



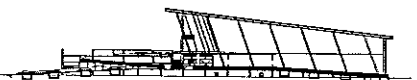
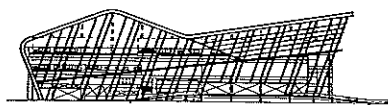
โครงการอาคารกิจการนักศึกษาและนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

เสนอ
ศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รายการประกอบแบบ
งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

อาคารกิจการนักศึกษาและนันทนาการ
(ส่วน A และส่วน B)

20 สิงหาคม 2558



DESIGN+DEVELOP

DESIGN+DEVELOP CO.,LTD.

1st Floor No.383 SON SOOPHITAJAI 4, RAMA 9 RD. (SOI 13)
BANGKAP, THAKYIYANG, BANGKOK 10310 THAILAND

TEL.+66 (0) 2716 8099, +66 (0) 2716 9787-8

FAX.+66 (0) 2716 8860

E-mail:dsd@designdevelop.co.th

Web:www.designdevelop.co.th



CA CONSULTANT CO.,LTD.

ชั้น 17/30 อาคารนิเวศ 54
RONGKRIANG RANGKRIANG RD. W4 10250



EEC Engineering Network Co., Ltd.

EEC ACADEMY BUILDING, 40 RAMA9 RD, RAMITRA ROAD,

KANNAIYAK, BANGKOK 10230 THAILAND

TEL.+66(0)2005-2900-13

FAX.+66(0)2005-2915

MOBILE:098-271-4315, 098-271-4316

E-Mail :www.eec.co.th

สารบัญ

หน้า

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1.	ขอบเขตของงาน.....	1 / 2
2.	สถาบันมาตรฐาน	1 / 2
3.	สถาบันตรวจสอบ	2 / 2

หมวดที่ 2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Air-cooled or Water-cooled Split Type)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 5
2.	การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ.....	1 / 5
3.	เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)	2 / 5
4.	เครื่องส่งลมเย็น (Evaporator Unit).....	3 / 5
5.	ระบบท่อสารความเย็นและท่อน้ำทิ้ง	4 / 5
6.	ระบบควบคุม (Control System).....	5 / 5
7.	การติดตั้งระบบปรับอากาศ	5 / 5

หมวดที่ 3 พัดลมระบายอากาศ (Ventilation and Exhaust Fans)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 4
2.	พัดลมแบบ Centrifugal	2 / 4
3.	พัดลมแบบ Propeller	3 / 4
4.	พัดลมแบบ Ceiling Mount Exhaust.....	3 / 4
5.	พัดลมแบบ Ceiling Circulating	4 / 4
6.	การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ.....	4 / 4

หมวดที่ 4 ระบบกรองอากาศ (Air Filtration System)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 2
----	-------------------------	-------

2.	ประเภทของแผงกรองอากาศ	1 / 2
3.	โครงของแผงกรองอากาศ	1 / 2

หมวดที่ 5 ระบบส่งลมและอุปกรณ์ (Air Distribution and Accessories)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 13
2.	Duct Classification	2 / 13
3.	ประเภทของท่อลม	3 / 13
4.	ข้อกำหนดของวัสดุกันไฟท่อลม	5 / 13
5.	ฉนวนหุ้มท่อลม (Duct Insulation)	6 / 13
6.	อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม (Duct Support and Hanger)	10 / 13
7.	ช่องเปิดบริการ (Access Door)	11 / 13
8.	Flexible Collars	11 / 13
9.	Damper	11 / 13
10.	การทำความสะอาดท่อลม	12 / 13
11.	การทดสอบและปรับปริมาณลม	13 / 13

หมวดที่ 6 หน้ากากลม (Diffusers and Grilles)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 1
2.	Fresh Air Grille/Fresh Air Register (FAG/FAR)	1 / 1
3.	Exhaust Air Grille/Exhaust Air Register (EAG/EAR)	1 / 1

หมวดที่ 7 ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control System)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 5
2.	ชนิดของระบบควบคุม	1 / 5
3.	Electronic Sensor/Controller	1 / 5
4.	อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat)	2 / 5
5.	Smoke Detector	2 / 5
6.	Timer Switch	3 / 5
7.	Control Description	4 / 5

หมวดที่ 8 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 4
2.	การต่อลงดิน	2 / 4
3.	ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส	3 / 4
4.	การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า	4 / 4

หมวดที่ 9 แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 7
2.	ฟังก์ชันของแผงสวิทช์	1 / 7
3.	ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดผนัง	1 / 7
4.	Circuit Breaker	3 / 7
5.	Motor Starter	3 / 7
6.	มอเตอร์	4 / 7
7.	เครื่องวัดและอุปกรณ์	4 / 7
8.	Busbar และฉนวนยึด	5 / 7
9.	สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทช์	5 / 7
10.	Mimic Bus และ Nameplate	6 / 7
11.	Remote Control Panel	6 / 7
12.	การติดตั้ง	7 / 7
13.	การทดสอบ	7 / 7

หมวดที่ 10 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 2
2.	ชนิดของสายไฟฟ้า	1 / 2
3.	การติดตั้ง	1 / 2
4.	การทดสอบ	2 / 2

หมวดที่ 11 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 3
----	-------------------------	-------

2.	ท่อร้อยสายไฟฟ้า.....	1 / 3
3.	Cable Tray	2 / 3
4.	Wireway	2 / 3
5.	กล่องต่อสาย.....	3 / 3
6.	การติดตั้ง.....	3 / 3
7.	การทดสอบ.....	3 / 3

หมวดที่ 12 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 5
2.	การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี.....	1 / 5
3.	การทาหรือพ่นสี.....	2 / 5
4.	ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม.....	3 / 5
5.	รื้อสีและสีสัญลักษณ์.....	3 / 5
6.	ตารางแสดงรื้อสีและสีสัญลักษณ์.....	5 / 5

หมวดที่ 13 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 2
2.	คุณสมบัติของวัสดุ.....	1 / 2
3.	การติดตั้ง.....	1 / 2

หมวดที่ 14 การทดสอบทำความสะอาดและการปรับแต่ง

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 3
2.	การทดสอบอุปกรณ์.....	1 / 3

หมวดที่ 15 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)

1.	วัสดุประสงค์.....	1 / 7
2.	รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน.....	1 / 7

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศซึ่งติดตั้งทั้งภายนอก และภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนดเพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้.-
- ก. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
 - ข. ระบบระบายอากาศ
 - ค. ระบบท่อลม
 - ง. ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
 - จ. ระบบไฟฟ้าสำหรับงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
 - ฉ. อุปกรณ์เก็บเสียง
- 1.3 การส่งเอกสารเพื่อขออนุมัติให้ใช้หน่วยทางวิศวกรรม (SI Unit หรือ IP Unit) เดียวกันกับที่ระบุในแบบ และ / หรือ ที่ระบุในตารางอุปกรณ์

2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้.-

AHAM	-	Association of Home Appliance Manufacturers
AMCA	-	Air Moving and Conditioning Association
ANSI	-	American National Standard Institute
API	-	American Petroleum Institute
AHRI	-	Air-Conditioning Heating 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
CTI	-	Cooling Tower Institute
FM	-	Factory Mutual
IEC	-	International Electro-Technical Commission
MEA	-	Metropolitan Electricity Authority
NFC	-	National Fire Code
NEC	-	National Electrical Code
NEMA	-	National Electrical Manufacturers
NFPA	-	National Fire Protection Association
PEA	-	Provincial Electricity Authority
SMACNA	-	Sheet Metal and Air-Conditioning Contractors National Association Inc.
TIS	-	Thai Industrial Standard
UL	-	Underwriters Laboratories, Inc.

3. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญาฯ อนุญาตให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้ได้ โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

- ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ค. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- จ. สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

หมวดที่ 2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Air-cooled or Water-cooled Split Type)

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน เครื่องส่งลมเย็น ท่อสารความเย็น และอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ทั้งชุดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานของผู้ผลิตที่เป็นต้นกำเนิดผลิตภัณฑ์ (Country of Original Product) หรือผลิตภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นภายในโรงงานที่มีคุณภาพ เครื่องระบายความร้อนเป็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศหรือระบายความร้อนด้วยน้ำตามที่ระบุในแบบหรือรายการอุปกรณ์ และเมื่อใช้คู่กับเครื่องส่งลมเย็นตามรุ่นที่ผู้ผลิตแนะนำจะต้องทำความเย็นรวมได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในแบบหรือรายการอุปกรณ์ ดังนี้

- ความสามารถในการทำความเย็น (Cooling Capacity) อ้างอิงที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็นตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์
- อุณหภูมิอากาศระบายความร้อนเข้าเครื่องระบายความร้อนที่ 35°C (95°F)
- อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเข้าและออกเครื่องระบายความร้อนที่ 32.2°C (90°F) และ 37.8°C (100°F) ตามลำดับ
- อุณหภูมิสารความเย็นทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature) ไม่เกิน 7.2°C (45°F)

2. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารดังนี้

1. ตารางเปรียบเทียบ project specification กับ specification ที่เสนอ
2. ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลชุด FCU/CDU ที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์
3. Matching performance curve ระหว่าง FCU และ CDU ที่ปริมาณลมและ Static Pressureตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์โดยแสดง Total Capacity และ Sensible Capacity
4. Fan performance curves โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วง stable และต้องแสดง performance curves ที่ระดับความเร็วต่างๆ มาด้วย
5. ความดังของเสียงของ FCU (dBA) ที่ระดับความเร็วต่างๆ ที่ระยะ 1.5 เมตร
6. ความดังของเสียงของ CDU (dBA) ที่ระยะ 1.5 เมตร
7. ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้ารวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้

3. เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

3.1 ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Condenser)

ชุดระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด Sealed Hermetic หรือ Semi-Hermetic แบบ Rotary, Scroll หรือ Reciprocating และมีวงจรสารความเย็นเป็นแบบ Single หรือ Dual Circuits ใช้กับสารความเย็น หรือ R-407C หรือ R-410a ใ้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลงแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังนี้

- ก. คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งบนฐานที่แข็งแรงและมีอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนรองรับ
- ข. ตัวถังเครื่องระบายความร้อนทำด้วยเหล็กกล้าสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดีซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร
- ค. พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ Propeller Type หรือ Centrifugal ขับด้วยมอเตอร์ชนิด Weather Proof
- ง. แผงระบายความร้อนประกอบด้วยแผงครีบระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียม (หรือทองแดง) อัดด้วยวิธีกลติดกับชุดท่อทองแดงชนิดไร้ตะเข็บ จำนวนครีบระบายความร้อนมีไม่น้อยกว่า 480 ครีบต่อเมตร (12 ครีบต่อนิ้ว)
- จ. อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

- Thermal Overload Protection Devices for Compressor
- Overload Protection Device for Fan Motor
- Compressor Magnetic Contactor
- Hi / Low Pressure Switch
- Suction / Liquid / Hot Gas Line Shut-Off Valve
- Refrigerant Filter Drier
- Sight Glass
- Refrigerant Charging Port
- Crankcase Heater (สำหรับเครื่องขนาดความเย็น 35.2 kW ขึ้นไป)

4. เครื่องส่งลมเย็น (Evaporator Unit)

เครื่องส่งลมเย็นในที่นี้ หมายถึง เครื่องขนาดเล็ก (Fan Coil Unit) ชนิด Wall Mount, Ceiling Mount, Floor Mount และ Cassette Mount ชนิดที่ติดตั้งในพื้นที่และจ่ายลมเย็นเข้าห้องโดยตรงและชนิดต่อท่อลมเพื่อส่งลมเย็นเข้าพื้นที่ รวมไปถึงเครื่องขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) ที่ต้องติดตั้งในห้องเครื่องและใช้ท่อลมในการส่งจ่ายความเย็นให้กับพื้นที่ขนาดใหญ่

- 4.1 เครื่องส่งลมเย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถส่งลมและให้ความดันลม (External Static Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์
- 4.2 พัดลมเป็นแบบหอยโข่งลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดี่ยวหรือหลายตัวตั้งอยู่บนแกนเพลลาเดียวกัน พัดลมทำจากพลาสติกหรือเหล็กอบสังกะสี มอเตอร์ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 กิโลวัตต์ขึ้นไปเป็นชนิด 3 เฟส และต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ Direct-On-Line Starter
- 4.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบขับตรงหรือผ่านสายพานมูเลย์ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับสมดุลย์ทั้งในขณะที่หยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
- 4.4 ตัวถังของเครื่องส่งลมเย็น เป็นชนิดใดชนิดหนึ่งตามลักษณะการใช้งานดังนี้
 - ก. เครื่องส่งลมขนาดเล็กชนิดจ่ายลมตรงเข้าพื้นที่ การติดตั้งเป็นแบบ Expose ชนิด Wall Mount, Ceiling Mount, Floor Mount หรือ Cassette มีพัดลมหอยโข่งแกนยาวทำด้วยพลาสติกแข็งหรือเหล็กอบสังกะสีต่อขับเคลื่อนตรงโดยใช้มอเตอร์แบบ Permanent Split Capacitor (PSC) ตัวถังเครื่องทำด้วยทำด้วยพลาสติกชนิดไม่ลามไฟและทำสีในเนื้อพลาสติก หรือเหล็กอบสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกตามมาตรฐานของผู้ผลิต
 - ข. ตัวถังเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องหุ้มด้วยฉนวนยาง Closed Cell (Fire Retardant) หรือฉนวน Polyurethane (Fire Retardant) ความหนาเพียงพอที่ไม่ทำให้เกิด Condensation ตัวถังเครื่องที่อาจจะสัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน
 - ค. ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนประเภทเดียวกันประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต
- 4.5 แผงคอยล์เย็นเป็นแบบ Direct Expansion Coil ทำด้วยท่อทองแดงอย่างแข็ง มีครีประบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate Fin อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความเย็นได้ตามข้อกำหนด

4.6 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องส่งลมเย็นมีดังต่อไปนี้

- ก. อุปกรณ์ลดความดันของสารความเย็น ชนิด Capillary Tube หรือ Orifice ตามมาตรฐานผู้ผลิตสำหรับเครื่องขนาดความเย็นไม่เกิน 10.5 kW และเป็นชนิด Expansion Valve สำหรับเครื่องขนาดความเย็นมากกว่า 10.5 kW
- ข. Overload Protection Device for Fan Motor
- ค. Drain and Drain Pan Connection
- ง. Washable Air Filter ตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- จ. Refrigerant Pipe Connection

5. ระบบท่อสารความเย็นและท่อน้ำทิ้ง

- 5.1 ท่อสารความเย็นให้ใช้เป็นท่อทองแดงชนิดแข็ง Type L ท่อ Suction หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.040 \text{ W/m.K @ } 24^{\circ}\text{C}$ ความหนาของฉนวนไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรหรือตามที่ระบุในแบบ ท่อสารความเย็น Suction, Liquid และ Hot Gas (ถ้ามี) ให้เดินแยกจากกันโดยมี Clamp รััดทุกระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตรหุ้มรอบฉนวนก่อนรัด Clamp
- 5.2 การเดินท่อสารความเย็นจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ปลอกท่อ (Sleeves) ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อสารความเย็นและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้าให้ทำฝาดครอบหรือก้ออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัวซี (C) ขนาด 75 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร x 5 มิลลิเมตร โดยเหล็กรองรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้
- 5.3 ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 Class 8.5 อุปกรณ์ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต ท่อน้ำทิ้งต้องหุ้มฉนวน Closed Cell (Fire Retardant) ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- 5.4 ในทุกกรณีจะต้องตรวจปริมาณน้ำยาให้เต็มระบบท่อเสมอ โดยการตรวจดูทางด้าน Sight Glass จะต้องเห็นสารความเย็นไม่เป็นฟองอากาศ
- 5.5 ระบบท่อสารความเย็นจะต้องเป็นแบบ Double Riser สำหรับเครื่องที่มีขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 35 กิโลวัตต์ขึ้นไป

