข้อกำหนด ทุกประการ
- 24.3 รายการส่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน ถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ
 - 24.3.1 แบบสร้างจริง 4 ชุด
 - 24.3.2 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ 4 ชุด ยกเว้นกรณีที่ส่งก่อนแล้วและผู้ว่าจ้างไม่ได้ขอให้แก้ไขหรือเพิ่มเติม
 - 24.3.3 เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่งซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
 - 24.3.4 อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด
 - 24.3.5 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

หมวดที่ 02 งานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างสร้าง

02-201 งานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างสร้าง

1. การตัดเจาะ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการตัดเจาะที่จำเป็นต่อการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เช่น การเจาะผนัง, พื้น, การเจาะตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่างๆ จะต้องทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างอาคารและไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไปรวมทั้งควรแจ้งให้เจ้าของงานทราบก่อนดำเนินการตัดเจาะ ด้วยในกรณีที่เกิดความเสียหายกับงานของผู้รับจ้างอื่นภายหลังจากการตัดเจาะ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และซ่อมแซมหรือเปลี่ยนส่วนที่เสียหายให้อยู่ในสภาพเดิม

2. การเปิดช่อง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่างๆ บนฝ้าผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการหลังการติดตั้ง หลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ/ผนังกันเสียงต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงซึ่งวัสดุดังกล่าวเป็นไปตามมาตรฐาน NEC หัวข้อ 300-21 และ ASTM

3. การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดทำแท่นเครื่อง, แท่นแผงไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น ตามความเหมาะสมและมีความแข็งแรง แท่นคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็กให้ถูกต้องทางวิชาการ มุมแท่นคอนกรีตจะต้องปาดเป็นมุมเอียง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งข้อมูลต่างๆ ของแท่นเครื่อง เช่น รายละเอียดขนาด ตำแหน่งแก่สถาปนิกและวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ทราบก่อนดำเนินการอย่างน้อย 7 วัน

4. การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการยึดท่อและอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศกับโครงสร้างอาคาร เช่น โครงเหล็ก, เหล็กยึดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการหากจะใช้ Expansion Bolts จะต้องผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักตามที่ต้องการได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่า (Safety Factor = 3) Expansion Bolt ที่ใช้จะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้พุกไม้โดยเด็ดขาด

5. งานติดตั้งในห้องเครื่อง

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร
- 5.2 แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าว โดยมีได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้าหรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควรเสียหายที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

6. ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

- 6.1 ช่องเปิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ซาฟท์ ช่องระหว่างผนังฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างต้องกำหนดขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่างๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 6.2 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่องและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลัง รวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้าและฝ้าผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

7. เพิงและโรงเรือนชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้คุมงานเรื่องตำแหน่งสถานที่สร้างเพิง และโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาเครื่องและอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้เท่านั้น อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหายหรือเสื่อมสภาพก่อนนำไปใช้งาน วัสดุที่กองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคาหรือผ้าใบคลุมป้องกันฝนและแสงแดด วัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้น และห้ามกองไว้บนพื้นดิน

8. การกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุและสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวัน ภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลางก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

9. การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ หลังจากการติดตั้งแล้ว โดยใช้วิธีป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงของเครื่องจักรนั้นๆ การติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อลดการสั่นสะเทือนควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร

หมวดที่ 03 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

03-301 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1. ข้อกำหนดทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประกอบด้วยคอนเดนซิ่งยูนิต แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) และ/หรือ เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) โดยทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานในต่างประเทศหรือทั้งชุดประกอบภายในประเทศ ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น และจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก. 1155, มอก. 2134 และ มอก. 812 หรือมาตรฐานอื่น ที่เกี่ยวข้อง โดยจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ (Drawing) โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- 1.1 สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (Air Temperature Entering Cooling Coil) 80°F DB., 67°F WB. (26.6°C DB., 19.5°C WB.) หรือตามที่ระบุในแบบ
- 1.2 ช่วงอุณหภูมิน้ำยาอิ่มตัวทางด้านตุ่กลับ (Saturated Air Temperature Range) และอุณหภูมิน้ำยาที่คอยล์เย็น (Evaporating Temperature) 42° - 45°F (5.5°C - 7.2°C)
- 1.3 สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Entering Air Temperature) 95°F DB., 83°F WB. . (35°C DB.)
- 1.4 เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นเกินกว่า 200,000 บีทียูต่อชั่วโมง จะต้องสามารถลดขนาดทำความเย็น (Capacity Unloading) อย่างน้อย 2 ขั้น (2 Steps)
- 1.5 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประกอบด้วยคอนเดนซิ่งยูนิตชนิด Variable Speed / Inverter หรือ Fixed Speed แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit) จะต้องมีความประสิทธิภาพอย่างน้อยดังนี้
 - Fixed speed ขนาดไม่เกิน 8000 วัตต์ ค่าประสิทธิภาพ SEER ไม่น้อยกว่า 14.00, ขนาด 8000-12000 วัตต์ ค่าประสิทธิภาพ SEER ไม่น้อยกว่า 13.13 และขนาดมากกว่า 12000-18000 วัตต์ ค่าประสิทธิภาพ SEER ไม่น้อยกว่า 10.60
 - Variable Speed / Inverter ขนาดไม่เกิน 8000 วัตต์ ค่าประสิทธิภาพ SEER ไม่น้อยกว่า 18.56, ขนาด 8000-12000 วัตต์ ค่าประสิทธิภาพ SEER ไม่น้อยกว่า 17.16 และขนาดมากกว่า 12000-18000 วัตต์ ค่าประสิทธิภาพ SEER ไม่น้อยกว่า 15.50
- 1.6 การคิดเทียบปริมาณความเย็นของชุดคอนเดนซิ่งยูนิตและเครื่องเป่าลมเย็นที่ทำงานร่วมกันนั้นต้องไม่มากกว่าค่าความสามารถในการทำความเย็นของคอมเพรสเซอร์

2. เครื่องคอนเดนซิ่งยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit)

เป็นเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้างตามที่ระบุหรือแสดงในแบบ ใช้ระบบน้ำยา Refrigerant R-410A หรือ R-32 หรือสารทำความเย็นทดแทน R-22 รายละเอียดของเครื่องมีดังนี้

CASING : ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านขบวนการกันสนิม หรือ Fiberglass Reinforced Polyester และผ่านขบวนการเคลือบและอบสี ซึ่งสามารถป้องกันการกัดกร่อนจากบรรยากาศภายนอกได้เป็นอย่างดี

ดีเหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรงไม่สั่นสะเทือนหรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

- COMPRESSOR : เป็นแบบมอเตอร์หุ้มปิด (Hermetic) หรือ Semi – Hermetic Type ระบายความร้อนด้วยน้ำยาสารทำความเย็นและมอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อน หรือ กระแสสูงเกินเกณฑ์
- CONDENSER COIL : ทำด้วยท่อทองแดงที่ถู้อัดเข้ากับครีบลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type ซึ่งต้องเรียบเป็นระเบียบเรียบร้อย ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต
- พัดลม : เป็นแบบใบพัด (Propeller) ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ โดยต้องถ่วงสมดุลย์ (Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต มีตะแกรงโปร่งป้องกันอุบัติเหตุ
- มอเตอร์พัดลม : เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบหล่อลื่น ตลับลูกปืน หรือแบบปลอกที่มีระบบหล่อลื่นอย่างระยะยาว
- ระบบควบคุม : มีแมกเนติกคอนแทกเตอร์และโอเวอร์โวลต์ของคอมเพรสเซอร์ มี Timer Delay Relay ในการหน่วงเวลาสตาร์ทคอมเพรสเซอร์ ในช่วงประมาณ 3-5 นาที โดยต้องเป็นชนิดที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ กล่าวคือ ถ้าเครื่องได้หยุดเดินเกิน 5 นาที แล้วจะต้องไม่หน่วงเวลาต่อไป หรือถ้ามีการหน่วงเวลาต้องไม่เกิน 5 วินาที ถ้าเครื่องปรับอากาศมีขนาดมากกว่า 36,000 BTU จะต้อง มี High and Low Pressure Switches
- ระบบไฟฟ้า : 380 V./ 3 Phase / 50 Hz. หรือ 220 V. / 1 Phase / 50 Hz. ตามที่ระบุในแบบ

3. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit)

เป็นเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กไม่เกิน 5 ตันของความเย็น ซึ่งประกอบและผ่านการทดสอบเรียบจากโรงงานผู้ผลิตและมีขนาดไม่น้อยกว่าที่แสดงไว้ในแบบ (Drawing) ถ้าเป็นเครื่องที่มีขนาดมากกว่า 3 ตันความเย็น ต้องมี Thermostatic Expansion Valve (TEV) หรือ Electronic Expansion Valve (EEV)

- Casing : เป็นแบบที่ตกแต่งสวยงามและแข็งแรงทำด้วยแผ่นเหล็กมีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม. ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบสีและอบสี ภายในบุด้วยฉนวนใยแก้วที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 2 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต ความหนาของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 1/2” หรือบุด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Form หนาไม่น้อยกว่า 1/2” มีถาดน้ำทิ้งหุ้มที่ต้องหุ้มด้วยฉนวนดังกล่าว ในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง
- พัดลม : เป็นพัดลมแบบโพรงกระรอก (Sirocco fan) หรือ Turbo Fan หรือแบบใบพัดยาว (Cross Flow Fan) ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 จังหวะ ใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติก หรือ เหล็กอบสังกะสีได้รับการถ่วงสมดุลทั้ง Static และ Dynamic ความดัง ของเสียงไม่เกิน 40 dBA ตลอด Octave Band 2-8 เมื่อเดินรอบปานกลาง (Medium Speed) และมอเตอร์เป็นชนิด Permanent Split Capacitor สามารถปรับความเร็วรอบได้ 3 จังหวะ (High Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์ใช้ระบบไฟฟ้า 220 V./50 Hz.

- Coil Section : เป็นท่อทองแดงแบบไม่มีตะเข็บอัดเข้ากับครีโอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดกันอย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่วที่ความดัน 200 PSI จำนวนครีบอยู่ในช่วง 9-12 ครีบต่อนิ้วและจำนวนแถว 2-4 แถว ผ่านการทดสอบรอยรั่วมาจากโรงงานผู้ผลิต
- ระบบไฟฟ้าและควบคุม : มีสวิทช์ปิด – เปิด เครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลมทั้งสวิทช์เทอร์โมสแตต ติดอยู่ที่เครื่องหรือเป็นแบบชนิดตั้งแยก (Remote Type) ตามที่ระบุในแบบ (Drawing)
- Filters : เป็นโอลูมิเนียมหรือ Polyester อยู่ในกรอบที่แข็งแรง ที่สามารถล้างทำความสะอาดได้

4. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit) แบบติดตั้ง

เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กแบบติดตั้ง ได้รับการออกแบบและผลิตให้มีความสวยงามและเหมาะสมสำหรับงานตกแต่ง (Furniture Grade) เสียงเงียบ ประกอบและผ่านการทดสอบเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับชุดคอนเดนซิ่งยูนิท

5. ท่อสารทำความเย็น (Refrigerant Piping)

- 5.1 ท่อสารทำความเย็นให้ใช้ท่อทองแดงไร้ตะเข็บ แบบ Hard Draw, Type L ต้องได้มาตรฐาน ASTM B-88 ยกเว้นท่อทองแดงขนาดเล็ก ตั้งแต่ 1/4 นิ้ว ลงมาให้สามารถใช้ท่อทองแดงชนิดม้วนตามมาตรฐาน ASTM B-280 ได้ โดยให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ออกแบบ หรือผู้ควบคุมงาน การต่อให้เป็นแบบเชื่อมเงิน ยกเว้นจุดที่มีการติดตั้ง Valve หรือ Thermostatic Expansion Valve ให้ต่อแบบ Flare
- 5.2 ท่อสารทำความเย็นด้านดูด (Suction Pipe) ให้หุ้มด้วยฉนวนเซลปิด (Closed Cell Elastomeric Foam) หนาไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว (คุณสมบัติฉนวนตามรายละเอียดในหัวข้อ-ฉนวนหุ้มท่อ) ในกรณีที่ต้องหุ้มฉนวนที่ท่อสารทำความเย็นเหลวความดันต่ำ (Liquid Pipe) ต้องทำการหุ้มฉนวนแยกต่างหากจากท่อด้านดูด
- 5.3 ท่อสารทำความเย็นจะต้องติดตั้งตัวกรองสิ่งสกปรกและดูดความชื้น (Filter Drier) ตำแหน่งติดตั้งนั้นให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต หัวต่อปิดสนิท ต่อเข้าท่อแล้วต้องดูสุญญากาศทันที และอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพน้ำยา (Sight Glass) หรือช่องตรวจสอบสารเหลว จะเป็นแบบแฟลร์ หรือแบบเชื่อม ต้องมีขนาดตามขนาดท่อที่ต่อใช้ หรือการติดตั้งและจัดเตรียมอุปกรณ์ Filter Drier และ Sight Glass ให้เป็นไปตามมาตรฐานอุปกรณ์ของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ มีวาล์วเปิด-ปิด (Service Shut Off Valve) ทั้งด้านดูด (Suction) และด้านปล่อย (Discharge)
- 5.4 ท่อสารทำความเย็นจะต้องติดตั้งให้น้ำมันหล่อลื่นไหลกลับไปยังคอมเพรสเซอร์ได้สะดวกในทุกสภาวะการทำงาน และต้องมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิควบแน่นหรืออิ่มตัว (Saturated Temperature) เปลี่ยนไปเกินกว่า 1-2 องศาเซลเซียส
- 5.5 ท่อสารทำความเย็นทั้งหมดจะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) โดยการยึดท่อให้ใช้ปะกัและรางเหล็กอาบสังกะสียึดให้แข็งแรง ท่อน้ำยาขนาดไม่เกิน 1-1/8 นิ้ว ต้องมีที่ยึดท่อห่างทุกระยะไม่เกิน 2.00 ม. ท่อขนาดใหญ่กว่า 1-1/8 นิ้ว ทุกระยะไม่เกิน 2.40 ม. บริเวณที่แขวนท่อหรือยึดท่อต้องป้องกันมิให้น้ำหนักท่อกดทับฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหาย โดยฉนวนหุ้มท่อต้องเป็นชนิดแข็งและยาวไม่น้อยกว่า 200 มม. แล้วใส่แผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.00 มม. หุ้มโดยรอบ หรือใช้ท่อ PVC ผ่าครึ่งความยาวไม่น้อยกว่า 200 มม. ประทับโดยรอบ

- 5.6 กรณีที่ชุดคอนเดนซิงยูนิต ติดตั้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อให้ น้ำมันหล่อลื่นวนกลับเข้าเครื่องอัดน้ำยาได้ดี ท่อน้ำยาทางด้าน Suction ให้มี U-Trap ทุกๆ 3-5 เมตร ในแนวตั้งหรือเป็นท่อกู้ถ้าจำเป็นและให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัดและถูกต้อง
- 5.7 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคาร ตามแนวทางที่แสดงในแบบ ส่วนที่ต้องเดินผ่านผนัง คาน หรือพื้น จะต้องจัดทำปลอกท่อ (Pipe Sleeve) ขนาดใหญ่กว่าท่อ (หุ้มฉนวนแล้ว) โดยรอบไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว และอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุประเภทซิลิโคนหรือยาง กันน้ำ กันไฟลาม พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย

6. ท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Pipe)