6. ระบบควบคุม (Control System)

- 6.1 ระบบหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (Timer Delay Relay) จะติดตั้งอยู่ที่แผงควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ หรือติดตั้งที่แผงควบคุมการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น หรือติดตั้งที่ชุด Remote Control ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 6.2 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กแบบ Expose ชนิด Wall Mount, Ceiling Mount, Floor Mount และ Cassette ให้ชุดควบคุมที่เป็นมาตรฐานของผู้ผลิต ชุดควบคุมอย่างน้อยต้องมีฟังก์ชันที่ ควบคุมการทำงานและการเปิดปิดเครื่อง ควบคุมความแรงของพัดลม ควบคุมอุณหภูมิโดยที่ค่าของอุณหภูมิแสดงเป็นตัวเลข และแสดงสถานะแผงกรองอากาศสกปรกพร้อมปุ่ม Reset ชุดควบคุมเป็นชนิดมีสายหรือไร้สาย กรณีเป็นชนิดไร้สายให้ติดตั้งกล่องเก็บชุดควบคุมไว้ใกล้เครื่องส่งลมเย็นเพื่อป้องกันการสูญหาย
- 6.3 เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ มอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.75kW ใช้ชนิด Single Phase มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75kW ขึ้นไปใช้ชนิด Three Phase การควบคุมการทำงานหรือ Start-Stop เครื่องต้องมีอุปกรณ์ช่วยสตาร์ท (Starter) มี Push Button ติดตั้งที่แผงไฟฟ้าตามจุดที่กำหนดในแบบ และใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิชนิดแสดงผลเป็นตัวเลขติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
- 6.4 ในเครื่องที่มีขนาดทำความเย็น 10.5 kW ขึ้นไปจะต้องออกแบบให้มีระบบ Automatic Pump Down มาจากโรงงานผู้ผลิตด้วยทุกเครื่อง

7. การติดตั้งระบบปรับอากาศ

- 7.1 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อนให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็กและมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทาสีกันสนิมและสีทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
- 7.2 การติดตั้งสวิทช์เปิด-ปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
- 7.3 การติดตั้งเครื่องส่งลมเย็นให้มีอุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนรองรับ เครื่องขนาดเล็กที่ปริมาณการส่งลมไม่เกิน 566 LPS (1,200 CFM) ใช้อุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนชนิดลูกยาง (Rubber In Shear) และใช้อุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนชนิดขดสปริงสำหรับเครื่องที่ปริมาณการส่งลมมากกว่า 566 LPS การติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังไม่เป็นที่รบกวนผู้อาศัยใกล้เคียง

หมวดที่ 3 พัดลมระบายอากาศ (Ventilation and Exhaust Fans)

1. ความต้องการทั่วไป

พัดลมระบายอากาศใช้ในการเคลื่อนย้ายปริมาณอากาศออกนอกบริเวณที่ต้องการระบายอากาศ ตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์

- 1.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ต
- 1.2 ความดังของเสียงพัดลม โดยทั่วไปจะต้องไม่เกิน 80 dBA (RE 2×10^{-5} Pa AMCA 301-76) ที่ระยะ 1.0 m. และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Freeblow จะต้องไม่เกิน 55 dBA (RE 2×10^{-5} Pa AMCA 301-76) โดยวัดที่ระยะห่างโดยรอบไม่เกิน 1.0 เมตร ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ในเกณฑ์ที่เทียบเท่ากันนี้
- 1.3 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบมาตรฐาน NEMA หรือ IEC Synchro Nons Speed 1,500 RPM, Insulation Class B Rotor Torque Class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 กิโลวัตต์ (3/4 แรงม้า) และ Rotor Torque Class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าและเท่ากับ 0.55 กิโลวัตต์ (3/4 แรงม้า), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP 55, การจัดวางติดตั้งต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม
- 1.4 พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันต้องเป็นชนิดทนความร้อนและใช้งานในอุณหภูมิเกิน 250°C ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พัดลมสำหรับระบบควบคุมควันไฟ เช่น พัดลมอัดความดัน และพัดลมระบายควันจะต้องแข็งแรงโดยประกอบขึ้นด้วย heavy gauge galvanized steel construction มอเตอร์สำหรับพัดลมระบายควันไฟต้องเป็นชนิด Insulation class H, IP 55 มอเตอร์สำหรับพัดลมอัดอากาศต้องเป็นชนิด Insulation class F, IP 54 ส่วนประกอบทางไฟฟ้าทั้งหมดและสายไฟฟ้าของพัดลมระบายควันและพัดลมอัดอากาศจะต้องเป็นแบบกันความร้อนและกันน้ำ
- 1.5 พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันจาก Hood ครว ให้ใช้ชนิด Overhung Type
- 1.6 พัดลมที่ใช้กับบริเวณที่มีการกัดกร่อน หรือบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ต้องเป็นแบบ Chemical Proof หรือใช้ Vinyl Chloride ชนิดแข็งกับทุกส่วนที่ต้องสัมผัสกับอากาศที่กัดกร่อน
- 1.7 ใบพัดของพัดลมต้องได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งในขณะที่หยุดนิ่ง และขณะหมุนมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 1.8 Vibration Isolator เป็นแบบ Spring หรือตามที่ระบุใน Typical Detail
- 1.9 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทและเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter ทำด้วยอลูมิเนียม ประกอบอยู่ภายในโครงเหล็กแข็งแรง
- 1.10 ตัวถังและใบพัดลม ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต และชุดใบพัดต้องมี ความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว และแรงดันอากาศ

- 1.11 พัดลมที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน พร้อมทั้งติดตั้ง Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- 1.12 การต่อสายไฟฟ้าเข้าชุดมอเตอร์ให้ใช้ท่อเหล็ก (Steel Pipe) หรือท่อเหล็กอ่อน (Flexible Rod) ในการต่อจากตู้ไฟฟ้าไปยังชุดมอเตอร์ของพัดลม
- 1.13 ลูกปืนของมอเตอร์และพัดลมต้องเป็นชนิด Heavy Duty หรือตามมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต
- 1.14 พัดลมทุกตัวต้องมีสวิตช์ตัดตอน Service Switch หรือ Circuit Breaker ไว้ใกล้พัดลมในระยะเวลาที่สามารถตัดทางเดินไฟได้อย่างรวดเร็ว ในกรณีฉุกเฉิน หรือขณะทำการซ่อมบำรุง สำหรับพัดลม Propeller ขนาดเล็กกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) Ceiling Mount Exhaust Fan ขนาดเล็ก และ Ceiling Circulating Fan ไม่จำเป็นต้องมี Circuit Breaker แต่ให้มีปลั๊กเสียบไว้ใกล้ตัวพัดลม

2. พัดลมแบบ Centrifugal

- 2.1 ตัวถังทำด้วยเหล็กกล้า หรือเหล็กอาบสังกะสี Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Lock Seam หรือ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ พร้อมมีช่องระบายน้ำในกรณีมีน้ำขังในตัวพัดลม และพัดลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 750 มิลลิเมตร (30 นิ้ว) ต้องมี Access Door ในการทำความสะอาดและบำรุงรักษา
- 2.2 ใบพัดเป็นแบบ Multi-Blades, Backward Curve, Forward Curve หรือ Air-Foil Blade ทำด้วยเหล็กกล้า หรือเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียม
- 2.3 เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ในถึง 2 เท่าของความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน
- 2.4 ตลับลูกปืนเป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self Alignment มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า L_{10} 40,000 ชั่วโมง การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจาระบีออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้ดูดควันหรือน้ำจากห้องครัว จะต้องมี Bearing Cover และเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้
- 2.5 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที) เว้นแต่ระบุเป็นอย่างอื่น
- 2.6 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เล่ย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพาน ได้ มีฝาครอบสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดออก มอเตอร์และฝาครอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดขึ้นเดียวกับฐานพัดลม
- 2.7 พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 375 ลิตรต่อวินาที (800 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) ให้เลือกรุ่น Low Noise และอาจเลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ Direct-Drive ตามที่กำหนดในแบบ,