- 6.1 ใช้ท่อ PVC. Class 8.5 (TIS 17-2532)
- 6.2 หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Elastomer Foam หนา 1/2” (คุณสมบัติฉนวนตามรายละเอียดในหัวข้อ-ฉนวนหุ้มท่อ) ทิ้งท่อในแนวราบและแนวตั้ง รวมถึงท่อน้ำทิ้งที่ฝังซ่อนในผนัง
- 6.3 การติดตั้งให้มีความลาดเอียงเพียงพอที่จะทำให้ น้ำทิ้งไหลได้สะดวก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 1:100 ในทุกกรณี
- 6.4 ท่อน้ำทิ้งจุดที่ต่อออกจากเครื่องปรับอากาศต้องมีช่องดักกลิ่น/ผงและเปิดทำความสะอาดได้ง่าย
- 6.5 การยึดติดกับผนังให้ใช้ประกับเหล็กอบสังกะสี หรืออลูมิเนียมชนิดสำหรับใช้รัดท่อร้อยสายไฟ
- 6.6 ท่อที่เดินทะลุผ่านผนัง คานและพื้นจะต้องมี PIPE SLEEVE ขนาดใหญ่กว่าท่อ (หุ้มฉนวนแล้ว) โดยรอบไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว ช่องว่างระหว่างท่อกับ SLEEVE ให้อุดด้วยวัสดุที่ยึดหยุ่นได้ กันน้ำและกันไฟลาม

7. ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง

- 8.1 หุ้มด้วยฉนวนยางสังเคราะห์ โครงสร้างแบบ Close Cell Insulation
- 8.2 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบของฉนวนเป็น Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM) หรือ Nitrile Rubber (NBR) หรือ Polyolefin Foam With Reinforce Foil
- 8.3 มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.037 W/M.K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C หรือ 40°C
- 8.4 อุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง -45°C ถึง 100°C
- 8.5 ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต้องมีค่าไม่เกิน 5% เฉลี่ยโดยน้ำหนัก หรือไม่เกิน 0.2% เฉลี่ยโดยปริมาตร
- 8.6 ค่า Surface-spread of flame ต้องได้ Class 1 ตามมาตรฐาน BS476 Part 7
- 8.7 ค่า Fire Propagation test ของฉนวน ต้องได้ Class 0 ตามมาตรฐาน BS476 Part 6
- 8.8 ค่า Flammability ของฉนวนต้องได้ Class V-0 ตามมาตรฐาน UL94
- 8.9 ฉนวนหุ้มท่อต้องเป็นแบบฉีกขึ้นรูปเป็นท่อ ใช้สวมหุ้มท่อน้ำยา รอยต่อของฉนวนจะต้องสนิทกันโดยใช้กาวเชื่อมฉนวนของโรงงานผู้ผลิตฉนวน เส้นผ่าศูนย์กลางภายในจะต้องพอดีกับขนาดท่อที่ใช้ โดยไม่เกิดโพรงอากาศภายใน
- 8.10 ท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้งซึ่งหุ้มฉนวนและติดตั้งภายนอกอาคาร อยู่ในสถานที่ที่อาจถูกทำลายหรือกระทบให้เสียหายได้ ต้องมีการป้องกัน เช่น จัดทำปลอกอลูมิเนียม(Aluminum Jacket) ความหนาไม่น้อยกว่า 0.4 mm. หุ้มท่อน้ำอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของฉนวน หรือให้ใช้รางพลาสติกหุ้มท่อแบบสำเร็จรูป (หากมีระบุในแบบ)

8. การติดตั้งเครื่อง

- 8.1 คอนเดนซิ่งยูนิตที่ติดตั้งบนทางเท้าหรือถนน ให้จัดทำฐานคอนกรีตโครงสร้างรองรับให้สูงกว่าระดับพื้นไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร ขนาดฐานใหญ่ไม่น้อยกว่าขนาดของคอนเดนซิ่งยูนิตไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร ผิวให้ฉาบปูนขัดมัน ให้เรียบ ขาเครื่องทุกขาต้องยึดติดกับบานสลักเกลียวฝังในฐานและใช้แป้นเกลียวยึดติดและต้องแต่งผิวฐานเพื่อไม่ให้ น้ำขังค้างอยู่ที่ขาส่วนที่เป็นเหล็กได้ และสามารถรับน้ำหนักเครื่องได้โดยไม่ทรุด
- 8.2 คอนเดนซิ่งยูนิตที่ติดตั้งบนหลังคาหรือกันสาด ให้จัดทำฐานคอนกรีตโครงสร้างรองรับให้สูงกว่าระดับพื้นไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร
- 8.3 คอนเดนซิ่งยูนิตที่ติดตั้งยึดกับผนัง ต้องมีโครงเหล็กรองรับ สามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของน้ำหนัก ตัวเครื่อง โครงเหล็กต้องทำด้วยสตีพ็อกซี่ หรือผลิตสำเร็จรูปผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมที่ได้มาตรฐาน
- 8.4 การติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิตต้องมีแผ่นยางรองรับการสั่นสะเทือนระหว่างตัวเครื่องกับฐานรอง
- 8.5 กรณีพื้นที่ติดตั้งเครื่องคอนเดนซิ่งยูนิตมีจำกัด จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องซ้อนกันเป็นชั้นๆ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบ ก่อสร้างที่เกี่ยวข้องและจัดทำ SHOP DRAWING แสดงรายละเอียด โครงเหล็ก การติดตั้งเครื่อง ขนาดช่องลมเข้า และช่องระบายลมร้อน เพื่อขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการ เครื่องที่ติดตั้งอยู่ชั้นบนจะต้องมี โครงเหล็กรองรับอย่างมั่นคงแข็งแรงไม่โคลงหรือสั่นสะเทือน ให้ยึดขาเครื่องกับโครงเหล็กโดยมี VIBRATION ISOLATOR รองรับและยึดโครงเหล็กกับฐาน หรือพื้นคอนกรีตให้เรียบร้อย ทั้งนี้การซ่อมบำรุงเครื่องจะต้องจัดให้ สามารถนำเครื่องเข้าออกได้ทางด้านข้างหรือด้านหลังโดยไม่มีผลกระทบต่อเครื่องอื่นๆ
- 8.6 ต้องมีที่วางโดยรอบ Fan Coil Unit และ Condensing อย่างเพียงพอเพื่อการไหลเวียนของอากาศ และการ บำรุงรักษาเครื่อง ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 8.7 การติดตั้ง Fan Coil Unit ชนิดแขวน จะต้องยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง ซึ่งสามารถรับน้ำหนักเครื่องได้ อย่างปลอดภัย และมี VIBRATION ISOLATOR
- 8.8 ท่อทองแดงที่นำเข้ามาเก็บในหน่วยงาน หรือในระหว่างที่มีการติดตั้งยังไม่แล้วเสร็จ ต้องอุดหัว-ท้ายด้วยปลั๊กอุด
- 8.9 ต้องจัดส่ง Matching Capacity ของเครื่องแต่ละชุดเสนอขออนุมัติก่อนการสั่งซื้อและติดตั้ง

9. การทดสอบเครื่อง

- 10.1 ท่อสารทำความเย็นต้องได้รับการทดสอบรอยรั่วรวมทั้งระบบที่ร่วมกับ Fan Coil Unit โดยการอัดก๊าซไนโตรเจนที่ ความดันไม่น้อยกว่า 300 Psig สำหรับ R22 และความดันไม่น้อยกว่า 400 Psig สำหรับ R410A
- 10.2 ท่อน้ำทิ้งต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และการระบายน้ำ
- 10.3 เครื่องปรับอากาศต้องได้รับการทดสอบการเดินเครื่องอย่างต่อเนื่อง และทำรายงานผลการทดสอบ โดยมีรายละเอียด ขั้นต่ำอย่างน้อยดังนี้ แรงดันน้ำยาด้าน High และ Low กระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส อุณหภูมิลมออกจากเครื่องเป่าลมเย็น อุณหภูมิลมกลับ อุณหภูมิและความชื้นภายในห้องที่ปรับอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอก หากเป็นเครื่องชนิดต่อกับ ท่อลม ต้องทำรายงานการวัดและปรับแต่งปริมาณลมของหัวจ่ายลมทุกชุด

หมวดที่ 04 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดคอนเดนซิ่งยูนิตร่วม

04-401 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดคอนเดนซิ่งยูนิตร่วม

1. ข้อกำหนดทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดคอนเดนซิ่งยูนิตร่วม ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit) ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิตร่วม 1 ชุด สามารถใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ได้หลายชุด โดยทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานในต่างประเทศหรือประกอบขึ้นภายในประเทศ ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นและจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน โดยจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ (Drawing) โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- 1.1 สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (Air Temperature Entering Cooling Coil) 80°F DB., 67°F WB.
- 1.2 ช่วงอุณหภูมิไอน้ำทางด้านดูดกลับ (Saturated Air Temperature Range) 43° - 45°F
- 1.3 สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Entering Air Temperature) 95°F DB., 83°F WB. ชุดภายนอกจะมีการควบคุมขนาดทำความเย็นแบบหลายสแต็ป เพื่อให้ตรงตามการผันแปรของโหลด
- 1.4 เครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน 100,000Btu/hr จะต้องมียุทธศาสตร์ SEER ไม่น้อยกว่า 15.50 เครื่องปรับอากาศขนาดมากกว่า 100,000Btu/hr จะต้องมียุทธศาสตร์สมรรถนะ (Coefficient of performance, COP) ไม่น้อยกว่า 3.50 ณ สภาวะอากาศตามกำหนดข้างต้น
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายการคำนวณการเลือกเครื่อง (Matching Capacity) การเลือกขนาดท่อสารทำความเย็น แคนดลิ่งและเครื่องรุ่นที่เลือกใช้ เสนอต่อผู้ออกแบบหรือผู้ควบคุมงานก่อนการจัดซื้อหรือติดตั้ง

2. เครื่องคอนเดนซิ่งยูนิตร่วมแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit)

ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตร่วมต้องเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ได้รับการออกแบบให้มีสภาพทนสำหรับการติดตั้งภายนอกอาคาร เป็นเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต ใช้สารทำความเย็นที่ไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Refrigerant) R410A รายละเอียดของเครื่องมีดังนี้

2.1 ตัวถังเครื่อง

- 2.1.1 ชุดคอนเดนซิ่งในแต่ละโมดูลต้องสามารถนำมาต่อควรร่วมกันเพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศตามขนาดและจำนวนของ Fan coil Unit ได้ โดยสามารถทำงานเป็นโมดูลเดี่ยวๆ ได้ หรือประกอบกันเป็น System หากมีโมดูลใดเสียหาย โมดูลที่เหลือสามารถจ่ายความเย็นให้ทั้งระบบได้โดยผู้ใช้งานสามารถเปิดเองได้ด้วย Remote control ปกติ
- 2.1.2 โครงสร้างและตัวถังทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร มีความแข็งแรงทนทาน ผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมอย่างดี พ่นทับด้วยสีทับหน้าแบบ Powder Coated และผ่านกระบวนการอบสี มีการป้องกันการสนิมสะเทือนอย่างดี ไม่ก่อให้เกิดเสียงดังขณะใช้งาน

2.2 คอมเพรสเซอร์

- 2.2.1 เป็นชนิดหุ้มปิด Hermetic Scroll Compressor ใช้กับสารทำความเย็น R410A ควบคุมปริมาณการอัดสารทำความเย็นโดยการแปรเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์ ด้วยชุด Inverter Speed Control หากในแต่ละ

- โมดูลมี Compressor มากกว่า 1 ชุด แต่ละชุดจะต้องมี Inverter Speed Control ตามจำนวนคอมเพรสเซอร์
- 2.2.2 การควบคุมการทำงานของ Compressor แต่ละชุดจะเป็นไปตามปริมาณภาระความร้อนของชุด Indoor Unit โดยต้องมีการจัดลำดับการทำงานของ Compressor อย่างเหมาะสม
- 2.2.3 การยึด Compressor ต้องมีอุปกรณ์รองรับการสั่นสะเทือนโดย Spring Isolator หรือ Rubber Isolator
- 2.2.4 มีระบบป้องกันคอมเพรสเซอร์ในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกิน
- 2.3 คอนเดนเซอร์
- 2.3.1 ทำด้วยท่อทองแดงแบบไร้ตะเข็บ ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม (Plate Fin Type) เคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อนจากสภาพแวดล้อม
- 2.3.2 ผ่านการทดสอบรอยรั่วด้วยแรงดันไม่ต่ำกว่า 450 Psig และผ่านการขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.4 พัฒนาระบายความร้อน
- 2.4.1 พัฒนาระบายความร้อนเป็นแบบใบพัดแฉก (Propeller) ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ปรับความเร็วรอบอัตโนมัติ
- 2.4.2 ใบพัดทำด้วยไฟเบอร์กลาสหรือพลาสติกเสริมแรง มีน้ำหนักเบา แข็งเหนียวและคงทนไม่เสียรูป มีแรงดันสถิต (Static Pressure) เพียงพอในกรณีต้องทำ Guide Hood เพื่อเปลี่ยนทิศทางการระบายลมร้อนออกในทิศทางที่กำหนด
- 2.4.3 มีตะแกรงป้องกันอันตรายจากพัดลมขณะทำงาน มีความแข็งแรงทนทาน
- 2.5 ระบบไฟฟ้าและควบคุม
- 2.5.1 คอนเดนเซอร์ยูนิตจะต้องถูกออกมาแบบเพื่อการใช้งานสำหรับแรงดันไฟฟ้า 380V 3Phase 4Wire 50Hz ตามมาตรฐานของประเทศไทย
- 2.5.2 คอนเดนเซอร์ยูนิตในแต่ละโมดูลต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าสำหรับการป้องกันการลัดวงจรและซ่อมบำรุงเครื่อง (Circuit Breaker, Isolator Switch) ติดตั้งในระยะห่างไม่เกิน 6 เมตร จากตัวเครื่อง โดยแยกเป็นอิสระในแต่ละโมดูล
- 2.5.3 ในแต่ละคอนเดนเซอร์ยูนิตต้องมีสายสัญญาณระบบควบคุมต่อเชื่อมถึงกันในทุกๆโมดูลของแต่ละกลุ่ม การเดินเครื่องในแต่ละโมดูลเป็นแบบอัตโนมัติ และแต่ละโมดูลต้องสามารถสลับสับเปลี่ยนการทำงานเพื่อให้แต่ละโมดูลถูกใช้งานด้วยจำนวนชั่วโมงการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน
- 2.5.4 ในแต่ละกลุ่มต้องมี Master Control Panel อย่างน้อย 1 ชุด เพื่อใช้ในการปรับตั้งโปรแกรม การควบคุมระบบ การตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่อง และต้องสามารถทำการควบคุมระบบโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ได้ โดยผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ต่อเชื่อม และ Software โดยถือรวมอยู่ในขอบเขตงาน (เฉพาะคอมพิวเตอร์ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหา) และต้องสามารถทำการควบคุมระบบโดยตรงจากคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายได้
- 2.5.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหา BACnet Interface Gateway เพื่อการต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยต้องมี จำนวน Input / Output Point ที่ครบถ้วนและเพียงพอสำหรับการควบคุมการทำงาน และการแจ้งสัญญาณเตือนต่างๆ ที่ครบถ้วนทั้งระบบ

3. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กแบบติดตั้งในฝ้า (Cassette Type Fan Coil Unit)

เครื่องเป่าลมเย็นแบบติดตั้งในฝ้า โดยไม่ต้องมีท่อลมได้รับการออกแบบและผลิตให้มีความสวยงามและเหมาะสมสำหรับงานตกแต่ง (Furniture Grade) เสียงเงียบ ประกอบและผ่านการทดสอบเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผู้ผลิต เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับคอนเดนซิ่งยูนิต ควบคุมปริมาณการฉีกน้ำยาด้วย Electronic Expansion Valve