Vibration Isolator ใช้แบบยาง Acoustic Pad ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ Rubber-In-Shear

- 2.8 Vibration Isolator ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี Acoustic Pad รองและให้ Static Deflection ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 2.9 ปากพัดลมทั้งด้านดูดและด้านเป่าลมออกที่ไม่ต่อกับท่อลม ต้องใส่ตะแกรงขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

3. พัดลมแบบ Propeller

- 3.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงามจะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม
- 3.2 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิท เป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter
- 3.3 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนัง ความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)
- 3.4 ใบพัดลมชนิดทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียม ต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตราย ยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

4. พัดลมแบบ Ceiling Mount Exhaust

- 4.1 ใบพัดลมเป็นแบบ Centrifugal พร้อมตัวตั้งพัดลมทำจากกล่องเหล็กพ่นสีแล้วอบ (Baked on Enamel), หน้ากากระบายอากาศทำจากอลูมิเนียมหรือพลาสติกที่ถอดได้ และแลดูสวยงาม รวมทั้ง Gravity Shutter ทางด้านออกของพัดลม
- 4.2 ในกรณีที่พัดลมต่อกับท่อลมจะต้องมีอลูมิเนียม Flexible Duct ช่วงหนึ่ง ยาวอย่างน้อย 600 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถปลดตัวพัดลมจากท่อระบายอากาศได้จากภายใต้ฝ้าเพดาน โดยที่ไม่ต้องทำช่องเปิดบริการด้านข้างตัวพัดลมอีก การยึดท่อ Flexible Duct กับตัวพัดลมและท่อลมให้ Clamp รัดให้สนิท แล้วใช้เทปพันทับ

5. พัดลมแบบ Ceiling Circulating

5.1 พัดลมหมุนเวียนอากาศขนาดใหญ่

5.1.1 ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยพัดลมแบบ Propeller เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัดไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ซึ่งใบพัดทำด้วยเหล็ก มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนประกอบติดตั้งอยู่ภายใน Fan HUB เป็นแบบปรับความเร็วรอบได้ไม่น้อยกว่า 3 Speeds มีชุดท่อและฝาครอบที่ใช้หิ้วยึดชุดพัดลมจากเพดาน รวมทั้งสวิทช์ไฟฟ้าปรับความเร็วรอบพัดลมมากับชุดพัดลมด้วย ชุดพัดลมทั้งหมดจะต้องผ่านการเคลือบสี Baked Enamel Finished สำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

5.1.2 ในการหิ้วยึดพัดลมจะต้องยึดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องเสริมเพิ่มโครงโลหะหรืออื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการยึดหิ้วชุดพัดลม

6. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 6.1 ตารางเปรียบเทียบ project specification กับ specification ที่เสนอ
- 6.2 ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลพัดลมที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- 6.3 Fan performance curves โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วง stable
- 6.4 Fan sound-power rating ในแต่ละย่านความถี่ทั้ง 8 ย่านมา รวมทั้ง dBA ที่ระยะ 1.0 เมตร
- 6.5 ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้า รวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้
- 6.6 ข้อมูล Special coating และ Special construction
- 6.7 เอกสารต่างๆ รวมถึง Catalog ให้เน้น (Highlight) รุ่นและรายละเอียดทางเทคนิคที่เลือกใช้กับโครงการด้วย

หมวดที่ 4 ระบบกรองอากาศ (Air Filtration System)

1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศตามรายละเอียดที่ปรากฏในแบบรายการและตามข้อกำหนดที่จะกล่าวต่อไปนี้ แผงกรองอากาศต้องอยู่ในสภาพดีในขณะทำการติดตั้ง ทดสอบและส่งมอบ แผงกรองอากาศที่ใช้ทดสอบจะต้องเป็นคนละชุดกับที่ใช้ส่งมอบ ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงกรองอากาศสำหรับทดสอบในจำนวนที่เพียงพอ สำหรับชุดที่ส่งมอบ หากตรวจพบภายหลังว่าแผงกรองอากาศอันใดอันหนึ่งรั่วหรือฉีกขาด ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนอันใหม่ที่มีสภาพดีกว่าให้ทันที

2. ประเภทของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามการใช้งานดังนี้

2.1 Type "PF-1"

ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	Panel Filter
การใช้งาน	:	เป็น Pre-filter สำหรับเครื่องปรับอากาศ หรือเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กที่มีขนาดทำความเย็นไม่เกิน 10.5 กิโลวัตต์ (36 MBH)
Media	:	Synthetic Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)
Media Velocity	:	ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที (300 ฟุต/นาที)
Efficiency	:	ไม่น้อยกว่า 65% Arrestance วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52-99

3. โครงของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศที่นำมาประกอบกันเป็น Filter Bank จะต้องใช้โครง (Frame) ของแผงกรองอากาศที่เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของแผงกรองอากาศยี่ห้อนั้น ๆ ในกรณีที่แผงกรองอากาศมีจำนวนมาก โครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีการเสริมความแข็งแรง (Stiffener) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต การเลือกโครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีขนาดเหมาะสมกับแผงกรองอากาศชนิดนั้น ๆ และต้องเลือกให้เหมาะสมกับที่ติดตั้งซึ่งรวมไป

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ปรับอากาศ และระบายอากาศ

ถึงความยากง่ายของการถอดหรือใส่ ซึ่งจะเป็นแบบ Front Service เมื่อนำแผงกรองอากาศประกอบเข้ากับ
โครงแล้วจะต้องแบบสันทไม่มีรอยรั่วของอากาศแต่ประการใด โครงของแผงกรองอากาศจะต้องเป็นแบบ
Spring Loaded Type

หมวดที่ 5 ระบบส่งลมและอุปกรณ์ (Air Distribution and Accessories)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน มอก. 50-2548 ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุใช้ตามขนาดเบอร์เกจตาม SMACNA (U.S. Gage) ผู้รับจ้างสามารถเลือกให้แผ่นสังกะสีตามมาตรฐานอื่นได้แต่ต้องเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าที่ระบุในตารางข้างล่างนี้

Gage No.	ความหนาของแผ่นเหล็ก อาบสังกะสี (Nominal Thickness) มิลลิเมตร	มวลเฉลี่ยของสังกะสี ที่เคลือบอย่างน้อย กรัมต่อตารางเมตร
12	2.75	275
14	1.95	275
16	1.60	275
18	1.40	275
20	1.10	275
22	0.85	275
24	0.70	275
26	0.55	275
28	0.50	220
30	0.40	220

ยกเว้นท่อลมบางประเภทที่ใช้งานแล้วแต่กรณี ให้ใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในรายละเอียดของท่อลมนั้น ๆ

- 1.2 ความหนาของแผ่นสังกะสี (U.S. Gage) ที่ใช้ประกอบท่อลมขนาดต่างๆ รวมถึงวิธีการประกอบและการติดตั้งให้เป็นตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Detail) และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และหรือ ASHRAE
- 1.3 ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่น ๆ และจะต้องทำการ แก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

- 1.4 ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีของความโค้งของท่อด้านในไม่น้อยกว่า 0.75 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Square Elbow) มี Turning Vane ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้
- 1.5 ท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วย Rigid Fiberglass เนื้อแข็งหรือ PU Foam เนื้อแข็งหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หนากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพงและอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีครอบปิดทั้งสองด้าน
- 1.6 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตาต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อน และรหัสสี
- 1.7 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวด้วยวัสดุทนไฟภายนอกและ/หรือ ภายในท่อลม
- 1.8 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุ ปลอดภัย หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม
- 1.9 ให้ผู้รับจ้างติดตั้ง Flow Measuring Port พร้อม Plug ไว้สำหรับสอด Pitot Tube เพื่อใช้ในการวัด Air Flow Port ดังกล่าว จะต้องติดตั้งอยู่ทุกทางแยกที่สำคัญของท่อลม เช่น ที่ท่อแยกออกจาก Main Plenum หรือที่ท่อ Sub Branch ที่แยกจาก Main Brain ที่ท่อ Main Branch แยกจากท่อ Main System