- 3.1 ตัวถังเครื่อง : เป็นแบบที่ตกแต่งสวยงามและแข็งแรงทำด้วย พลาสติก ABS หรือดีกว่า มีความหนาไม่ต่ำกว่า 28 เซนติเมตร มีช่องการกระจายลม 4 ทิศทาง เหมาะสำหรับติดตั้งในฝ้าเพดาน ฉีดขึ้นรูปจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.2 พัดลม : เป็นแบบ Centrifugal ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 จังหวะ ใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติก หรือ เหล็กอาบสังกะสีได้รับการถ่วงสมดุลทั้ง Static และ Dynamic ความดังของเสียงไม่เกิน 40 dBA ตลอด Octave Band 2-8 เมื่อเดินรอบปานกลาง (Medium) และมอเตอร์เป็นชนิด Permanent Split Capacitor หรือ DC Motor สามารถปรับความเร็วรอบได้ไม่น้อยกว่า 3 จังหวะ (High Medium – Low) ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์ใช้ระบบไฟฟ้า 220 V./50 Hz.
- 3.3 คอลย์เย็น : เป็นท่อทองแดงแบบไม่มีตะเข็บอัดเข้ากับครีโอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดกันอย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่วที่ความดัน 200 PSI จำนวนครีโอลูมิเนียมในช่อง 9-12 ครีโอลูมิเนียมผ่านการทดสอบรอยรั่วมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.4 Filters : เป็นใยสังเคราะห์ Polyester ที่สามารถล้างทำความสะอาดได้โดยสะดวก
- 3.5 ระบบไฟฟ้าและควบคุม : มีสวิตช์ปิด – เปิด เครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลมทั้งสวิตช์เทอร์โมสแตต เป็นแบบชนิดตั้งแยกจากตัวเครื่อง เป็นชนิดมีสายและไร้สาย (Remote Type) ตามที่ระบุในแบบ ต้องสามารถต่อเชื่อมร่วมกันเป็นกลุ่ม และสามารถโปรแกรมการควบคุมจาก Central Control ได้

4. ท่อน้ำยา (Refrigerant Piping)

- 4.1 ท่อสารทำความเย็นให้ใช้ท่อทองแดงไร้ตะเข็บ แบบ Hard Draw, Type L ต้องได้มาตรฐาน ASTM B-88 ยกเว้นท่อทองแดงขนาดเล็ก ตั้งแต่ 1/4 นิ้ว ลงมาให้สามารถใช้ท่อทองแดงชนิดม้วนตามมาตรฐาน ASTM B-280 ได้ โดยให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ออกแบบ หรือผู้ควบคุมงาน การต่อให้เป็นแบบเชื่อมเงิน ยกเว้นจุดที่มีการติดตั้ง Valve หรือ Thermostatic Expansion Valve ให้ต่อแบบ Flare
- 4.2 ท่อสารทำความเย็นด้านดูด (Suction Pipe) และท่อสารทำความเย็นเหลวความดันต่ำ (Liquid Pipe) ให้หุ้มด้วยฉนวนเซลปิด (Closed Cell Elastomeric Foam) ความหนาไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว หุ้มฉนวนแบบแยกท่อ (คุณสมบัติฉนวนตามรายละเอียดในหัวข้อ-ฉนวนหุ้มท่อ)
- 4.3 ท่อสารทำความเย็นทั้งหมดจะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (Support & Hanger) โดยการยึดท่อให้ใช้ปะกบและรางเหล็กอาบสังกะสียึดให้แข็งแรง ท่อน้ำยาขนาดไม่เกิน 1-1/4 นิ้ว ต้องมีที่ยึดท่อห่างทุกระยะไม่เกิน 1.50 ม. ท่อขนาดใหญ่กว่า 1-1/4 นิ้ว ทุกระยะไม่เกิน 2.40 ม. บริเวณที่แขวนท่อหรือยึดท่อต้องป้องกันไม่ให้น้ำหนักท่อกดทับฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหาย โดยฉนวนหุ้มท่อต้องเป็นชนิดแข็งและยาวไม่น้อยกว่า 200 มม. แล้วใส่แผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.00 มม. หุ้มโดยรอบ หรือใช้ท่อ PVC ฝาครึ่งความยาวไม่น้อยกว่า 200 มม. ประทับโดยรอบ
- 4.4 ข้อต่อท่อสารทำความเย็นที่เป็นท่อแยก หรือ Refnet Joint ให้ใช้เป็นแบบ Y-Branch ซึ่งสามารถแบ่งจ่ายสารทำความเย็นได้สม่ำเสมอ หรือรูปแบบตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ โดยต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ

- 4.5 ในกรณีที่คอนเดนซิ่งยูนิต ติดตั้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อให้ให้น้ำมันหล่อลื่นวนกลับเข้าเครื่องอัดน้ำยาได้ดี ท่อน้ำยาทางด้าน Suction ให้มี U-Trap ทุกๆ 3-5 เมตร ในแนวตั้งหรือเป็นท่อกู้ถ้าจำเป็นและให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต อย่างเคร่งครัดและถูกต้อง
- 4.6 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคาร ตามแนวทางที่แสดงในแบบ ส่วนที่ต้องเดินผ่านผนัง หรือพื้น จะต้องจัดทำปลอกท่อ (Sleeve) และอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุประเภทซิลิโคนหรือยาง พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย ท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคง
- 4.7 ท่อสารทำความเย็นจะต้องติดตั้งให้น้ำมันหล่อลื่นไหลกลับไปยังคอมเพรสเซอร์ได้สะดวกในทุกสภาวะการทำงานและท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้ความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิควบแน่นเปลี่ยนไปเกินกว่า 1-2 องศาเซลเซียส

5. ท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Pipe)

- 5.1 ใช้ท่อ PVC. Class 8.5 ได้มาตรฐาน มอก. (TIS 17-2523)
- 5.2 หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Elastomer Foam ความหนาไม่น้อยกว่า 1/2" (คุณสมบัติฉนวนตามรายละเอียดในหัวข้อ-ฉนวนหุ้มท่อ) ทั้งในแนวราบและแนวตั้ง รวมถึงท่อน้ำทิ้งที่ฝังซ่อนในผนัง
- 5.3 ท่อน้ำทิ้งจุดที่ต่อออกจากเครื่องปรับอากาศต้องมีข้องอตกก้น/ผงและเปิดทำความสะอาดได้ง่าย
- 5.4 การติดตั้งให้มีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 100 โดยต้องไม่มีน้ำค้างอยู่ในท่อน้ำทิ้ง และไหลทิ้งได้สะดวก
- 5.5 การยึดติดกับผนังให้ใช้ประกับเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียมชนิดสำหรับใช้รัดท่อร้อยสายไฟ
- 5.6 ท่อที่เดินทะลุผ่านผนัง คานและพื้นจะต้องมี PIPE SLEEVE ขนาดใหญ่กว่าท่อ (หุ้มฉนวนแล้ว) โดยรอบไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว ช่องว่างระหว่างท่อ กับ SLEEVE ให้อุดด้วยวัสดุที่ยึดหยุ่นได้ กันน้ำและกันไฟลาม

6. ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง

- 6.1 หุ้มด้วยฉนวนยางสังเคราะห์ โครงสร้างแบบ Close Cell Insulation
- 6.2 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบของฉนวนเป็น Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM) หรือ Nitrile Rubber (NBR) หรือ Polyolefin Foam With Reinforce Foil
- 6.3 มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.037 W/M.K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C หรือ 40°C
- 6.4 อุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง -45°C ถึง 100°C
- 6.5 ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต้องมีค่าไม่เกิน 10% เฉลี่ยโดยน้ำหนัก หรือไม่เกิน 0.2% เฉลี่ยโดยปริมาตร
- 6.6 ค่า Surface-spread of flame ต้องได้ Class 1 ตามมาตรฐาน BS476 Part 7
- 6.7 ค่า Fire Propagation test ของฉนวน ต้องได้ Class 0 ตามมาตรฐาน BS476 Part 6
- 6.8 ค่า Flammability ของฉนวนต้องได้ Class V-0 ตามมาตรฐาน UL94
- 6.9 ฉนวนหุ้มท่อต้องเป็นแบบฉนวนขึ้นรูปเป็นท่อ ใช้สวมหุ้มท่อน้ำยา รอยต่อของฉนวนจะต้องสนิทกันโดยใช้กาวเชื่อมฉนวนตามมาตรฐานของผู้ผลิตฉนวน เส้นผ่าศูนย์กลางภายในจะต้องพอดีกับขนาดท่อที่ใช้ โดยไม่เกิดโพรงอากาศภายใน

- 6.10 ท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้งซึ่งหุ้มฉนวนและติดตั้งภายนอกอาคาร อยู่ในสถานที่อาจถูกทำลายหรือกระทบให้เสียหายได้ ต้องมีการป้องกัน เช่น จัดทำปลอกอลูมิเนียม (Aluminum Jacket) ความหนาไม่น้อยกว่า 0.4 mm. หรือวัสดุครอบท่อระบบปรับอากาศโดยเฉพาะ หุ้มท่อน้ำอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของฉนวน

7. การติดตั้งเครื่อง

- 7.1 คอนเดนซิ่งยูนิตที่ติดตั้งบนทางเท้าหรือถนน ให้จัดทำฐานคอนกรีตโครงสร้างรองรับให้สูงกว่าระดับพื้นไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ขนาดฐานใหญ่ไม่น้อยกว่าขนาดของคอนเดนซิ่งยูนิต ผิวให้ฉาบปูนขัดมันให้เรียบ ขาเครื่องทุกขาต้องยึดติดกับบานสลักเกลียวฝังในฐานและใช้แป้นเกลียวยึดติดและต้องแต่งผิวฐานเพื่อไม่ให้มีน้ำขังค้างอยู่ที่ขาส่วนที่เป็นเหล็กได้
- 7.2 คอนเดนซิ่งยูนิตที่ติดตั้งบนพื้นหรือหลังคา ให้จัดทำฐานคอนกรีตเพื่อรองรับคอนเดนซิ่งยูนิต โดยให้สูงกว่าระดับพื้นหรือหลังคาไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร
- 7.3 คอนเดนซิ่งยูนิตที่ติดตั้งยึดกับผนัง ต้องมีโครงเหล็กรองรับ สามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของน้ำหนักตัวเครื่อง โครงเหล็กต้องทำด้วยสตีพ็อกซี่ หรือผลิตสำเร็จรูปผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมที่ได้มาตรฐาน
- 7.4 การติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิตต้องมีแผ่นยางรองรับการสั่นสะเทือนระหว่างตัวเครื่องกับฐานรอง
- 7.5 ต้องมีที่ว่างโดยรอบ Fan Coil Unit และ Condensing อย่างเพียงพอเพื่อการไหลเวียนของอากาศ และการบำรุงรักษาเครื่อง ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 7.6 การติดตั้ง Fan Coil Unit ชนิดแขวน จะต้องยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง
- 7.7 ท่อทองแดงที่นำเข้ามาเก็บในหน่วยงานหรือในระหว่างที่มีการติดตั้งยังไม่แล้วเสร็จ ต้องอุดหัว-ท้ายด้วยปลั๊กอุด
- 7.8 ต้องจัดส่ง Matching Capacity ของเครื่องแต่ละชุดเสนอขออนุมัติก่อนการสั่งซื้อและติดตั้ง

8. การทดสอบเครื่อง

- 8.1 เมื่อทำการติดตั้งระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบรอยรั่วด้วยการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปภายในท่อสารทำความเย็น โดยให้ใช้ Regulator ปรับความดัน ตามลำดับ ดังนี้
- 8.1.1 ขั้นตอนที่ 1 ความดันไม่ต่ำกว่า 42 PSI หรือ 3 kg/cm² เป็นเวลาอย่างน้อย 3 นาที
- 8.1.2 ขั้นตอนที่ 2 ความดันไม่ต่ำกว่า 213 PSI หรือ 15 kg/cm² เป็นเวลาอย่างน้อย 3 นาที
- 8.1.3 ขั้นตอนที่ 3 ความดันไม่ต่ำกว่า 540 PSI หรือ 38 kg/cm² เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- 8.1.4 ให้ทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิบรรยากาศก่อนและหลังทดสอบไว้ด้วย เนื่องด้วยความดันภายในท่อสารทำความเย็นจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิบรรยากาศที่เปลี่ยนไปในอัตราประมาณ 1 kg/cm² ต่อ 0.1°C
- 8.1.5 การทดสอบต้องอยู่ภายใต้การควบคุมกำกับดูแลของบริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์นั้น
- 8.2 หลังจากทำการทดสอบรอยรั่วของท่อสารทำความเย็น หากไม่พบว่ามีรอยรั่วและผ่านทดสอบของผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายแล้ว ให้ทำการดูดความชื้นออกจากภายในท่อสารทำความเย็น โดยทำให้เป็นสุญญากาศด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump) โดยมีขั้นตอนดังนี้
- 8.2.1 ขั้นตอนที่ 1 ทำสุญญากาศจนมีความดัน -755 mm.Hg หรือ -1 kg/cm² ทำต่อให้ครบ 2 ชั่วโมง
- 8.2.2 ขั้นตอนที่ 2 อัดก๊าซไนโตรเจนจนมีความดัน 0.05 MPa หรือ 0.51 kg/cm²

- 8.2.3 ขั้นตอนที่ 3 ทำสุญญากาศอีกครั้งจนมีความดัน -755 mm.Hg หรือ -1 kg/cm^2 หลังจากนั้นรักษาความดันที่ระดับนี้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
- 8.2.4 ขั้นตอนที่ 4 เติมน้ำความเย็นเข้าไปในระบบท่อสารทำความเย็น
- 8.3 ท่อน้ำทิ้งต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และการระบายน้ำ
- 8.4 เครื่องปรับอากาศต้องได้รับการทดสอบการเดินเครื่องอย่างต่อเนื่อง และทำรายงานผลการทดสอบ โดยมีรายละเอียดขั้นต่ำอย่างน้อยดังนี้ แรงดันน้ำยาด้าน High และ Low กระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส อุณหภูมิลมออกจากเครื่องเป่าลมเย็น อุณหภูมิลมกลับอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องที่ปรับอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอก หากเป็นเครื่องชนิดต่อกับท่อลม ต้องทำรายงานการวัดและปรับแต่งปริมาณลมของหัวจ่ายลมทุกชุด
-

หมวดที่ 05 พัฒนาระบายอากาศ

05-501 พัฒนาระบายอากาศ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 พัฒนาระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับงานต่างๆ ตามที่ระบุในแบบและมีความสามารถในการระบายอากาศ ได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
- 1.2 Gravity Shutter ใช้สำหรับพัฒนาระบายอากาศแบบติดผนัง ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ใบปิด-เปิดทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้
- 1.3 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ Totally Enclose Fan Cooled (TEFC), Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V/ 3 Ph/ 50 Hz. หรือ 220 V/ 1 Ph/ 50 Hz. มาตรฐาน IEC, Synchronous Speed 1450 RPM, ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B หรือ Class E, Rotor Torque Class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55kW (3/4HP) และ Rotor Torque Class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่โตกว่าและเท่ากับ 0.55kW (3/4HP), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP54
- 1.4 Mounting Arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม ขนาดของมอเตอร์ (kW Rating) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบ Backward Curve หรือ Air Foil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 20%
- 1.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดพัดลมโดยแสดง ชื่อเครื่อง สมรรถนะ ขนาดมิติ น้ำหนัก วัสดุ ส่วนประกอบ ขนาดกำลังไฟฟ้า ระดับแรงดันไฟฟ้า และวิธีการควบคุม รวมถึงต้องแนบแคตตาล็อก Performance Curve แรงดันเสียง และข้อมูลอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อจัดส่งทำการขออนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

2. พัดลมแบบ Centrifugal

- 2.1 พัดลมต้องได้รับการทดสอบและวัดค่าสมรรถนะตามมาตรฐาน AMCA 210 หรือ DIN Standard
- 2.2 พัดลมต้องได้รับการทดสอบเสียงจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน AMCA 310 โดยต้องมี Sound Pressure level ไม่เกินกว่า 85 dB(A)@1m ตามสมรรถนะที่กำหนด
- 2.3 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น ส่วนที่เป็น Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Lock Seam หรือ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ โดยไม่มีรอยรั่ว ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ตัวถังต้องเป็นแบบที่สามารถรับหมุนเพื่อเปลี่ยนลักษณะทิศทางการส่งลมได้ โครงสร้างรองรับพัดลมและใบพัดทำด้วยเหล็กชุบพ่นสีเชื่อมยึดด้วยความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักพัดลมและการสั่นสะเทือนได้เป็นอย่างดี
- 2.4 ใบพัด (Fan Wheel) เป็นแบบ Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ตามที่ระบุในแบบ ทำด้วยเหล็ก ออบสังกะสีหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศ ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
สำหรับพัดลมที่ใช้งานในห้องครัว (Kitchen Exhaust) กำหนดใช้ใบพัดแบบ Backward Curve