2. Duct Classification

การเลือกระดับชั้นท่อลมจะขึ้นอยู่กับความดันสถิตยที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน SMACNA ซึ่งในการใช้งานจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังต่อไปนี้

2.1 ท่อลมความดันต่ำ (Low Pressure Duct)

โครงสร้างการประกอบท่อลมความดันต่ำจะใช้งานที่ความดันไม่เกิน 50 mm. (2 inches) น้ำ

2.2 ท่อลมความดันปานกลาง (Medium Pressure Duct)

โครงสร้างการประกอบท่อลมความดันปานกลางจะใช้งานที่ช่วงความดันระหว่าง 50 mm. (2 inches) น้ำ ถึง 100 มม.(2 นิ้ว ถึง 4 นิ้ว) น้ำ อัตราลมรั่วไม่เกิน 0.28 CMM (10 cfm) ต่อความยาวท่อลม 30 ม. (100 ฟุต) ที่ความดันทดสอบ 100 มม. (4 นิ้ว)

3. ประเภทของท่อลม

ท่อลมแบ่งตามลักษณะการประกอบ และลักษณะการใช้งานได้ 6 ประเภทดังนี้

- ท่อลมชนิดเหลี่ยม (Rectangular Duct)
- ท่อลมชนิดวงกลมและชนิดวงรี (Round and Oval Duct)
- ท่อลมอ่อนชนิดกลม (Flexible Round Duct)
- ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัว (Kitchen Exhaust Duct)
- ท่อลมสำหรับระบายอากาศจากพื้นที่ที่มีความกัดกร่อน (Corrosion Exhaust Duct)

รายละเอียดของท่อลมแต่ละประเภทให้เป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

3.1 ท่อลมชนิดเหลี่ยม

- ก. ท่อลมโดยทั่วไปเป็นท่อลมรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาห้ด้วย Zinc Chromate และสีทาภายนอก
- ข. ท่อลมจะต้องประกอบเป็นท่อลมสำเร็จรูปมาจากโรงงาน (Factory Fabrication)
- ค. ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ

3.2 ท่อลมชนิดกลมและชนิดวงรี

- ก. ท่อลมโดยทั่วไปเป็นท่อลมรูปวงกลมหรือวงรี ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้อง ทาห้ด้วย Zinc Chromate และสีทาภายนอก
- ข. ท่อลมจะต้องประกอบเป็นท่อลมสำเร็จรูปมาจากโรงงาน (Factory Fabrication)
- ค. ท่อลมกลมหรือท่อวงรีที่เลือกให้มี 2 ประเภทแบ่งตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ
 - ท่อลมที่มีตะเข็บตามแนวยาว (Longitudinal Seam)
 - ท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (Spiral Seam)

การเลือกใช้การประกอบตะเข็บลักษณะใดจะระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือรายละเอียดให้ถือว่าเป็นท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปชดเกี้ยว

- ง. รอยต่อระหว่างท่อลมแต่ละท่อนจะต้องให้เรียบร้อย โดยให้แนวตะเข็บของท่อลมคู่ต่อเนื่องกัน
- จ. รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมอ่อนชนิดกลมกับท่อลมชนิดกลม จะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียด หรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมอ่อนชนิดกลมโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมอ่อนชนิดกลม และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.3 ท่อลมอ่อนชนิดกลม

- ก. ท่อลมอ่อนชนิดกลมจะต้องประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงาน โดยประกอบขึ้นจากแผ่นอลูมิเนียม พอยล์ชนิดที่ไม่ติดไฟ มีความหนาแผ่นละไม่น้อยกว่า 17 ไมครอน จำนวน 2 แผ่นประกบติดกันโดยมีโพลีเอสเตอร์ และกาวเป็นตัวประสาน โดยมีความหนารวมไม่น้อยกว่า 68 ไมครอน
- ข. ท่อลมชนิดนี้จะต้องสามารถคงรูปอยู่ได้โดยมีโครงลวดสปริงที่เคลือบด้วยสารกันสนิม
- ค. ท่อลมจะต้องสามารถทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 750 ปาสคาล (3 นิ้ว) และมีอุณหภูมิใช้งานในช่วง 0-120°C (0-240°F)

3.4 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัว (Kitchen Exhaust Duct)

- ก. ท่อลมโดยทั่วไปมีรูปร่าง และแนวทางการวางท่อเป็นไปตามแบบและรายละเอียด
- ข. ห้ามไม่ให้เชื่อมต่อท่อลม สำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัวเข้ากับท่อระบายอากาศ อื่น ๆ
- ค. ท่อลมประกอบขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กดำมีความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร (0.08 นิ้ว) รอยต่อตะเข็บตามแนวยาว (Longitudinal Seam) ให้ใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น สำหรับรอยต่อของท่อลมแต่ละท่อนให้ใช้การต่อแบบหน้าแปลน (Flange Connection) โดยต้องทำการอุดรอยต่อให้ทั่วไม่ให้เกิดการรั่วซึมเข้าหรือออกของอากาศ ท่อลมสำหรับ Kitchen Hood Exhaust ทั้งหมด ให้เคลือบหรือหุ้มผิวท่อลมด้วยวัสดุทนไฟ ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E119 และ/หรือ BS 476 Part 24 ในการทนไฟได้ไม่ต่ำกว่า 3 ชม. สำหรับการคงรูป (Stability) และการไม่ร้าว (Integrity) สำหรับกรณีการลุกไหม้ทั้ง 2 ลักษณะ คือ ภายในและภายนอกท่อ ทั้งนี้ในส่วนการติดตั้ง และอุปกรณ์ประกอบ อาทิ อุปกรณ์แขวนและรองรับท่อ, ประเก็น และวัสดุอุดรอยรั่ว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต

- ง. การวางแนวท่อลมประเภทนี้ให้มีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:50 และที่จุดต่ำสุดของท่อลม โดยเฉพาะบริเวณปลายด้านล่างของท่อลมแนวตั้งให้ติดตั้งท่อ Drain ไขมันทิ้ง โดยท่อ Drain ใช้ วัสดุท่อเหล็กชุบสังกะสีขนาดไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 1/2" Ø) และให้มี Ball Valve ขนาดเท่ากับท่อติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อเปิด-ปิด

3.5 ท่อลมทนไฟ (Fire rated Duct)

ท่อลมที่ไม่มีการติดตั้ง Fire Damper ทั้งหมด ซึ่งได้แก่ ท่อลมในระบบควบคุมควันของอาคาร เช่น ระบบระบายควัน (Smoke Exhaust), ระบบอัดอากาศในขณะเกิดเพลิงไหม้ (Pressurization System) และท่อลมครัว (Kitchen Extract) ซึ่งท่อลมดังกล่าวทำงานในขณะเกิดเพลิงไหม้ หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้อยู่ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องสามารถทนไฟได้อย่างต่ำ 2 ชั่วโมง ให้ทำการป้องกันผิวท่อด้วยวัสดุทนไฟที่ทำให้ท่อลมสามารถทนไฟได้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน BS476 PART 24 สำหรับการคงรูป (Stability) และการไม่รั่ว (Integrity) และหุ้มด้วยฉนวน Rock Wool Insulation ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 60 kg/m³ ความหนา 50 mm. หรือหุ้มด้วยฉนวน Hi Temperature Glass Wool Insulation ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 32 kg/m³ ความหนา 50 mm. ปิดทับด้วย Aluminum Foil ชนิดไม่ติดไฟ สำหรับการแผ่ความร้อน (Insulation)

ท่อลมตามทีกล่าวในข้างต้น เป็นท่อลมที่ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือ แผ่นเหล็กดำ ทาสีกันสนิม มีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.6 mm. และเป็นไปตามมาตรฐานของท่อส่งลม