- 2.5 เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่างๆ จนถึง 2 เท่าของความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน เพลาของพัดลมที่ใช้ดูดควันจากห้องครัวหรือไอสารละลายที่เกิดกร่อนต้องทำด้วย Stainless 316
- 2.6 ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self-Alignment มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life) การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ถ้าตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลมหรือท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจาระบี (Grease Fitting) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวกตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ดูดควัน หรือไอน้ำจากห้องครัวจะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูด อากาศเข้า สำหรับพัดลมที่ใช้ระบายในท้องครัว (kitchen Exhaust) ต้องมีตลับลูกปืนทั้ง 2 อัน อยู่ด้านตรงข้ามกับทางเข้าของลมแบบ Overhung Type เป็นชนิดทนอุณหภูมิสูง 200C
- 2.7 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที (2,000 ฟุตต่อวินาที)
- 2.8 พัดลมชนิด Belt Drive (ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น) พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพาน (V-belt) และมู่เล่ย์ชนิดปรับร่องได้ ตามสมรรถนะที่กำหนดจะต้องเลือกใช้มู่เล่ย์ที่ปรับขนาดให้อยู่ในตำแหน่งปานกลาง ให้เลือกใช้ขนาดสายพานโดยมีพิทักเกินกำลังได้อีกไม่น้อยกว่า 50%
- 2.9 ฝาครอบสายพาน (Belt Guard) เป็นตะแกรงเหล็กโปรง มีความแข็งแรงและทนต่อการสั่นสะเทือนอยู่บนโครงยึดอันเดียวกับฐานพัดลม สามารถวัดความเร็วรอบพัดลม ปรับความตึงสายพาน และทำการหล่อลื่นได้โดยไม่ต้องถอดฝาครอบสายพาน
- 2.10 Vibration Isolator ของพัดลมขนาดเล็กชนิด Direct Drive เป็นแบบยาง Acoustic Pad ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ Rubber-In-Shear
- 2.11 Vibration Isolator ของพัดลมขนาดใหญ่ชนิด Belt Drive เป็นแบบสปริงชนิดมี Acoustic Pad รองและให้ Static Deflection ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต Vibration Isolator
- 2.12 ต้องมีจุดระบายน้ำที่ตัวถังพัดลม (Scroll Drain)
- 2.13 ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม
- 2.14 พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลม ต้องต่อด้วยหน้าแปลน (Flange) พร้อมทั้งติดตั้ง Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- 2.15 ปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ต้องใส่ตะแกรงเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized steel screen) หรือชนิดที่ไม่เกิดสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 190 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ใหญ่กว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
- 2.16 พัดลมที่ติดตั้งไว้ภายนอกอาคาร ต้องมีสิ่งห่อหุ้มส่วนที่เป็นมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนที่เหมาะสมต่อการใช้งานทุกสภาวะ (Weatherproof)
- 2.17 ขนาดของมอเตอร์พัดลมที่มีใบพัดแบบ Backward Curve หรือ Air Foil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุด (Maximum Brake Power) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์ จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 20%

3. พัดลมแบบ Propeller

- 3.1 พัดลมขนาดเล็กปริมาณลมไม่เกิน 500 CFM ใบพัดลมและโครงทำด้วยพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงามจะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้รูปร่างที่สวยงาม
- 3.2 พัดลมขนาดใหญ่ที่มีปริมาณลมเกินกว่า 500 CFM ขึ้นไป ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็กแผ่นหรืออลูมิเนียมขึ้นรูปประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ประกอบด้วย
 - Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter
 - ใบพัดลมต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า
 - หากติดตั้งบนผนังที่เป่าลมออกสู่ภายนอกอาคารโดยตรงและอยู่ในบริเวณที่ฝนสามารถสาดเข้าได้ถึง ต้องจัดทำกล่องครอบกันฝน (Rain hood) ทำด้วยสังกะสี #20 AWG ทาสีรองพื้นและสีทับหน้าสีเดียวกับอาคาร
- 3.3 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมีแผ่นยาง (Neoprene) รองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนัง ความหนาของยางรอง ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

4. พัดลมแบบ Ceiling Fan

- 4.1 ใบพัดเป็นแบบ Centrifugal ทำด้วยพลาสติกหรือ Fiber glass ทนความร้อน พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper เป็นแบบความเร็วระดับเดียวหรือหลายระดับความเร็ว
- 4.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะและสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องทำช่องเปิดบริการ
- 4.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลม และ Static Pressure โดยมีระดับเสียง Sound Pressure Level ไม่เกิน 40dB(A)@1m
- 4.4 การปิด-เปิดพัดลม เป็นแบบสวิทช์ที่มีไฟแสดงในขณะที่พัดลมกำลังทำงาน โดยผู้รับจ้างต้องต่อเชื่อมต่อจากวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง หรือตำแหน่งซึ่งได้มีการจัดเตรียมไว้โดยผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า

หมวดที่ 06 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

06-601 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่มีความหนาวิธีประกอบและการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ และ/หรือ Share Standard
- 1.2 ให้ตรวจสอบขนาดและแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง
- 1.3 ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลมถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัดให้ใช้ข้องอหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้
- 1.4 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของ ท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ
- 1.5 ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมียกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามหน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนทานไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน
- 1.6 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตาต้องทาสีตามรายละเอียด ในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
- 1.7 ท่อลมที่หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตาให้หุ้มท่อลมด้วยอลูมิเนียมทับอีกชั้นแล้วทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี ท่อลมชนิดหุ้มฉนวนสำเร็จรูป และปรากฏแก่สายตาให้ทาสีตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 1.8 ท่อลมที่ต่อกับพัดลมและเครื่องปรับอากาศ ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Cloth เคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว)
- 1.9 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวภายนอก และ/หรือภายในท่อลม ด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Zest seal Duct Sealant A – 900 อยู่ต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลมอ่อนกับท่อลมกลมอ่อน หรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งที่แสดงในแบบรายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 1.10 จะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้างหรือด้านใต้ท่อลมขนาดประมาณ 300 มม. X 300 มม.(12 x 12 นิ้ว) ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิดบริการ 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
- 1.11 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่อการตรวจสอบและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความ รับผิดชอบของผู้รับจ้าง

06-601-1

- 1.12 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิมหรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม

2. การแขวนยึดท่อลม

- 2.1 การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กกรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด
- 2.2 โครงเหล็กต่างๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่นๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลมและให้ทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสสี
- 2.3 ที่รองรับท่อลม (Duct Supports) การรองรับท่อลมที่เดินตามแนบนอนและมีขนาดเล็กกว่า 54 นิ้ว จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 8 ฟุต ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก 4 ฟุต ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมาต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอ ที่รองรับท่อทุกอันต้องทาสี หรืออย่างอื่นตามที่กำหนด
- 2.4 Duct Sleeves ท่อลมส่วนใดที่ระบุให้เดินผ่านพื้นเพดาน ผนัง หรือหลังคา จะต้องเดินเฉพาะในช่องที่เจาะเตรียมไว้ให้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องใช้เหล็กแผ่นอบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 20 USG ทำเป็น Sleeve ให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว 1 นิ้ว โดยรอบฝังไว้ในช่อง เมื่อเดินท่อลมผ่านเสร็จแล้วจึงใช้แผ่น (Flashing) ปิดช่องว่างที่เหลือให้แลดูเรียบร้อย

3. DAMPER

- 3.1 Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เก็ทมากกว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
- 3.2 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) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Interlocking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียึดด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถังสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบพัดจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Damper ชนิดที่มีหลายใบจะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade หรือ Gang Operated

4. หน้ากากลม

- 4.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกอัน ต้องมีประกันแบบไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามรอรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน
- 4.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดในภายหลัง
- 4.3 หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะแบบกลมหรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือก้านขอบ

หน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

- 4.4 หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวนอนส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้ง จะต้อง มี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 4.5 หน้ากากลมกลับ (Return Air Grille) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากติดตั้งสองด้านของผนัง
- 4.6 หน้ากากลมกลับแบบ Transfer มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังหน้าต้องมีหน้ากากติดตั้งสองด้านของผนัง
- 4.7 หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลงติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้ โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 4.8 Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครง แนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาดความหนาของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า 5 ตารางเซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน
- 4.9 หน้ากากระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับหน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้ง อยู่ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุดต้อง Opposed Blade Volume Damper ด้วย

5. วัสดุท่อลม

- 5.1 ท่อลมเป็นชนิดท่อสังกะสี ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี มาตรฐาน มอก. 50-2516 ปริมาณสังกะสี ที่ชุบหนาไม่น้อยกว่า 180 กรัมต่อตารางเมตร รอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาทับด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก ความหนาของแผ่นโลหะ (Sheet Metal) ที่ใช้ทำท่อลม จะต้องเหมาะสมกับระดับแรงดันของท่อลม (Pressure Class for Duct Construction) ขนาดความกว้างของท่อลม, ชนิดการเสริมความแข็งแรงของท่อลม และระยะห่างการแขวนหรือรองรับท่อลม โดยต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA ฉบับล่าสุดโดยเคร่งครัด ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายละเอียดรูปแบบและความหนาที่เลือกใช้ขออนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการประกอบท่อลม ระดับแรงดันของท่อลมถ้ามีได้กำหนดไว้ในแบบ ให้เป็นไปตามนี้คือ
 - ท่อลมความดันต่ำ (Low Pressure Duct) โครงสร้างการประกอบท่อลมความดันต่ำจะใช้งานที่ความดันไม่เกิน 50 mm. (2 inches) น้ำ
 - ท่อลมความดันปานกลาง (Medium Pressure Duct) โครงสร้างการประกอบท่อลมความดันปานกลางจะใช้งานที่ช่วงความดันระหว่าง 50 mm. (2 inches) น้ำ ถึง 100 มม. (2 นิ้ว ถึง 4 นิ้ว) น้ำ อัตราลมรั่วไม่เกิน 0.25 CMM (10 cfm) ต่อความยาวท่อลม 30 ม. (100 ฟุต) ที่ความดันทดสอบ 100 มม. (4 นิ้ว) ความหนาของแผ่นโลหะตามที่แนะนำไว้ในแบบรายละเอียดทั่วไปดังต่อไปนี้

ขนาดความกว้างของท่อลม	ความหนาเหล็กแผ่นสังกะสี	
	เบอร์ (Nominal)	มิลลิเมตร (Min-Max)
ไม่เกิน 12 นิ้ว	26	0.47-0.63
13 นิ้ว แต่ไม่เกิน 30 นิ้ว	24	0.50-0.80
31 นิ้ว แต่ไม่เกิน 54 นิ้ว	22	0.80-0.95
55 นิ้ว แต่ไม่เกิน 84 นิ้ว	20	0.90-1.010
มากกว่า 85 นิ้ว	18	1.18-1.44

5.2 ท่อลมแบบกลมชนิด Flexible Duct จะต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 0.5 เมตรและไม่เกิน 2.0 เมตร เพื่อความสะดวกในการโยกย้ายหน้ากากลมในภายหลัง ท่อลม Flexible Air Duct ให้เป็น Spiral Wire Reinforced Aluminum Foil / Polyester Air Duct ชนิด Double Ply แบบไม่ติดไฟ มีเส้นใยเสริมความแข็งแรงคุณภาพสูง หุ้มฉนวนกันความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลม อัดแน่นติดกับท่อลมด้วยเข็มขัดรัดท่อ เพื่อป้องกันลมรั่ว การหุ้มฉนวนให้หุ้มสำเร็จมาจากโรงงาน

6. ฉนวนหุ้มท่อลม (DUCT INSULATION)

- 6.1 ท่อลมต้องได้รับการปิดรอยต่อท่อลมให้เรียบร้อยก่อนทำการหุ้มฉนวน และการหุ้มฉนวนต้องหุ้มติดตลอดตัวท่อลม
- 6.2 ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ฉนวนหุ้มท่อลมโดยทั่วไปให้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน และฉนวนหุ้มท่อลมที่ปรากฏแก่สายตาให้เป็นฉนวนโฟมยางแล้วทาสีโดยใช้สีตามที่คุณผลิตฉนวนฉนวน หรือใช้ท่อลมชนิดหุ้มฉนวนสำเร็จรูป (Pre Insulate Duct) ทั้งสองกรณี
- 6.3 ช่องลมกลับ (Return Air Chamber) หากไม่กำหนดเป็นอย่างอื่นใช้ Gypsum Board หนาไม่น้อยกว่า 9 mm. โครงอลูมิเนียม ระยะ 12"x12" อุดรอยต่อตลอดแนวด้วย Silicone ชนิดไม่ลามไฟ หรือใช้ท่อลมชนิดหุ้มฉนวนสำเร็จรูป (Pre Insulate Duct)
- 6.4 ฉนวนแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน ต้องเป็นสารอนินทรีย์ทำขึ้นจากใยแก้ว (Fiberglass) มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวละเอียดจำนวนมากประสานยึดติดกันด้วย Thermosetting Resin มีน้ำหนักเบาความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต พร้อมทั้ง Vapor Barrier ทำด้วย Reinforced Aluminum Foil ชนิด Fire Retardant Type หุ้มอยู่ภายนอกโดยรอบ ยึดติดด้วย Fire Resistant Adhesive ตามมาตรฐาน UL-723 ฉนวนหนา 1 นิ้ว ใช้สำหรับพื้นที่ทั่วไปภายในอาคารที่ปรับอากาศอุณหภูมิไม่เกิน 28°C (82.4°F) และฉนวนหนา 1.5 นิ้ว ใช้สำหรับพื้นที่ใต้หลังคาหรือใต้คานฝ้าที่มีอุณหภูมิสูงหรือบริเวณที่มีความชื้นสูงเกินกว่า 70%RH ในบางช่วงเวลาขณะที่มีการจ่ายลมเย็น ฉนวนมีคุณสมบัติกันไฟเมื่อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E84 เป็นดังนี้
 - Flame Spread ต้องไม่เกิน 25
 - Smoke Developed ต้องไม่เกิน 50
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C (75°F) ต้องไม่มากกว่า 0.28 Btuh-in/sq.ft °F

- 6.5 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมดจะต้องหุ้มด้วยฉนวน ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดานและในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chambers จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วไป ไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับ ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ที่ปรับสถานะอุณหภูมิและความชื้นเพื่อส่งไปยังเครื่องปรับอากาศต้องหุ้มฉนวน
- 6.6 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลมจะต้องถอดตามตะเข็บและทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อน ด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Neo-Bone PL1 ตรงรอยต่อของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) คาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียมหรือพลาสติกขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตรหนา 1 มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนใยแก้วที่หุ้มท่อลมทุกๆ ระยะ 1.2 เมตร ป้องกันไม่ให้ฉนวนใต้ท่อลมตกแอ่นลง การคาดแถบสายรัด จะต้องทำทันทีหลังจากการหุ้มฉนวนและจะต้องหาวิธีป้องกันตรงมุมต่อไม่ให้สายรัดขาด Aluminium Foil ของฉนวนจนฉีกขาดส่วนฉนวนฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape
- 6.7 ทุกๆ จุดที่แขนรองรับท่อลมจะต้องใช้ขีปนบอร์ดยึดขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) หนา 6 มิลลิเมตร รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหายหรือถูกกดแบนจากการแขวน

7. การป้องกันไฟและควันลาม

- 7.1 การป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นตามหัวข้อ 300-21 ของ NEC และ ASTM หรือการทดสอบโดย Warrington Fire Research Center ซึ่งสอดคล้องกับ BS 476, Part 8, 1972
- 7.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันตามช่องเปิด (Shaft) สำหรับระบายอากาศซึ่งผ่านพื้นและผนังห้อง
- 7.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค
- 7.3.1 วัสดุหรืออุปกรณ์ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่มีมาตรฐานรองรับหรือมี Certificated รับรองการทดสอบ
- 7.3.2 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าวต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง สำหรับช่องเปิดและอย่างน้อย 1 ชั่วโมง สำหรับช่องระบายอากาศ หรือหน้ากาลม
- 7.3.3 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้ง หรือขณะเกิดเพลิงไหม้สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 7.3.4 ทนต่อการสั่นสะเทือนและติดตั้งได้ง่าย
- 7.3.5 วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเกิดเพลิงไหม้
- 7.4 การติดตั้ง
- 7.4.1 ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังหรือพื้นห้องหรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม
- 7.4.2 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตอุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว

- 7.4.3 ช่องเปิดสำหรับระบายอากาศให้ใช้น้ำกากลมชนิดกันไฟและปิดรอบด้าน (Seal) ด้วยวัสดุกันไฟลาม
- 7.4.4 ช่องท่อลมรวมถึงท่อลมที่ทะเลบนห้อง

หมวดที่ 07 อุปกรณ์ไฟฟ้า
07-701 อุปกรณ์ไฟฟ้า

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้องทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

2. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

- 2.1 ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 380/220 โวลท์, 3 เฟส, 4-สาย, 50 Hz., Y-Connection, Solid Ground
- 2.2 กำหนดให้ใช้รหัสของสี Busbar, ของสายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้
- สีน้ำตาล สำหรับเฟส A (R)
 - สีดำ สำหรับเฟส B (S)
 - สีเทา สำหรับเฟส C (T)
 - สีฟ้า สำหรับสายศูนย์ (Neutral)
 - สีเขียวคาดเหลือง สำหรับสายดิน

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตเป็นสีเดียว ให้ใช้ปลอก พีวีซี สี ตามกำหนดไว้ที่ปลายทั้งสองด้าน และภายในกล่องต่อแยกสายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด

- 2.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่างๆ ต้องมีรหัสสีแสดงไว้เพื่อง่ายในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลัง โดยกำหนดให้ใช้รหัสสีดังนี้
- สีส้ม สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
 - สีฟ้า สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

โดยทาสีคาดที่ท่อร้อยสายไฟฟ้าทุกๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร หรือทาสีที่อุปกรณ์ยึดท่อ (Clamp) ส่วนกล่องต่อสาย กล่องพักสาย ให้ทาสีภายในกล่องและฝากล่องทุกๆ กล่อง

3. การต่อลงดิน

- 3.1 วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนต่อสัมผัส หรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะอันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ต้องต่อลงดินตามกฎของการไฟฟ้า และ NEC
- 3.2 สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดิน ให้เป็นตัวนำทองแดง มีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์ตัววงจรไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์นั้นๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดในตาราง

ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร
6-16	1.5
20-25	4
30-63	6
80-100	10
125-200	16
225-400	25
500	35
600-800	50
1,000	70
1,200-1,250	95
1,600-2,000	120
2,500	185
3,000-4,000	240
5,000-6,000	400

4. สายไฟฟ้า

4.1 ชนิดของสายไฟฟ้า

โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน พีวีซี สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก.11-2531

4.1.1 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)

4.1.2 สายไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในท่อโลหะหรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (Single-Core)

4.1.3 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยว และตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซี อย่างน้อย 2 ชั้น

4.1.4 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรกลการที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่น สะเทือน หรือกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานเห็นชอบให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวนพีวีซีสองชั้น

4.1.5 สำหรับสายไฟฟ้าภายในเครื่องหรืออุปกรณ์ที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

- 4.2 การติดตั้ง
 - 4.2.1 ให้อ้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
 - 4.2.2 การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - 4.2.3 การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
 - 4.2.4 การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่ากรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC
- 4.3 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า
 - 4.3.1 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
 - 4.3.2 การต่อเชื่อมหรือการต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ Insulated Wire Connection, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 Volt
 - 4.3.3 การต่อเชื่อม หรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทปพีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
 - 4.3.4 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้นให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
 - 4.3.5 ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Box เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้ โดยต่อผ่าน Terminal Box นี้

5. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- 5.1 ท่อร้อยสายโลหะต้องทำด้วยโลหะเหล็ก มีลักษณะกลม ผิวเรียบไม่มีตะเข็บ ป้องกันสนิมโดยกรรมวิธี Hot-Dip Galvanized ทั้งภายนอกและภายใน ซึ่งอาจใช้กรรมวิธีการทำให้กลมก่อนจึงชุบสังกะสี หรือใช้เหล็กที่ชุบสังกะสีแล้วนำมาทำให้กลมก็ได้
- 5.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าโลหะต้องได้รับมาตรฐาน มอก. 770-2533
- 5.3 ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งานโดยท่อทุกชนิดต้องเป็นโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot - Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้น เพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้
 - 5.3.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC
 - 5.3.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC

- 5.3.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตราย และฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC
- 5.3.4 ท่อโลหะชนิดอ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือ เครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคม ไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC
- 5.3.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connetor, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector
- 5.4 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - 5.4.1 ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
 - 5.4.2 การตัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีความโค้งของการตัดงอต้องเป็นไปตามกำหนดของ NEC
 - 5.4.3 ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - 5.4.4 ท่อแต่ละส่วนหรือระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - 5.4.5 การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - 5.4.6 การเดินท่อในฝ้าเพดานต้องเดินชิดท้องพื้น หากระยะท้องพื้นและฝ้าเพดานสูงเกินกว่า 2 เมตร อนุญาตให้เดินท่อที่ระดับเหนือฝ้าได้แต่ต้องชิดฝ้าไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร
 - 5.4.7 ท่อ EMT ให้ใช้ติดตั้งเดินลอยได้เฉพาะในอาคารซึ่งแห้งและไม่รับแรงทางกล ใช้เดินซ่อนในฝ้าเพดาน ในผนังที่แห้ง ไม่ให้ใช้กับงานภายนอกอาคาร ฝังในคอนกรีต ฝังดิน ฝังในพื้นที่เปียกชื้น และไม่ให้ใช้สำหรับการร้อยสายไฟฟ้าที่มีแรงดันเกินกว่า 480 โวลต์
 - 5.4.8 ท่อโลหะอ่อนชนิดธรรมดาให้ใช้สำหรับงานติดตั้งในฝ้าเพดานในอาคาร เช่น โคมไฟฟ้า ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 15 มม. และต้องไม่ยาวเกินกว่า 2.00 เมตร
 - 5.4.9 ท่อโลหะอ่อนที่ใช้สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น มอเตอร์ เครื่องจักร ฯลฯ และใช้สำหรับจุดเชื่อมต่อโครงสร้างอาคาร ต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ ขนาดไม่เล็กกว่า 20 มม. (3/4") ความยาวไม่เกิน 1.20 เมตร และไม่สั้นน้อยกว่า 0.60 เมตร
 - 5.4.10 การเดินท่อร้อยสายจะต้องเดินในแนวขนานและตั้งฉากกับแนวผนังอาคารเท่านั้น การยึดท่อร้อยสายไฟฟ้าเส้นเดียวทั่วไปกับเพดานหรือผนังให้ใช้แคลมป์ตัว U และท่อที่เดินคู่ขนานกันตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป ต้องติดตั้งด้วยราง C และแคลมป์ประกับ การจัดแนวท่อและกล่องพักสายต้องจัดทำอย่างเป็นระเบียบ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้ง ท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
 - 5.4.11 ท่อร้อยสายซึ่งเดินทะลุผ่านพื้นผนังต้องฝัง Sleeve ไว้ก่อน

6. CABLE TRAY

- 6.1 Cable Tray ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และต้องผลิตสอดคล้องตามมาตรฐาน วสท.

- 6.2 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น ที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูกมีเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- 6.3 ผนังด้านข้างของรางต้องเป็นแบบทึบ รางเคเบิลแบบ Tray ให้ใช้แบบด้านล่างมีช่องระบายความร้อน รางเคเบิลแบบ Ladder ด้านล่างเป็นรางเปิด โดยมีชั้นบันได (Rung) ขอบมน ทุกระยะ 30 ซม. หรือน้อยกว่า
- 6.4 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 6.5 ต้องมีการป้องกันการผุกร่อนอย่างใดอย่างหนึ่งด้วยกรรมวิธีดังนี้
 - 6.5.1 การเคลือบสี โดยกรรมวิธีล้างทำความสะอาดแผ่นเหล็กด้วย Zinc Phosphate และพ่นทับด้วยสีฝุ่น และอบด้วยความร้อน โดยทั่วไปให้ใช้ได้เพื่อการติดตั้งภายในฝ้าเพดานในอาคาร และไม่เปียกชื้น
 - 6.5.2 การชุบด้วยสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) ความหนาของการชุบสังกะสีไม่น้อยกว่า 55-65 uM โดยทั่วไปให้ใช้เพื่อการติดตั้งในพื้นที่เปิดโล่งในอาคาร และภายนอกอาคาร
- 6.6 มีความยาวขนาดมาตรฐาน 2.40 เมตร และ 3.00 เมตร มีขนาดความสูงของราง 100 และ 150 มม. มีขนาดความกว้างมาตรฐานของรางมีขนาด 300, 450, 600, 750 และ 900 มม. และความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 2.00 มม.
- 6.7 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบราง จากผู้ผลิตรายเดียวกัน โดยครบถ้วนดังนี้
 - 6.7.1 ข้อต่อตรงเปลี่ยนขนาด
 - 6.7.2 ข้อต่อฉาก, ข้อต่อฉากกว้าง
 - 6.7.3 ข้อต่อสามทาง
 - 6.7.4 ข้อต่อกาทะบาด (สี่ทาง)
 - 6.7.5 ข้อต่อแปลน
 - 6.7.6 แผ่นปิดท้ายราง
 - 6.7.7 ห้ามใช้อุปกรณ์ประกอบที่ดัดแปลงขึ้นเอง

7. WIREWAY

- 7.1 รางเดินสาย ข้อต่อและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ต้องผลิตสอดคล้องตามมาตรฐาน วสท. หรือ BS4678 (Class 2)
- 7.2 รางเดินสายต้องทำจากเหล็กแผ่นความหนา 1.0, 1.2 และ 1.6 มม. ตามขนาดของราง พับขึ้นรูปมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีฝาปิดด้านบนประกอบเข้ากับรางด้วยสกรูหรือบานพับ ผนังของราง จุดต่อรางและจุดต่อเลี้ยว ต้องไม่มีส่วนคมที่จะบาดสายในระหว่างการติดตั้ง
- 7.3 เคลือบผิวป้องกันสนิมและการผุกร่อนด้วยกรรมวิธี ดังนี้
 - 7.3.1 การเคลือบสี โดยกรรมวิธี ล้างทำความสะอาดแผ่นเหล็กด้วย Zinc Phosphate และพ่นทับด้วยสีฝุ่น และอบด้วยความร้อน โดยทั่วไปให้ใช้เพื่อการติดตั้งในฝ้าเพดานในอาคาร และไม่เปียกชื้น
 - 7.3.2 การชุบด้วยสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) โดยทั่วไปให้ใช้เพื่อการติดตั้งในพื้นที่เปิดโล่งในอาคาร หากติดตั้งภายนอกอาคาร หรือที่เปียกชื้นต้องมีรูปแบบที่สามารถป้องกันน้ำได้
- 7.4 มีความยาวขนาดมาตรฐาน 2.40 เมตร และ 3.00 เมตร มีขนาดความกว้าง x สูง และความหนาของเหล็กดังนี้
 - 7.4.1 แบบที่ 1 50x50 มม. ความหนา 1.0 มม.

- | | | | | | |
|-------|----------|-------------|---------|-----|-----|
| 7.4.2 | แบบที่ 2 | 50x100 มม. | ความหนา | 1.0 | มม. |
| 7.4.3 | แบบที่ 3 | 100x100 มม. | ความหนา | 1.2 | มม. |
| 7.4.4 | แบบที่ 4 | 100x150 มม. | ความหนา | 1.2 | มม. |
| 7.4.5 | แบบที่ 5 | 100x200 มม. | ความหนา | 1.6 | มม. |
| 7.4.6 | แบบที่ 6 | 150x200 มม. | ความหนา | 1.6 | มม. |
| 7.4.7 | แบบที่ 7 | 100x300 มม. | ความหนา | 1.6 | มม. |
| 7.4.8 | แบบที่ 8 | 150x300 มม. | ความหนา | 1.6 | มม. |
- 7.5 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบรายการจากผู้ผลิตรายเดียวกัน โดยครบถ้วนดังนี้
- 7.5.1 ข้อต่อรอง (Fitting)
 - 7.5.2 ข้อต่อตรงปรับระยะได้ (Telescope Fitting)
 - 7.5.3 ข้อต่อฉาก (90 Elbow)
 - 7.5.4 ข้อต่อฉากกว้าง (90 Sweep Elbow)
 - 7.5.5 ข้อต่อสามทาง (Tee)
 - 7.5.6 ข้อต่อกากะบาด (Cross Junction Box)
 - 7.5.7 ข้อโค้ง 22.5 องศา (22.5 Elbow)
 - 7.5.8 ข้อโค้ง 45 องศา (45 Elbow)
 - 7.5.9 ข้อต่อแปลน (Flange Adaptor Fitting)
 - 7.5.10 แผ่นปิดท้ายราง (Closing Plate)
 - 7.5.11 ห้ามใช้อุปกรณ์ประกอบที่ใช้หรือดัดแปลงขึ้นเอง
- 7.6 อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่ปิดโล่ง ไม่มีฝ้าเพดาน ซึ่งสามารถเข้าทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดตามความยาวของราง
- 7.7 รางเดินสายและอุปกรณ์จับยึดต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปทรงภายหลังการติดตั้ง และบรรจุสายไฟฟ้าแล้ว
- 7.8 ห้ามใช้รางเดินสายในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผู้กร่อน หรือในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- 7.9 พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทั้งหมดรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย
- 7.10 จุดปลายรางเดินสายต้องปิด ด้วยอุปกรณ์ตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 7.11 รางเดินสายต้องจับยึดอย่างมั่นคง แข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร หากจุดจับยึดห่างมากกว่า 1.50 เมตร ต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน แต่ต้องไม่เกินกว่า 3.00 เมตร ทุกกรณี
- 7.12 รางเดินสายในแนวตั้งต้องจับยึดอย่างมั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 4.50 เมตร ห้ามมีจุดต่อเกิน 1 จุด ในแต่ละระยะจับยึด จุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 0.50 เมตร
- 7.13 การเดินสายในแนวตั้งต้องมีอุปกรณ์เสริม เพื่อการจับยึดสายภายในรางทุกระยะไม่เกิน 1.00 เมตร
- 7.14 ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น
- 7.15 อนุญาตให้ต่อสายเฉพาะในส่วนที่สามารถเปิดออก และเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลาเท่านั้นและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนรวมกันทั้งหมดต่อสายรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสาย ณ จุดต่อสาย

- 7.16 ในรางเดินสายตรงตำแหน่งที่ต้องมีการตัด งอสาย เช่น ปลายทาง ตำแหน่งที่มีท่อร้อยสายเข้า-ออกรางเดินสาย ต้องจัดให้มีที่ว่างสำหรับติดตั้งสายอย่างเพียงพอและมีการป้องกันไม่ให้มีส่วนคมที่อาจบาด สายได้
- 7.17 ห้ามใช้รางเดินสาย ติดคว่ำลงโดยฝาเปิดอยู่ด้านล่างของราง
- 7.18 น็อตและสกรูที่ใช้ยึดต่อส่วนประกอบต่างๆของรางจะต้องไม่มีส่วนที่ยื่นยาว ซึ่งจะบาดทำให้เปลือกเสียหายได้

8. กล่องต่อสาย

- 8.1 กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิทช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้
- 8.2 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 8.3 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบGalvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมี กรรมวิธีที่ดี
- 8.4 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรองรับคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory)
- 8.5 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนท่อร้อยสาย หรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC
- 8.6 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 8.7 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจนตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก
- 8.8 กล่องต่อสายจะต้องทำการติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ท่อร้อยสาย ฝาร้อยสาย เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้สมบูรณ์ และจะต้องมีการทดสอบว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าทุกช่วงตามความเห็นของผู้ควบคุมงาน
- 8.9 กล่องดึงสายสำหรับวงจรสายป้อนทั้งทางราบและทางตั้ง จะต้องมียูปรแกรมเพื่อยึดจับสาย โดยการเดินสายแนวราบสำหรับสายทุกขนาด ต้องมีการจับยึดทุกระยะไม่เกิน 30 เมตร และการจับยึดสายทางตั้งให้เป็นไปตามตารางนี้

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม.)	ระยะจัดยึดสูงสุด (เมตร)
ทุกขนาดไม่เกิน 50	30
70 – 120	24
150 – 185	18
240	15
300	12
เกินกว่า 300	10

9. ตู้สวิตช์บอร์ด

- 9.1 ตัวตู้ไม่ควมเป็นแบบตู้ตั้งหรือตู้แขวน ต้องประกอบจากเหล็กพอสเฟตหรือเหล็กชุบสังกะสี ซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
- 9.2 ตัวตู้และโครงตู้และตัวจับยึดอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรง และสามารถทนต่อการ Short Circuit ได้ไม่น้อยกว่า 30 kA. ที่ 480 V.
- 9.3 ตัวตู้ต้องการระบายอากาศ ป้องกันฝุ่น ป้องกันแมลงหรือหนูเข้าไปภายในตู้ ตลอดจนป้องกันความชื้นกับอุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี
- 9.4 ตัวตู้ต้องพ่นสีเทาอ่อนหรือสีที่กำหนดให้ไว้ในแบบ อย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านการป้องกันสนิมแล้ว
- 9.5 ให้มีการ Service หรือการบำรุงรักษาจากด้านตู้เท่านั้น
- 9.6 ขนาดของสาย และ Busbar และในตู้ตลอดจนระยะห่างในการติดตั้ง ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ
- 9.7 ที่หน้าตู้ทุก Cubic จะต้องมีการ Key Lock ป้องกันผู้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องมา Operated หรือแก้ไข
- 9.8 ต้องมี Mimic Diagram ซึ่งแสดงวงจรของแบบติดอยู่หน้าตู้ทุกตู้ และมี Name Plate บอกหมายเลขและชนิดของอุปกรณ์ต่างๆ ในแบบ
- 9.9 มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดหาและติดตั้ง เช่นเดียวกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าโดยอุปกรณ์ควรเป็นชนิดเดียวกัน หรือยี่ห้อเดียวกับผู้รับเหมาไฟฟ้า เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- 9.10 อุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ Circuit Breaker ของระบบปรับอากาศและระบายอากาศจำเป็นต้องทำงานในลักษณะ Co-ordination กับระบบไฟฟ้าที่ต้นทาง หรือมีการทำงานที่ประสานกันได้
- 9.11 การประกอบและการติดตั้งตู้ ตลอดจนการเข้าสาย จะต้องกระทำโดยช่างผู้ชำนาญทางด้านนี้ และเป็นมาตรฐานเดียวกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าเช่นกัน

10. ระบบสตาร์ทเตอร์ และ Circuit Breaker ของมอเตอร์

- 10.1 สตาร์ทเตอร์ ต้องมีขนาดเหมาะสมที่จะใช้ร่วมกับมอเตอร์ของระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ
- 10.2 ชุดสตาร์ทเตอร์ แต่ละชุด ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้
 - Magnetic Contactor
 - Thermal Over Load Protection
 - Start and Stop Push Button
 - Running Indicating Lamp
 - Selector Switch H-O-A (ถ้ามีกำหนดในแบบ)
 - Alarm (ถ้ามีกำหนดในแบบ)
 - Control Fuse or Breaker
 - Control Wiring Diagram
- 10.3 โดยทั่วไป ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 5 HP ให้สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct on Line (D.O.L.) ได้ และถ้ามากกว่า 5 HP ต้องเป็นชนิด Reduced Voltage Start

- 10.4 อุปกรณ์ในชุด Starter ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA และควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- 10.5 Circuit Breaker ของมอเตอร์แต่ละตัวต้องมีขนาดเหมาะสมตาม NEC กรณีที่ Circuit Breaker อยู่ไกลจากสายตาดูมองการทำงานของมอเตอร์ดังกล่าวไม่ได้ ตัว Circuit Breaker ต้องมี Handle แบบ Lock Off หรือ มีอุปกรณ์อื่นที่จะตัดไฟในบริเวณใกล้ตัวมอเตอร์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในการบำรุงรักษา

11. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 11.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ต โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1
- 11.2 Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มม. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- 11.3 Kilowattmeter ถ้ามีกำหนดในแบบ ให้ใช้ชนิด 3-Phase Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มม. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- 11.4 Power - Factor Meter ถ้ามีกำหนดในแบบ ให้ใช้ 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
- 11.5 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6W. 6V. พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 6 โวลต์ เพื่อใช้กับหลอดไฟฟ้ครอบเป็นพลาสติกแบบ Len ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มม.
- 11.6 Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Step สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Step สำหรับ Amp-Selector Switch

12. Remote and Local Control Panel

- 12.1 Remote และ Local Control Panel ต้องเป็นกล่องพับขึ้นรูปตามที่กำหนดในข้อลักษณะโครงสร้างของแผง สวิตช์ Remote Control Panel จะต้องตั้งอยู่ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อยเพื่อความเหมาะสม
- 12.2 Local Control Panel ที่ประจำอยู่ในตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์ต้องมี Local Remote Selector Switch และในกรณีที่ต้องใช้ Auxiliary Relay สำหรับการต่อเชื่อมระบบที่แรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน
- 12.3 Remote Control Panel จะต้อง มี On-Off Push Button พร้อม Indication Lamp และ Remote Local Indicating Lamp
- 12.4 การจัดสร้าง Remote และ Local Control Panel ต้องจัดทำ Shop Drawing แสดง Control Circuit Diagram และรูปแบบของตัวตู้เสนออนุมัติจากผู้คุมงานก่อน
- 12.5 กรณีที่มีเครื่องวัดและอุปกรณ์อื่นๆ ให้เป็นไปตามกำหนดเช่นเดียวกับ Motor Control Center

13. การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

- 13.1 การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้
 - 13.1.1 ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด
 - 13.1.2 ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน
 - 13.1.3 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ
 - 13.1.4 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ
 - 13.1.5 จัดทำรายงานการทดสอบต่างๆ อย่างครบถ้วน

หมวดที่ 08 ฉนวนหุ้มท่อน้ำ
08-801 ฉนวนหุ้มท่อน้ำ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ท่อน้ำเย็นต้องได้รับการทดสอบการรั่ว และทดสอบสนิมอย่างเรียบร้อยก่อนหุ้มฉนวน
- 1.2 การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นจะต้องหุ้มห่อตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินลอด ที่สวมสอดท่อตามข้อต่อหน้าแปลนและวาล์วต่างๆ ฉนวนจะต้องหุ้มให้แนบติดผิวท่อ ไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน
- 1.3 ฉนวนที่ใช้หุ้มอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็น ซึ่งอาจจะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (Cold Surface) ให้หุ้มทับด้วยฉนวนและมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อ

2. การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นและท่อน้ำทิ้ง

- 2.1 ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นและท่อน้ำทิ้ง จะต้องใช้ Closed Cell Elastomeric Foam ซึ่งไฟไม่ลาม (Self Extinguishing) มีค่าสัมประสิทธิ์ การนำความร้อนไม่เกิน 0.26 Btu-in./hr-sq.Ft-°F (0.0375 W/M°K) ที่อุณหภูมิ 75°F
- 2.2 ขนาดความหนาของฉนวนที่ใช้หุ้มท่อขนาดต่างๆ จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ดังนี้
- 2.3 Casing Wearing Ring ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ทำด้วย Bronze สามารถ ถอดเปลี่ยนได้โดยสะดวก

ขนาดท่อน้ำเย็น

ขนาดความหนาของฉนวน

65 มม. (2 ½ นิ้ว) และเล็กกว่า	25 มม. (1 นิ้ว)
80 มม. (3 นิ้ว) – 150 มม. (6นิ้ว)	38 มม. (1 ½ นิ้ว)
200 มม. (8 นิ้ว และใหญ่กว่า	50 มม. (2 นิ้ว)

ท่อน้ำทิ้งใช้ฉนวนหนา 13 มม. (½ นิ้ว) ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Performed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ ซึ่งรอยต่อของฉนวนจะต้องไม่มีรอยพับหรือรอยหัก เกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบท่อน้ำ และรอยต่อจะต้องไม่เป็นรอยบากรูปตัววี

- 2.4 ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี ไม่มีคราบน้ำปูน สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระ รอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ
- 2.5 ใช้กาวตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนติดให้สนิทไม่มีรอยปริ รอยต่อจะต้องได้แนวเรียบร้อยไม่เอียงหรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องทาให้ผิวฉนวนติดสัมผัสกับผิวอุปกรณ์ ไม่ให้มีโพรงอากาศ
- 2.6 ฉนวนที่หุ้มแล้วจะต้องมีความตึงพอดี ไม่หย่อนหรือตึงจนสังเกตได้ชัด ฉนวนแบบ Performed Tube ที่ใช้ถ้ามีขนาดที่สวมเข้ากับตัวท่อค่อนข้างหลวม จะต้องทาให้ฉนวนให้ติดกับตัวท่อโดยตลอด
- 2.7 ตรงส่วนที่รองรับท่อด้วยที่แขวนท่อ ให้ใช้ยางเนื้อแข็งที่ขึ้นรูปเข้ากับท่อ ประกอบต่อกันเข้ากับท่อ และความ หนาเท่ากับฉนวนที่ใช้หุ้มตัวท่อและหุ้มชนด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam โดยรอบ โดยต้องรองรับข้างใต้ด้วยแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ม้วนเป็นวงครึ่งวงกลม มีความยาวตามแนวท่อยาวกว่าความยาวของยางรองออกไปข้างละ 3 ซม.

- 2.8 ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ฉีกขาด ผิดถลอก หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้ง ไม่อนุญาตให้นำมาใช้ในการติดตั้งโดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความเสียหาย มีรอยถลอก รอยกรีดฉีกขาดหลายแห่ง เป็นเนื้อที่มากกว่า 5% ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ยังมีสภาพดีในบริเวณนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่ และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะ ช่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้คุมงาน
- 2.9 ท่อที่หุ้มฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam หากต้องเดินอยู่นอกอาคารจะต้องหุ้มด้วยปลอกอลูมิเนียมทับอีกชั้นหนึ่ง
- 2.10 ให้ผู้รับจ้างตรวจสอบกับผู้ผลิตว่าความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อน้ำ ในกรณีที่ท่อน้ำเย็นเดินอยู่นอกอาคาร ผ่านบริเวณที่มีความชื้นสูงเป็นพิเศษก่อนทำการติดตั้ง ถ้าฉนวนมีความหนาไม่เพียงพอให้ผู้รับจ้างเลือกฉนวนที่มีความหนามากกว่าที่ระบุไว้ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

หมวดที่ 09 ท่อน้ำและการติดตั้ง

09-901 ท่อน้ำและการติดตั้ง

1. ท่อน้ำและอุปกรณ์

- 1.1 ท่อน้ำระบายความร้อน (Cooling Water Pipe) ท่อน้ำทั้งหมดถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น จะต้องใช้ท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิดมีตะเข็บมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 ความหนาไม่น้อยกว่า ERW Schedule 40 ข้อต่อเป็นแบบเชื่อม ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ End และพิมพ์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อและขนาด ระบุบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเกินเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม.
- 1.2 ท่อน้ำเติม (Make Up Water Piping) และท่อน้ำทิ้งจากหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower Drain) วัสดุที่ใช้ประกอบระบบท่อน้ำเติมและท่อน้ำทิ้ง จากจุดต่อของระบบประปาของอาคารจนถึง Expansion Tank หรือหอผึ่งน้ำให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS 1387 : 1967, Class Medium อุปกรณ์ประกอบท่อ (Pipe Fitting) ใช้แบบมีเกลียวทำด้วย Malleable Iron หรือ Mild Steel
- 1.3 ท่อลมอัด (Compressor Air) ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS 1387 : 1967 Class Medium อุปกรณ์ประกอบท่อ (Pipe Fitting) ใช้แบบมีเกลียวทำด้วย Malleable Iron หรือ Mild Steel
- 1.4 ท่อน้ำทิ้งจาก Condensate Drain ใช้ท่อ PVC สีฟ้าตามมาตรฐาน มอก.“Class 8.5” และให้หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell ขนาด ½”
- 1.5 ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ท่อน้ำจะต้องใช้ท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิดมีตะเข็บ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน AP-5L หรือ ASTM A - 53 ความหนาไม่น้อยกว่า ERW Schedule 40 ข้อต่อเป็นแบบเชื่อม ท่อทุกท่อจะต้องพิมพ์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อและขนาดระบุบนตัวท่อ
- 1.6 อุปกรณ์ประกอบท่อเหล็ก (Pipe Fitting)ใช้ Standard Weight Fitting แบบเชื่อมหรือแบบต่อเกลียวหน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding-Neck หรือ Socket Welding มาตรฐาน BS 10 Table F หรือ Class 150 lb, มาตรฐาน ANSI B 16.5 (BS1650) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat
- 1.7 ข้อต่อแบบเชื่อม (Welded Fittings) ข้อต่อแบบเชื่อมจะต้องมีลักษณะดังนี้
 - 1.7.1 หน้าแปลน (Flanges) เป็นเหล็กกล้า สามารถทนความดันได้ไม่น้อยกว่าวาล์วที่ใช้ติดตั้ง
 - 1.7.2 ข้อโค้ง (Elbows), Tees, Laterals และข้อลด (Reducers) ต้องเป็นเหล็กกล้า (Steel) ขนาดเท่ากับท่อน้ำที่ใช้การต่อท่อกิ่ง (Branch) ที่มีขนาดเล็กกว่ากับท่อเมนใหญ่ให้ใช้ Shaped Welding Fitting จำพวก Weldolets, Teelets หรือ Thredolets เชื่อมต่อ ห้ามใช้ข้อต่อแบบ Miter Elbow หรือแบบทำขึ้นเองโดยเด็ดขาด
- 1.8 ข้อต่อแบบขันเกลียว (Screwed Fittings) ต้องเป็นชนิด Malleable Iron, Threaded, Standard Weigh Bunded
- 1.9 ปะเก็น (Gasket) หน้าแปลนทุกตัวจะต้องมีปะเก็นทำจากแผ่น Abestos คั่นอยู่กลาง ความหนาที่ใช้ต้อง ไม่น้อยกว่า 1/16 นิ้ว นอกจากจะได้กำหนดเป็นอย่างอื่น

- 1.10 สารอัดเกลียว (Pipe Joint Compound) การต่อท่อโดยใช้ข้อต่อเกลียวต้องใช้ Teflon Tape หรือสารประกอบของ Graphite พันหรือทาบนเกลียวตัวผู้ก่อนเข้าเกลียวให้แน่น ปลายเกลียวที่เหลือจะต้องทำความสะอาดก่อนทาสี Zine Chromate อย่างน้อย 1 ครั้ง และต้องเหลือไม่มากกว่าสองเกลียว