4. ข้อกำหนดของวัสดุกันไฟท่อลม

- 4.1 วัสดุป้องกันผิวท่อลม ต้องเป็นวัสดุทนไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS 476 PART 24 สำหรับการคงรูป (Stability) และการไม่รั่ว (Integrity) ของท่อลม เป็นเวลาอย่างต่ำ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ ในส่วนการติดตั้ง และอุปกรณ์ประกอบ อาทิ อุปกรณ์แขวนและรองรับท่อ, ประเก็น และวัสดุอุดรอยรั่ว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 4.2 วัสดุป้องกันผิวท่อลม ต้องได้รับการทดสอบแรงกระแทกตามมาตรฐาน BS5669 และ Appendix A ของ BS5588 Part 5
- 4.3 วัสดุป้องกันผิวท่อลม ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบแรงขีดของน้ำ (Hose Stream Test) ตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่แรงดันน้ำ 270 kPa (30 psi) เป็นเวลา 2 ½ นาที
- 4.4 การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟ อุปกรณ์แขวนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm. ขนาดของท่อ เหล็กรองรับท่อและเหล็กแขวนท่อ ต้องคำนวณโดยพิจารณาค่ารับแรงดึงที่ลดลงของเหล็ก ที่ลดลง

จาก 430 N/mm² ในเวลา 2 ชั่วโมง ทั้งนี้รายการอุปกรณ์แขวนท่อให้จัดส่งให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ

- 4.5 ประเก็น (Gasket) และวัสดุอุดรอยรั่ว (Sealant) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (non-combustible) และติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 4.6 ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลม ควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับตำแหน่งช่องเปิดของฝ้าเพดาน

5. ฉนวนหุ้มท่อลม (Duct Insulation)

ข้อกำหนดในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของวัสดุที่ใช้ทำเป็นฉนวน และรายละเอียดของการติดตั้งฉนวนเข้ากับท่อลมดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 วัสดุของฉนวนหุ้มท่อลม

ก. ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มภายนอกท่อลมเย็นทั่วไป ให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
- ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (2.0 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต)
- ไม่ติดไฟ
- มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m²·K (0.27 Btu.in/ft².h.°F) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32°C (90°F)
- ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดอยู่กับ Aluminium Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง) Aluminium Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก, กระดาษครีฟ, เส้นใยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (mesh reinforcement) และแผ่นฟอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดย Adhesive ตามกรรมวิธีของแต่ละการผลิต อลูมิเนียมฟอยล์ที่ผลิตเสร็จ จะต้องมีความหนาเทียบเท่าได้ไม่ต่ำกว่า ACI Sisalation 431 หรือ Flame Stop 524

ข. ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มท่อลมอ่อนชนิดกลม ให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

- ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (2.0 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต)
- ไม่ติดไฟ
- มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.038 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ ($0.27 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{h.}^{\circ}\text{F}$) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32°C (90°F)
- ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดอยู่กับ Aluminium Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง) Aluminium Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก, เส้นใยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง และแผ่นฟิล์มโพลีเอสเตอร์ ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดยชั้นกับแต่ละกรรมวิธีการผลิต อลูมิเนียมฟอยล์ที่ผลิตเสร็จ จะต้องมีความสมบัติเทียบเท่าได้ไม่ต่ำกว่า Lamotite 8811

ค. ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัวให้มีคุณสมบัติดังนี้

ทางเลือกที่ 1

- เป็นแผ่นใยแก้วชนิด Hi-Temperature ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)
- ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m^3 (2 lb/ft^3)
- ไม่ติดไฟ
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.080 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200°C ($0.55 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{hr}$ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 390°F)
- ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดกับ Aluminium Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง) Aluminium Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก, กระดาษครีพ, เส้นใยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง และแผ่นฟอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดย Adhesive ตามกรรมวิธีของแต่ละการผลิต อลูมิเนียมฟอยล์ที่ผลิตเสร็จจะต้องมีความสมบัติเทียบเท่าไม่ต่ำกว่า ACI Sisalation 431 หรือ Flame stop 524

ทางเลือกที่ 2

- เป็นแผ่น Calcium Silicate ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว)
- ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 200 kg/m^3 (12.5 lb/ft^3)
- ไม่ติดไฟ
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.070 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ ($10.48 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{hr}$)

- แผ่น Calcium Silicate จะต้องยึดติดกับ Aluminium Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง) Aluminium Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก, กระจกตาชดร้าฟ, เส้นใยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง และแผ่นฟอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดย Adhesive ตามกรรมวิธีของแต่ละการผลิต อลูมิเนียมฟอยล์ที่ผลิตเสร็จจะต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าไม่ต่ำกว่า ACI Sisalation 431 หรือ Flame stop 524

5.2 การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อลม

ก. ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศ ให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

- ท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วไปไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ในกรณีที่ไม่ใช่ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนหนา 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

ข. ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัว ให้หุ้มฉนวนตลอดเส้น

ค. ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม บริเวณพื้นที่ที่ท่อนั้น ๆ ต้องทำความสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้ง เสียก่อน พื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมด (ยกเว้นท่อ Flexible Duct) จะต้องทาด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟให้ทั่วเสียก่อน จึงจะทำการหุ้มฉนวนได้

ถ้าใช้ฉนวนใยแก้ว ตรงรอยต่อของฉนวนใยแก้วจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว (Acrylic Tape) ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) อีกชั้นหนึ่ง

ถ้าใช้ฉนวนใยแก้ว ท่อลมที่มีขนาด 475 มิลลิเมตร (19 นิ้ว) และใหญ่กว่าเฉพาะด้านใต้ท้องท่อลม และด้านข้างท่อลมทั้ง 2 ด้าน ให้ใช้ตะปูพร้อมแหวน (Mechanical Pins and Self-Locking Washers) ยึดติดด้วย Rapid-Setting Synthetic Elastomer Adhesives เป็นตารางหมากรุกห่างกันทุก ๆ ระยะไม่เกิน 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนท่อลมตกแฉ่นลง ดูรายละเอียดการติดตั้งใน Typical Details

รายละเอียดการติดตั้ง (Mechanical Pins) สำหรับฉนวนใยแก้วขนาดท่อลมกว้างหรือสูงจำนวนแถว Mechanical Pins

- ท่อลมขนาด 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) และเล็กกว่า ไม่ต้องใช้ Mechanical Pins
- ท่อลมขนาด 475 มิลลิเมตร (19 นิ้ว) ถึง 900 มิลลิเมตร (36 นิ้ว) ใช้ Mechanical Pins 1 แถว ตามความยาวของท่อลม
- ท่อลมขนาด 925 มิลลิเมตร (31 นิ้ว) ถึง 1,350 มิลลิเมตร (54 นิ้ว) ใช้ Mechanical Pins 2 แถว ตามความยาวของท่อลม
- ท่อลมขนาด 1,375 มิลลิเมตร (55 นิ้ว) ถึง 1,800 มิลลิเมตร (72 นิ้ว) ใช้ Mechanical Pins 3 แถว ตามความยาวของท่อลม
- ท่อลมขนาด 1,825 มิลลิเมตร (73 นิ้ว) ถึง 2,250 มิลลิเมตร (90 นิ้ว) ใช้ Mechanical Pins 4 แถว ตามความยาวของท่อลม
- ท่อลมขนาด 2,275 มิลลิเมตร (91 นิ้ว) ถึง 2,700 มิลลิเมตร (108 นิ้ว) ใช้ Mechanical Pins 5 แถว ตามความยาวของท่อลม
- ท่อลมขนาด 2,725 มิลลิเมตร (109 นิ้ว) ถึง 3,150 มิลลิเมตร (126 นิ้ว) ใช้ Mechanical Pins 6 แถว ตามความยาวของท่อลม
- ท่อลมขนาด 3,175 มิลลิเมตร (127 นิ้ว) และใหญ่กว่า จัดระยะห่างไม่เกิน 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว)