2. การติดตั้ง

- 2.1 การเดินท่อน้ำต่างๆ ดังที่ปรากฏในแบบเป็นเพียงแนวทางที่แนะนำให้เท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบแนวทางการเดินท่อน้ำ กับแบบสถาปัตยกรรม, โครงสร้าง, ไฟฟ้า และสุขาภิบาล เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีปัญหาในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีการติดตั้งระบบท่อให้เหมาะสมกับสภาพการก่อสร้างจริงและให้ความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุงรักษาท่อได้มากที่สุด ท่อส่วนใดที่ระบุในแบบว่าจะต้องเดินผ่านผนัง, คาน, เสา, Pipe Shaft และ Trench ผู้รับจ้างจะต้องทำตามโดยเคร่งครัด โดยจัดทำ Offset, ข้อต่อ, Sleeve, Escutcheon หรืออื่นๆ ตามที่จำเป็น แนวทางการเดินท่อจริงจะต้องเป็นไปตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติแล้วเท่านั้น
- 2.2 การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้องโดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง เมื่อติดตั้งท่อแล้วจะต้องไม่เกิดแรงเครียด (Stress) ภายในท่ออันอาจทำให้ระบบท่อหรืออาคารเสียหายได้
- 2.3 การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องปล่อยให้มีการยืดและหดตัว โดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่างๆ โดยให้จัดทำ Offsets และ Loops ตามความเหมาะสมเพื่อใช้รับการขยายตัวของท่อ การต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน หากในกรณีที่ไม่ได้ระบุให้มีข้อต่ออ่อน (Flexible Connection) ต่อประกอบอยู่ จะต้องจัดระนาบการเดินท่อน้ำ การทำ Offset ให้เหมาะสมกับขนาดท่อและความยาวของท่อทางตรง เพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือนและแรงเครียด (Stress) ที่ถ่ายทอดไปยังระบบท่อน้ำ
- 2.4 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ และวาล์วต้องเป็น Union หรือ Flange เสมอ
- 2.5 จะต้องไม่มีแนวท่อน้ำเดินอยู่เหนือแผงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเด็ดขาด
- 2.6 ผงตะไคร่ ฝุ่นต่างๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อ ผิวภายนอกของท่อเหล็กดำและชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทั้งหมด ต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสตี
- 2.7 การเปลี่ยนแนวทางการเดินท่อ เปลี่ยนขนาดต้องใช้ข้อต่อมาตรฐานเสมอ ท่อแยก (Branch) ที่ต่อออกจากท่อเมน(Main) ให้ใช้ Tee มาตรฐาน นอกจากท่อแบบเชื่อมขนาด 8 นิ้ว และใหญ่กว่าหากท่อแยกมีขนาดไม่เกินครึ่งหนึ่งของท่อเมนยอมให้ใช้เจาะเชื่อมได้
- 2.8 ในกรณีที่ใช้ข้อลดสำหรับท่อในแนวนอน (Horizontal) ให้ใช้ข้อลดเบี้ยว (Eccentric Reducer) โดยติดตั้งให้ด้านหลังท่ออยู่ในระดับเดียวกันด้านลดขนาดอยู่ด้านล่างทั้งท่อน้ำส่งและน้ำกลับเพื่อไม่ให้อากาศค้างอยู่ภายใน
- 2.9 ข้อลดของท่อแบบเกลียว ห้ามใช้แบบลดเหลี่ยม (Bushing) ต้องใช้ข้อลดมาตรฐาน (Reducer) เท่านั้น
- 2.10 ติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Gate Valve และต่อท่อจาก Air Vent ไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุด ตำแหน่งที่ต้องติดตั้งดังนี้ คือ
- 2.10.1 Main Header ในห้องเครื่องทำน้ำเย็น
- 2.10.2 จุดบนสุดของท่อ Chilled Water Risers
- 2.10.3 อื่นๆ ตามที่ระบุในแบบ
- 2.11 จุดยึดท่อ (Clamp) ในแนวตั้ง (Vertical Riser) และข้อต่อไม่ควรอยู่สูงกว่า 1.50 เมตร จากพื้นของแต่ละชั้น

- 2.12 จุดต่ำสุดของท่อแนวตั้ง (Riser) ทุกท่อต้องติดตั้ง Drain Valve ไว้ถ่ายน้ำทิ้ง และจากวาล์วต่อท่อสั้นๆ ขนาดเท่า วาล์วพร้อมมี Cap ปิดปลายขนาดของวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้เป็นดังนี้

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

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

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

3. ที่แขวนและรองรับน้ำหนักท่อ (Hanger and Support)

- 3.1 ที่แขวนท่อ (Hangers) ที่รองรับท่อ (Saddles) Pipe Rollers และประกนยึดท่อ (Clamps) ท่อน้ำทุกท่อต้องมีการรองรับอย่างแข็งแรงดังนี้ ท่อที่เดินตามแนวนอนให้ใช้ที่แขวนท่อแบบ Clevis ชนิดปรับได้ ยึดติดกับโครงสร้างอาคาร ด้วยก้านเหล็กอย่างมั่นคง แต่อาจใช้ Trapeze Hanger แทนได้ ในกรณีที่ท่อเดินขนานกันหลายท่อ ท่อที่เดินใกล้ระดับพื้นให้ใช้ Pipe Stanchions ที่มี Base Flanges และ Top Yodes ที่สามารถปรับระดับได้หรือจะใช้ Roller Supports ตั้งบนฐานคอนกรีตหรือแบบอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ท่อที่เดินใกล้กำแพงให้ใช้ท้าวแขนเหล็กกล้า (Steel Brakes) ที่เหมาะสมรองรับ ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1 1/2" หรือเล็กกว่า อาจใช้ประกนยึดท่อเพียงอันเดียว การแขวนหรือรองรับท่อต้องไม่เกิน 1.50 เมตร จากชั้นส่วนที่หนัก เช่น ข้อต่อหรือวาล์ว สำหรับบริเวณท่อแยกทั้งต้นท่อและปลายท่อต้องยึดไม่เกิน 0.9 เมตร ส่วนบริเวณที่หักเลี้ยวต้องไม่มากกว่า 0.3 เมตร ท่อส่วนที่นอกเหนือจากนห้องรองรับไม่ห่างเกินที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

ขนาดท่อ (Nominal Size) มิลลิเมตร (นิ้ว)	ระยะห่างสูงสุดของช่วงท่อ มิลลิเมตร (นิ้ว)
25 (1)	2.00
32 (1 1/2)	2.00
40 (1 1/2)	2.00
50 (2)	2.50
65 (2 1/2)	2.50
75 (3)	3.00
100 (4) และใหญ่กว่า	3.50

ที่แขวนหรือรองรับท่อแต่ละอันต้องสามารถปรับระยะในแนวดิ่งได้ไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว

- 3.2 Pipe Hanger ทุกตัวที่อยู่ใน Cooling Tower & Pump Room จะต้องแขวนด้วย Spring Isolator ทุกตัว Min, Static Deflection 1”
- 3.3 Protection Shields การป้องกันมิให้เนื้อฉนวนบริเวณที่แขวนท่อถูกน้ำหนักรบกวนที่จนเสียหายผู้รับจ้างจะต้องใช้ Protection Shield ที่ทำด้วยวัสดุซึ่งมีความหนาและความยาวพอเหมาะ เพื่อใช้รองรับระหว่างที่แขวนท่อกับฉนวน โดยต้องนำมาขออนุมัติก่อนเอาไปใช้ติดตั้ง
- 3.4 การรองรับท่อตามแนวดิ่ง (Vertical Piping Supports) ท่อที่เดินในแนวดิ่งจะต้องมี Guide หรือที่รองรับ ณ กึ่งกลางของ Riser แต่ละชั้นโดยมีระยะห่างกันไม่เกิน 5.00 เมตร และจะต้องทำที่รองรับเพิ่มเติมที่ฐานของ บริเวณ ข้อโค้ง (Elbow) หรือท่อแยก (Tee) ด้วย Pipe Stand ในบริเวณที่มีท่อเดินในแนวดิ่งอยู่ใกล้กันหลายท่อ อาจจะใช้ Guide ที่เหมาะสมร่วมกันได้ Guide และ Spacers จะต้องทำด้วยเหล็กโครงสร้างและตรึงยึดให้อยู่กับที่อย่างมั่นคง
- 3.5 การแขวน ยึดท่อ ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน สถานที่ตั้งและน้ำหนักของท่อน้ำในท่อรวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งบน ท่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกชนิดและขนาดของ Hanger และ Support การยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ Expansion Bolt ห้ามใช้สปริงยึดท่อ (Power Automated Pin)
- 3.6 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักท่อโดยเด็ดขาด
- 3.7 หลังจากการติดตั้งระบบท่อทั้งหมดและเติมน้ำเข้าจนเต็มแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับ ที่ถูกต้อง

4. ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (Sleeve and Escutcheon)

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งปลอกท่อลอด (Sleeve) ก่อนการเทพื้น คาน และผนังคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมกับผนังบ่ออิฐ ก่อนการติดตั้งให้ร่วมปรึกษากับผู้คุมงานและวิศวกรโครงสร้าง
- 4.2 ท่อที่ติดตั้งก่อนทำผนังหรือหล่อคอนกรีต ต้องสวม Sleeve ไว้ก่อนเสมอ
- 4.3 ขนาดภายในของ Sleeve ต้องโตกว่าขนาดท่อ และฉนวนหุ้มท่อที่ลอดผ่านไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปลาย ทั้งสองด้านต้องตัดขอบเรียบได้ฉากกับผนัง และความยาวเท่ากับความหนาของผนัง
- 4.4 ช่องว่างระหว่าง Sleeve กับท่อ และฉนวนที่ติดตั้งภายในอาคารต้องอุดให้แน่นด้วยฉนวน Mineral Wool แผ่นปิด (Escutcheon) ทั้งสองด้านทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว
- 4.5 ขนาดของแผ่นปิดมีดังนี้

- 4.5.1 ท่อขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 2 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว)
- 4.5.2 ท่อขนาด 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) และใหญ่กว่า ความหนาของแผ่นปิด 3 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว)

5. ท่อที่ติดตั้งผ่านผนังออกสู่ภายนอกอาคาร (Exterior wall)

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

6. อุปกรณ์เพื่อการขยายตัว (Expansion Joints)

- 6.1 ในกรณีที่แบประจุให้ผู้รับจ้างจัดหาอุปกรณ์เพื่อการขยายตัวของท่อ ที่เกิดขึ้นเนื่องจาก Offsets หรือ Loops ของท่อที่มีอยู่ไม่สามารถลดการขยายหรือหดตัวอย่างได้ผล ผู้รับจ้างจะต้องใช้ Expansion Joint ชนิด Axial Bellow Type ทำด้วย Stainless Steel ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้กับน้ำอุณหภูมิระหว่าง 33-350 องศาฟาเรนไฮต์ และสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Operating Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า Valve ที่ใช้ติดตั้งส่วนนั้น มีคุณสมบัติลดแรงเค้น (Stress) อันเกิดจากการขยายหรือหดตัวของท่อได้ทั้งหมด โดยถือว่าน้ำที่ใช้อุณหภูมิ 95 องศาฟาเรนไฮต์เป็นเกณฑ์ การเลือกขนาดที่เหมาะสม ตลอดจนการติดตั้งต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำเท่านั้น
- 6.2 ในกรณีที่การขยายตัวของท่อ จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือยกตัว ผู้รับจ้างจะต้องทำที่แขวนท่อแบบให้สปริง โดยได้รับการพิจารณาเรื่องรูปแบบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

7. ความลาดของท่อน้ำ (Pipe Pitch)

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

8. การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์

8.1 ท่อแบบเกลียว (Threaded Joint)

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

8.2 การต่อแบบเชื่อม (Welded Joint)

- 8.2.1 คุณสมบัติของช่างเชื่อมและวิธีการเชื่อม การตัดสินใจว่าช่างเชื่อมผู้ใดมีคุณสมบัติเหมาะสมตามต้องการหรือไม่ จะใช้วิธีดูฝีมือเชื่อม ณ สถานที่ที่ทำงาน หากเห็นว่าฝีมือของช่างคนใดยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ให้ช่างผู้นั้นทำงานต่อไปได้
- 8.2.2 Pipe Connection ท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และเล็กกว่าต้องใช้ท่อแบบเกลียว ท่อที่มีขนาด 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่า ให้ใช้ข้อต่อแบบเชื่อมทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามนี้โดยเคร่งครัด นอกจากนี้จะได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่น
- 8.2.3 การลบมุมท่อ (Pipe Beveling) ท่อทุกท่อก่อนที่จะนำมาเชื่อมติดกันต้องลบมุมทั้งสองข้างให้เรียบร้อย ประมาณ 20 องศา-40 องศา ซึ่งอาจทำโดยใช้เครื่องจักรหรือใช้เปลวไฟตัดท่อขาดก่อน แล้วใช้ตะไบดูแลแต่งขอบให้เรียบร้อยอีกทีหนึ่ง
- 8.2.4 ลวดเชื่อม (Welding Rods) ต้องเหมาะสมกับเนื้อโลหะที่ใช้เชื่อมตามมาตรฐาน AWS
- 8.2.5 การเชื่อมท่อ (Pipe Welding) ก่อนเชื่อมต้องทำความสะอาดปลายท่อให้เรียบร้อยก่อนวางท่อให้อยู่ในแนวที่ต้องการ แล้วค้ำยันให้มั่นคงด้วยท่อส่วนอื่นๆ ทำการเชื่อมแถมยึดเป็นจุดๆ (Tack Weld) ก่อนเชื่อมจริง ขณะเชื่อมต้องพยายามให้เนื้อโลหะจากลวดเชื่อมและท่อหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ตลอดแนวเชื่อมลึกลงไปถึงผิวภายในของตัวท่อทุกส่วน
- 8.2.6 การเชื่อมท่อโดยทั่วไปเป็นแบบ Butt-Welding ใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ARC Welding) รอยเชื่อมจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อมให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้ากันได้อย่างทั่วถึง

8.3 การต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Joints)

- 8.3.1 เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลนและการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Out-Side Diameter) ที่เลือกใช้งาน และหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่างๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อโดยทั่วไปจะต้องเป็นแบบเชื่อม
- 8.3.2 การยึดจับหน้าแปลนจะต้องจัดให้หน้าสัมผัส (Facing Flange) ได้แนวนานกันและตั้งฉากกับท่อ การเชื่อมหน้าแปลนกับท่อให้เชื่อมอย่างน้อย 2 รอยทับกัน

- 8.3.3 สลักเกลียว (Bolt) และนอต (Nut) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไปเป็นแบบ Carbon Steel ยกเว้นที่ใช้กับระบบท่อซุงสังกะสีจะต้องใช้แบบ Galvanized or Cadmiumplate Bolt and Nut และที่ใช้กับระบบท่อฝังดินจะต้องทำด้วย Stainless Steel สลักเกลียวจะต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วจะต้องมีปลายโผล่จากเป็นเกลียวไม่น้อยกว่า 1/2 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว
- 8.4 การต่อแบบบัดกรี (Solder Joints)
- 8.4.1 ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมจะต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาดปลายท่อภายนอกและภายใน
- 8.4.2 ใช้แปรงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting รวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสาน อุณหภูมิการเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยเฉพาะการใช้ Solder แบบ Silver Brazing น้ำบัดกรีส่วนเกินจะต้องเช็ดออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง

หมวดที่ 10 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ

10-1001 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ

1. วาล์วและอุปกรณ์

- 1.1 Butterfly Valve วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSI, ขนาด 85 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์ว (Body) เป็นแบบ Full Lug Type ทำด้วย Cast-Iron หรือ Malleable Iron Steel มี Alignment Holes สำหรับการยึดหน้าแปลนและมี Elastomer Seat, DISC ทำด้วย Stainless Steel, Shaft ทำด้วย Stainless Steel ออกแบบเป็นชิ้นเดียว Valve Seat ต้องเป็นแบบที่สามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้ วาล์วขนาดใหญ่กว่า 150 มม. (6 นิ้ว) ให้ใช้เป็นชนิด Hand Whell Gear Operated
- 1.2 Balancing Valve
 - 1.2.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSIG.
 - 1.2.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Balancing Valve ที่ท่อน้ำออกจากเครื่องปรับอากาศทุกชุดและตามท่อแยกเข้า Riser ทั้งหมด หรือตามที่กำหนดในแบบเพื่อใช้ปรับอัตราการไหลของน้ำ ให้ได้ปริมาณตาม ที่ต้องการ โดยเลือกใช้ Balancing Valve ชนิดที่มี Measuring Ports ออกแบบมาสำหรับใช้วัดอัตราการไหลของน้ำได้ในตัว
 - 1.2.3 Balancing Valve With Flow Monometer จะต้องเลือกใช้ตามขนาดท่อที่แสดงไว้ในแบบและ/หรือเลือกขนาดโดยการคำนวณอัตราการไหลและความดันตก (Pressure Drop) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต มีความเหมาะสมสำหรับการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำในช่วงตามที่ต้องการ
 - 1.2.4 วาล์วขนาด 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม. (2 นิ้ว) ทำด้วย Bronze หรือ Bras แบบ Screwed Ends
 - 1.2.5 วาล์วขนาด 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์ว ทำด้วย Cast Iron และปลั๊กทำด้วย Bronzeหรือ Brass, Flanged Ends.
 - 1.2.6 Flow Meter Fitting และ Monometer จะต้องเลือกใช้ตามขนาดท่อที่แสดงไว้ในแบบ และเหมาะสมสำหรับการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำในช่วงตามที่ต้องการ
- 1.3 Water Strainer จะต้องออกแบบให้ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Stainless Steel ตะแกรงสะเทรนเนอร์เป็นแบบ Y-Pattern แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel ตะแกรงประมาณ 150 รู/ตารางนิ้ว สามารถถอดออกล้างได้โดยไม่ต้องถอดสะเทรนเนอร์ทั้งตัวออกจากระบบท่อน้ำขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัวเรือนทำด้วย Bronze ต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) ขนาด 85 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัวเรือนทำด้วย Cast Iron ต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) ที่แผ่นปิดด้านตะแกรงๆ ต้องติดตั้งวาล์วระบายตะกอนทั้งขนาดไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อสั้นและฝาปิด (Cap) ปลายท่อทั้งไว้ด้วย
- 1.4 Flexible Pipe Connection จะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 200 Psi. ข้อต่ออ่อนด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องเป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Below Type Double Sphere) ขนาดข้อต่ออ่อนตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 85 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และ ใหญ่กว่าต่อแบบหน้าแปลน การติดตั้งแบบต่อด้วยหน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยึดตัวของข้อต่ออ่อนมากเกินกำหนด