- ง. Aluminium Foil ของฉนวนท่อลมที่มีรอยฉีกหรือฉีกขาด จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Tape ให้เรียบร้อย โดยทำบริเวณที่ฉีกขาดให้เรียบ สะอาดและแห้งสนิทเสียก่อนจึงปิดทับด้วย Acrylic Aluminium Tape ได้
- จ. ทุกจุดที่แขวนรองรับท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนที่หุ้มท่อลมได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบนจากการแขวน จะต้องรองรับด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสีหนา 1.1 มิลลิเมตร (0.04 นิ้ว) หรือสังกะสีเบอร์ 20 โดยพับยกขอบสองด้านขึ้นและสองด้านลง ด้านบนพับขึ้นสูง 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ส่วนด้านล่างพับลงมา 50 มิลลิเมตร และต้องตัดปลายมุมสังกะสีให้หมดคมแหลม ความกว้างของแผ่นที่รองรับฉนวนที่หุ้มท่อลมเมื่อพับเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ดูรายละเอียดใน Typical Detail
- ฉ. การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟ อุปกรณ์แขวนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm. ขนาดของท่อเหล็กรองรับท่อและเหล็กแขวนท่อ ต้องคำนวณโดยพิจารณาค่ารับแรงดึงที่ลดลงของ

เหล็ก ที่ลดลงจาก 430 N/mm² ในเวลา 2 ชั่วโมง ทั้งนี้รายการอุปกรณ์แขวนท่อให้จัดส่งให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ

- ข. ประเก็น (Gasket) และวัสดุอุดรอยรั่ว (Sealant) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (non-combustible) และติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ข. ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลม ควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับตำแหน่งช่องเปิดของฝ้าเพดาน

6. อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม (Duct Support and Hanger)

- 6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน, วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำงาน และติดตั้งอุปกรณ์เหล็กยึดและแขวนท่อลม
- 6.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบ Shop Drawing ของอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมเพื่อส่งขออนุมัติก่อน ดำเนินการ
- 6.3 ชนิด รูปร่าง วิธีการยึดและช่วงระยะระหว่างอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมแสดงไว้ในแบบและ รายการ
- 6.4 การแขวนยึดท่อ ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน สถานที่ติดตั้ง และน้ำหนักของท่อ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนท่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกชนิด และขนาดของอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวน การยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ Expansion Bolt ห้ามใช้ปืนยิงตะปูยึด (Power Actuated Pin)
- 6.5 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม จะต้องสามารถปรับระดับให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ การทำเกลียวต้อง ยาวพอให้ปรับระดับ โดยมีเกลียวเหลือจากการขันน็อตปรับระดับแล้วไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ยาวเกินกว่าระดับต่ำสุดของ Support
- 6.6 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมสามารถยึดกับโครงเหล็กหรือคอนกรีตได้อย่างมั่นคง โดยท่อลม สามารถยึดและหัดตัวได้อย่างปลอดภัย
- 6.7 ท่อในแนวนอนหักงอขึ้นแนวตั้งต้องมี Support รับน้ำหนักท่อใกล้ข้ออรับท่อในแนวนอนและแนวตั้ง
- 6.8 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักโดยเด็ดขาด
- 6.9 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลม จะต้องประกอบและทาสีมาจากโรงงาน
- 6.10 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคาร แต่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ชื้น และถูกกัดกร่อน ได้ง่าย (เช่น ห้องแบดเตอรี, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องปรับอากาศ, ห้องครัวและห้องซักรีด เป็นต้น) จะต้องทาสีด้วย Epoxy Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี Epoxy Black Finishing Paint อีก 1 ชั้น
- 6.11 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลม ซึ่งติดตั้งภายในอาคาร ตามบริเวณทั่ว ๆ ไป ที่ไม่มีความชื้น และ กัดกร่อน จะต้องทาสีด้วย Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี Alkyd Grey Finishing

Paint อีก 1 ชั้น นี้อุต สกรู และแหวนสปริง จะต้องเป็น Hot Dipped Galvanized Steel or Stainless Steel

6.12 หลังจากการติดตั้งระบบท่อลมทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับ ที่ถูกต้อง

7. ช่องเปิดบริการ (Access Door)

7.1 จะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้างหรือด้านใต้ท่อลม ขนาดอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว x 12 นิ้ว) ตำแหน่งติดตั้งตามความเหมาะสมสำหรับใช้เปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด, VAV Box, Motorized Damper, Smoke Damper, Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดใบโตกว่า 0.1 ตารางเมตร (150 ตารางนิ้ว) ทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีปะเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่วและ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มต้องทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม

7.2 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้าเพื่อการตรวจสอบและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

8. Flexible Collars

ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อน ประมาณ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ในกรณีที่จะบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (Flexible Round Duct) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลม ความยาวของท่อลมกลมอ่อนที่ใช้ต่อจะต้องมีความยาวไม่เกิน 3.0 เมตร (10 ฟุต)

9. Damper

9.1 Splitter Damper

Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดความหนา ตามเบอร์เกจซ์ของท่อลมช่วงนั้น ความยาวของตัวใบ 1.25 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) สำหรับปรับตำแหน่งใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

9.2 Volume Damper

Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบ ของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร (Gauge No. 16) ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Interlocking edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมีปลายด้านหนึ่งเป็นหัวจัดรัศมีตัดทะลุตัวถังลอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ, Damper ชนิดที่มีหลายใบจะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade ชนิด Gang Operated

9.3 Fire Damper

Fire Damper หรือลิ้นกันไฟ จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ลิ้นกันไฟจะต้องติดตั้งในแนวกำแพงกันไฟทุกจุดหรือตามที่ปรากฏในแบบ ไม่ว่าจะมึระบบแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม ตัวเรือนและใบของลิ้นกันไฟจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีทั้งโครงสร้าง สำหรับผนังทนไฟน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องไม่น้อยกว่า 1½ ชั่วโมง และสำหรับผนังทนไฟมากกว่า 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง และจะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีชื่อเสียง เช่น UL เป็นต้น Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิดหลอดหรือโลหะหลอมละลายที่มีจุดหลอมละลายสูงกว่าอุณหภูมิขณะใช้งาน 28 องศาเซลเซียส แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 71 องศาเซลเซียส Fire Damper ที่เป็นชนิดมู่ลี่จะต้องเลือกใช้รุ่นที่เมื่อเก็บมู่ลี่แล้วจะต้องไม่มีมู่ลี่เข้ามาอยู่ในกระแสอากาศ (Out of Air Stream) เสมอที่เพดานทุกจุด ที่มีลิ้นกันไฟติดตั้งอยู่จะต้องมีช่องบริการขนาดไม่น้อยกว่า 0.60 x 0.60 ตารางเมตร ติดตั้งไว้ใกล้ๆ เสมอ เพื่อสามารถขึ้นดูแลรักษาได้ และที่ท่อลมจะต้องมีช่องเปิดชนิด Air Tight เพื่อเข้าเปลี่ยน Fusible Link ได้

10. การทำความสะอาดท่อลม

- 10.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษขบวน เศษไม้ และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- 10.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผง ออกจากท่อลมให้หมด

- 10.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่เปลี่ยนให้กับผู้ว่าจ้าง/เจ้าของ โครงการ

11. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- 11.1 ภายหลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการ ทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง ± 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ
- 11.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Transverse โดยใช้ Pitot Tube ช่องเปิดสำหรับ สอด Pitot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 11.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดง ตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

หมวดที่ 6 หน้ากากลม (Diffusers and Grilles)

1. ความต้องการทั่วไป

หน้ากากลมจะมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทั้งหมดต้องมี ฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน และหากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้หาสีขาวหรือ สีอื่นที่ผู้ควบคุมงานกำหนดในภายหลัง หัวจ่ายลมที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน ให้มีขนาดเท่ากัน และ ให้ใช้หัวจ่ายที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเป็นเกณฑ์

2. Fresh Air Grille/Fresh Air Register (FAG/FAR)

หน้ากากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากใน แนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Register มีลักษณะเหมือนกับ หน้ากาก Fresh Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้ง ด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก Duct Transition ที่ต่อเข้ากับ FAG/FAR ที่รับลมจากภายนอกอาคารโดยตรง (หรือในแบบอาจจะระบุเป็น FAL – Fresh Air Louver) จะต้อง เป็นแบบกันฝน และจะต้องพับขึ้นรูปโดยทำ Slope เทลงเข้าหา FAG/FAR เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม ทั้งนี้ FAG/FAR/FAL ต้องมี Filter ชนิด PF-1 ด้วยเสมอไม่ว่าจะกำหนดไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม โดยไม่คิด ค่าใช้จ่ายเพิ่มจากเจ้าของโครงการ