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

หมวดที่ 11 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

11-1101 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิดก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงาน ต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี โดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและทาสีจากการซ่อมแซม ชัดถูและทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - 2.1.1 ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และดำเนินต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัสดุแปลกปลอมออกจากนั้น จึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของ ผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
 - 2.1.2 ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น
- 2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็กให้ทำความสะอาด โดยใช้กระดาษทรายแล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น
- 2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมัน และฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น
- 2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสี รองพื้น

3. การทาสีหรือพ่นสี

- 3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องใช้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อ ๆ ไปได้
- 3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ
 - 3.2.1 สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
 - 3.2.2 สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม
- 3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางแสดงประเภทหรือชนิดของสี

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผูกเรือนสูง
<ul style="list-style-type: none"> Black Steel Pipe Black Steel Hanger & Support Black Steel Sheet Switch Board, Panel Board ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet 	ชั้นที่ 1 Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
<ul style="list-style-type: none"> Galvanized Steel Pipe Galvanized Steel Hanger & Support Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสีให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
<ul style="list-style-type: none"> Pvc. Pipe Plastic Pipe 	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber
<ul style="list-style-type: none"> Cast Iron Pipe รวมถึงท่อใต้ดินด้วย 	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy
<ul style="list-style-type: none"> Copper Tube Stainless Steel Pipe Stainless Steel Sheet Aluminium Steel Pipe Aluminium Steel Sheet Light Alloy Lead Conduit Clamp 	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd
<ul style="list-style-type: none"> Closed Cell Foam Plastic ใช้แถบสีแสดงรหัสสี		

หมายเหตุ : ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้น จำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

- 5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสี ให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้นๆ มีการหุ้มฉนวนให้ทาเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น
- 5.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น
- 5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้

ขนาดท่อ (Dia.)	ความกว้างของแถบรหัสสี	ขนาดตัวอักษร
20 มม. (3/4") - 32 มม. (1 1/4")	200 มม. (8")	15 มม. (1/2")
40 มม. (1 1/2") - 50 มม. (2")	200 มม. (8")	20 มม. (3/4")
65 มม. (2 1/2") - 150 มม. (2")	300 มม. (12")	32 มม. (1 1/4")
200 มม. (8") - 250 มม. (10")	300 มม. (12")	65 มม. (2 1/2")
300 มม. (12") - มากกว่า	500 มม. (20")	90 มม. (3 1/2")

- 5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้
 - 5.4.1 ทุกๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
 - 5.4.2 ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
 - 5.4.3 เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
 - 5.4.4 เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะเลพื้น
 - 5.4.5 บริเวณช่องเปิดบริการ
- 5.5 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 6

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	Chilled Water Supply	CHS.	เขียว	ขาว
	Chilled Water Return	CHR.	เขียว	ขาว
2.	Condenser Water Supply	CDS.	ส้ม	ขาว
	Condenser Water Return	CDR.	ส้ม	ขาว
3.	Make-up Water	MW.	แดง	เหลือง
4.	Softened Water	SW.	ขาว	เหลือง
5.	Lubricating Oil	LO.	ส้ม	ขาว
6.	Refrigerant Line Gas	RG.	เหลือง	ขาว
	Refrigerant Line Liquid	RL	เหลือง	ขาว
7.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
9.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ	AC	ฟ้า	ฟ้า
10.	อุปกรณ์แขน ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	-	เทาเข้ม	-
11.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	-
	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง

หมายเหตุ : ที่มีปรากฏแก่สายตาและมีได้ระบุรหัสสีให้ใช้ประเภทหรือชนิดของสีตามตารางข้อ 4 ส่วนรหัสของสีทับหน้าให้เป็นไปตามสีของอาคารในบริเวณที่เท่านั้นติดตั้งอยู่

หมวดที่ 12 การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน

12-1201 การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ ทั้งหมด ให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา
- 1.2 การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วันๆ ละ 12 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน
- 1.3 ระบบปรับอากาศชุดใด ที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการ ทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้น ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 15 วัน
- 1.4 ภายหลังจากการทดสอบให้ผู้รับจ้าง ยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่า ระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้ เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

2. ข้อมูลของการทดสอบ

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่มีลักษณะคล้ายกับแบบมาตรฐาน ของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ
- 2.2 แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบหรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจน
- 2.3 ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่างๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน
- 2.4 ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัด โดยไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขูดลอกโดยเด็ดขาด แล้วให้ผู้ทำการทดสอบและตัวแทนของ ผู้ว่าจ้าง ซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น
- 2.5 หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้นหรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

3. การทดสอบระบบทำความเย็นและระบบน้ำหล่อเย็น

- 3.1 ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็นและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่อง โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอน และวิธีการที่ผู้ทำเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างเคร่งครัด
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่อง ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมทั่วไป และระบบควบคุมความปลอดภัยต่างๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้

- 3.3 เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ไ้ระดับ ท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่อง ต้องมีการรองรับเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึงหรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางการหมุน และบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานของผู้ทำ
- 3.4 อุปกรณ์ปรับสภาวะน้ำ ให้ทำการทดสอบเกี่ยวกับอัตราการไหล การวิเคราะห์สภาวะของน้ำ แล้วทำการปรับแต่งให้ได้ตามที่กำหนดไว้
- 3.5 Cooling Tower ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะในการระบายความร้อน และจำนวนน้ำที่ต้อง Bleed-Off ในแต่ละครั้งภายหลังการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดปราศจากตะกอนและโคลนตมก่อนการส่งมอบงาน

4. การทดสอบระบบท่อน้ำ

- 4.1 ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนด การจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 4.2 การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาและอนุมัติของผู้คุมงาน
- 4.3 การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้คุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย
- 4.4 ท่อน้ำและอุปกรณ์ ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งานแต่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- 4.5 ท่อน้ำทั้งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- 4.6 หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่วและซ่อมแซมแล้วทดสอบใหม่ จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
- 4.7 รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อและเทปพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอยเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่

5. การปรับปริมาณน้ำ

- 5.1 ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบและที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการอยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จากที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์
- 5.2 การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำ ให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และเทียบกับ Pump Curve ของผู้ผลิต
- 5.3 วาล์วปรับปริมาณน้ำ (Balancing Valve) หลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว
- 5.4 ออร์ฟิสหรือ Flow Meter ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

หมวดที่ 13 การทดสอบและทำความสะอาด

13-1301 การทดสอบและทำความสะอาด

1. ความต้องการทั่วไป

ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา โดยทำให้การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วันๆ ละ 12 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน ระบบปรับอากาศชุดใดที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมงให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้นติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 15 วัน ภายหลังจากการทดสอบให้ผู้รับจ้างยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่าระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

2. ข้อมูลของการทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่ได้รับความเห็นชอบในรายละเอียดของผู้ว่าจ้าง แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบหรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจนก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัดโดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขีดลบออกโดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้นหากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้นหรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมด สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

3. การทดสอบระบบทำความเย็น

- 3.1 ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็นและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอน และวิธีการที่ผู้ทำเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างดีเคร่งครัด
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่อง ตรวจสอบดูการทำงานของระบบควบคุมทั่วไปและระบบควบคุมความปลอดภัยต่างๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้
- 3.3 เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ได้ระดับ ท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่องต้องมีการรองรับ เพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึงหรือแรงกดติดต่อกันระหว่างการทำทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางลมและบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ เพื่อทำเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานของผู้ว่า
- 3.4 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะในการระบายความร้อนในแต่ละครั้ง ภายหลังจากการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดปราศจากฝุ่นผงก่อนการส่งมอบงาน

4. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- 4.1 ภายหลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบ ปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามความต้องการ ปริมาณลมที่หน้าากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% ของปริมาณลมที่ระบุในแบบ
- 4.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 4.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง
- 4.4 ระบบกระจายลมจะต้องไม่ทำให้เกิด Draft หรือเสียงดังเกินกว่า Noise Criteria สำหรับลักษณะการใช้งานของแต่ละห้อง

5. การทำความสะอาดท่อลม

- 5.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษขี้ปูน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- 5.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศ เป่าลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด
- 5.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

6. อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศจะต้องได้รับการปรับหรือตั้งตามเงื่อนไขหรือตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบระบบควบคุมแล้วทำรายงานถึงผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร ภายหลังจากวันตรวจมอบงานแล้วหนึ่งเดือน สามเดือน แปดเดือน และสิบเอ็ดเดือน ตามลำดับรวม 4 ครั้ง

หมวดที่ 14 รายชื่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 14-1401 ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่แสดงนี้ คือรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีการยอมรับให้ใช้งานได้ ทั้งนี้จะต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนด ซึ่งแสดงตามแบบและรายการประกอบแบบ และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก.

การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ หรือขอเทียบเท่าผลิตภัณฑ์ ต้องได้รับการอนุมัติ หรือเห็นชอบจากผู้ออกแบบเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น รายชื่อผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับให้ใช้ได้ มีดังนี้

1. MAIN EQUIPMENT AIR CONDITION

- | | | | |
|-----|--|---|--|
| 1.1 | FANCOIL UNIT | : | CARRIER, DAIKIN, TRANE, YORK |
| 1.2 | SPLIT TYPE AIR CONDITIONER
(FOR COMMERCIAL) | : | DAIKIN, MITSUBISHI ELECTRIC, CARRIER, TRANE
,MIDEA |
| 1.3 | VRV / VRF AIR CONDITIONER | : | DAIKIN, MITSUBISHI ELECTRIC, TOSHIBA,
TRANE, LG, SAMSUNG, MIDEA |
| 1.4 | COMMERCIAL AIR PURIFIER | : | HONEYWELL, MICRO AIR, AQE, ALPINE |

2. VENTILATION FAN

- | | | | |
|-----|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
| 2.1 | CEILING FAN
(FOR COMMERCIAL) | : | PANASONIC, MITSUBISHI, KRUGER, WOLTER |
| 2.2 | PROPELLER FAN
(FOR COMMERCIAL) | : | PANASONIC, MITSUBISHI, KRUGER, WOLTER |
| 2.3 | CENTRIFUGAL FAN | : | PANASONIC, KRUGER, WOLTER, GREENHECK |
| 2.4 | AXIAL FLOW FAN | : | PANASONIC, KRUGER, WOLTER, GREENHECK |
| 2.5 | INLINE CABNET FAN | : | PANASONIC, KRUGER, WOLTER, GREENHECK |

3. PIPIPING WORK

- | | | | |
|-----|-------------------------------|---|--|
| 3.1 | CLOSE TYPE EXPANSION TANK | : | ARMSTRONG, ELBI, SALMSON, OR EQUIVALENT |
| 3.2 | BLACK STEEL PIPE | : | SAMCHAI (TUS), KLM, PACIFIC PIPE (PAP),
THAI STEEL PIPE (STS) |
| 3.3 | COPPER TUBE | : | CAMBRIDGE, KEMBLA, KLM, VALOR, O-TWO,
N.B.C |
| 3.4 | POLYVINYL CHLORIDE PIPE (PVC) | : | THAI PIPE, ELEPHAN(SCG), PPP |
| 3.5 | CLOSE CELL ELASTOMERIC FOAM | : | AEROFLEX, MAXFLEX, KFLEX, AMARFLEX |
| 3.6 | FEXIBLE PIPE CONNECTOR | : | MASON, METRAFLEX, TOZEN, OR EQUIVALENT |

- 3.7 EXPANSION JOINT : MASON, METRAFLEX, TOZEN, OR EQUIVALENT
- 3.8 VIBRATION ISOLATOR : MASON, METRAFLEX, TOZEN, OR EQUIVALENT
4. VALVE & ACCESSORIES
- 4.1 GATE VALVE : TOYO, KITZ, CRANE, HONEYWELL, VALOR
- 4.2 BUTTERFLY VALVE : KEYSTONE, AMARI, EBRO, CRANE, VALOR
- 4.3 BALANCING VALVE W/FLOW
MEASURING PORTS : ARMSTRONG, CRANE, HONEYWELL
- 4.4 WATER STRAINER : KITAZAWA, CRANE, TOYO, VALTEC, VALOR
- 4.5 PRESSURE GAUGE : TRERICE, WEKSLER, WEISS, WINTERS
- 4.6 TEMPERATURE GAUGE : TRERICE, WEKSLER, WEISS, WINTERS
5. DUCT WORK
- 5.1 GALVANIZED STEEL SHEET : SINGHA OR EQUIVALENT
- 5.2 FIBERGLASS INSULATION : MICRO-FIBER, S.F.G. OR EQUIVALENT
6. DIFFUSERS, AIR GRILLES AND LOUVERS
- 6.1 DIFFUSERS AND AIR GRILLES (LOCAL) : KOMFORT FLOW, ESCOFLOW, FLOTHRU,
STREAM AIR, ASLI OR EQUIVALENT
- 6.2 AIR FILTER (HIGH & MEDIUM EFFICIENCY) : AAF, MICRO AIR, FARR, OR EQUIVALENT
7. CONTROL
- 7.1 ROOM THERMOSTAT : JOHNSON CONTROL, HONEYWELL, SIEMENS OR
SAME AS AIR-CON MFR.
- 7.2 P/PI/PID THERMOSTAT : JOHNSON CONTROL, HONEYWELL, SIEMENS
- 7.3 DAMPER ACTUATOR : JOHNSON CONTROLS, BERNARD, BELIMO,
SIEMENS, GREENHECK
- 7.4 VALVE ACTUATOR : JOHNSON CONTROLS, HONEYWELL, SIEMENS,
DANFOS
- 7.5 AUTOMATIC CONTROL EQUIPMENT : HONEYWELL, JOHNSON CONTROLS, SIEMENS,
DANFOS, OR EQUIVALENT
8. ELECTRICAL WORK
- 8.1 ELECTRICAL CABLE : THAI YAZAKI, PHELPS DODGE, S-SUPER
- 8.2 FIRE RESISTANT/LOW SMOKE CABLE : PRYSMIAN, PHELPS DODGE, STUDER
- 8.3 ELECTRICAL STEEL CONDUIT : PANASONIC, ARROW PIPE, UI

- 8.4 ELECTRICAL STEEL CONDUIT FITTING : STEEL CITY, SCI, FT
 - 8.5 PVC CONDUIT : ELEPHAN, THAIPIPE
 - 8.6 UPVC CONDUIT : CLIPSAL, F&G, HACO
 - 8.7 SAFETY SWITCH : SCHNEIDER, WESTINGHOUSE, GE
 - 8.8 DISCONNECTING SWITCH (IEC) : MOELLER, BLUE LINE, SCHNEIDER
 - 8.9 STARTER CONTRACTOR : ABB, SIEMENS, SCHNIEDER
 - 8.10 ELECTRIC MOTOR : BROOK, ABB, MITSUBISHI
9. OTHER
- 9.1 PAINT : TOA, JOTAN, BEGER, NIPPON PAINT