3. Exhaust Air Grille/Exhaust Air Register (EAG/EAR)

หน้ากากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้ากากใน แนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Register มีลักษณะเหมือน หน้ากาก Exhaust Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถ ปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก โดยเฉพาะ EAG/EAR (หรืออาจจะระบุเป็น EAL – Exhaust Air Louver) ที่ปล่อยลมออกนอกอาคารโดยตรงจะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับ Duct Transition ให้มี Slope เทลงเข้าหา EAG/EAR/EAL เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม

หมวดที่ 7 ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control System)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ หมายถึงระบบควบคุมที่ใช้กับระบบการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ (Automatic Temperature Control) ระบบควบคุมสำหรับพัดลม ระบบควบคุมน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Control) รวมไปถึงระบบอื่น ๆ ตามที่กำหนด ระบบควบคุมอัตโนมัตินี้รวมถึง อุปกรณ์ที่ใช้กับ แดมเปอร์ วาล์ว เทอร์โมสตัทรีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ได้ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบและรายการ ไม่ว่าในแบบและรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่ จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานดังกล่าวไว้หรือไม่ก็ตาม
- 1.2 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายเดียวกัน ซึ่งจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- 1.3 ให้ส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติพร้อมทั้งรายการคำนวณ การเลือกอุปกรณ์ แบบแสดงแนวทางเดิน ขนาด และลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์มาขอรับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง
- 1.4 บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ ในการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ และอยู่ภายใต้ความควบคุมของผู้ชำนาญงานด้านนี้
- 1.5 สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับไฟควบคุมเป็นสายชนิด CVV 1.0 มม², 60 or 75°C, 600 โวลท์ ยกเว้นสายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายส่งสัญญาณ Analog จะต้องใช้ชนิด Shield Twisted Pair ขนาด 1.0 มม²

2. ชนิดของระบบควบคุม

ระบบควบคุมอัตโนมัติจะต้องเป็นแบบ Electronic-Electric ซึ่งประกอบด้วยตัวตรวจจับ (Sensor) และตัวควบคุม ส่วนมอเตอร์หรือ Actuator เป็นแบบ Electric

3. Electronic Sensor/Controller

- 3.1 Sensor หรือ Controller จะต้องประกอบเป็นชุดเรียบร้อยมาจากโรงงาน ส่วนประกอบภายในต้องถอดเปลี่ยนและถอดตรวจจสอบได้ง่าย และส่วนประกอบทั้งหมดต้องประกอบอยู่ใน Housing ที่เหมาะสม
- 3.2 สัญญาณที่ส่งออก Transmitter เข้า Controller จะต้องเป็นสัญญาณมาตรฐาน 4-20 mA หรือสัญญาณ Digital ตามที่ระบุในแบบหรือตาราง Point List

- 3.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าในระดับที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ควบคุมที่ต่อเข้า
- 3.4 หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องต่อมาจากแผงสวิตช์ควบคุมที่อยู่ใกล้ที่สุด
- 3.5 ชุดควบคุมจะต้องสามารถต่อ และส่งข้อมูลได้โดยตรงกับระบบ BAS โดยใช้ Protocol ชนิดเดียวกัน การส่งข้อมูลทำได้โดยตรง โดยไม่ต้องมี Interface Software ใด ๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ Protocol ของระบบ BAS จากผู้รับจ้างระบบ BAS

4. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat)

- 4.1 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่เป็นแบบ Electronic Space Temperature Transmitter (24V) ใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิห้องต่าง ๆ
- 4.2 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กเป็นแบบ Electronic Room Thermostat ต้องมีปุ่มปรับความเร็วพัดลมได้ 3 ระดับ พร้อมทั้งมีปุ่มปรับอุณหภูมิและแสดงอุณหภูมิในชุดเดียวกัน
- 4.3 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบฝังในท่อ โดยปกติจะเป็นแบบ Immersion with Oil-Filled Separable Socket ในการติดตั้งที่ Socket อยู่สูงจากพื้นเกินกว่า 1.50 เมตร (5 ฟุต) กระจกของเทอร์โมสแตท จะต้องเป็นแบบ Remote Type with Oil-Filled Separable Socket และ ส่วนของ Sensing Tube ที่ยื่นออกมาสัมผัสกับอากาศภายนอกจะต้องหุ้มด้วยฉนวนยางเพื่อป้องกันการเกิดการกลั่นตัว Condensation
- 4.4 Supply Air Temperature Controller เป็นแบบ Proportional Low Voltage (24V) พร้อมกับมี Remote Sensing Bulb ติดตั้งบนท่อลมสำหรับวัดอุณหภูมิลมเย็นเพื่อเปิด-ปิดวาล์วน้ำเย็น สำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่ใช้ประกอบกับชุด VAV Terminal Unit Sensing Bulb ต้องมีโครงยึดกับท่อลมอย่างแน่นหนาที่ตัว Controller มีปุ่มปรับอุณหภูมิในช่วงปริมาณ 0-38°C (32-100°F)
- 4.5 หม้อแปลงสำหรับจ่ายไฟให้กับชุดควบคุมจะต้องมี Ampere Capacity เพียงพอเพื่อสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่ 125% อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หม้อแปลงสำหรับชุดควบคุมจะต้องเป็นแบบ Open type with screw type terminals

5. Smoke Detector

สำหรับระบบปรับอากาศที่มีลมหมุนเวียนตั้งแต่ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (1765 CFM) ขึ้นไป ต้องติดตั้ง Smoke Detector ที่ท่อลมส่ง เพื่อส่งสัญญาณไปหยุดการทำงานของเครื่องปรับอากาศถ้า Smoke Detector ตรวจจับได้ว่ามีควันในกระแสลม โดย Smoke Detector ต้องเป็นแบบ Manual Reset ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการทำ Wiring Diagram และเดินสายจาก Smoke Detector ไปยังตู้ควบคุมพัดลมหรือเครื่องส่งลมเย็นดังกล่าวด้วย

ข้อกำหนดของ Smoke Detector

Type	:	Analog Addressable Duct Smoke Sensor
Sensor	:	Ionization or Photo Electronic Sensor
Power	:	24 VDC
Duct Housing	:	UL 268A Air Tight
Operated Air Velocity	:	300-4,000 FPM
Accessories	:	Integral Filter
	:	Capable Housing to Rectangular Duct or Round Duct
	:	Strip and Clamp Method for Terminal Connection

6. Timer Switch

ผู้รับเหมาจะต้องจัดหาและติดตั้ง Timer Switch ตามที่ระบุในแบบเพื่อให้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานโดยอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งค่าไว้ สวิตช์เวลาจะเป็นแบบ Electro-mechanical หรือแบบ Digital ตามที่ระบุในแบบ และ/หรือ ความต้องการในการควบคุมอุปกรณ์ แนวทางเลือกสวิตช์เวลาระบุให้ใช้ตามแนวทางดังนี้

แนวทางที่ 1 Electromechanical Timer Switch

Power Requirement	:	220 Vac.
Switching Capacity	:	Minimum 15 Amp.
Output Type	:	SPDT
Shortest Switching Time	:	15 minute
Control Period	:	7 days
Ambient Operation Condition	:	0-55 ⁰ C, 0-90%RH
Accessories	:	(On-Auto-Off) Switch
	:	Battery back up upon loss of power

แนวทางที่ 2 Digital Programmed Timer Switch

Power Requirement	:	220 Vac.
Switching Capacity	:	Minimum 15 Amp.
Output Type	:	SPDT
Shortest Switching Time	:	15 minute

Control Period	: 7 days
Ambient Operation Condition	: 0-55 ^o C, 0-90%RH
Accessories	: LCD Digital Output
	: (On-Auto-Off) Switch (Additional Switch)
	: Battery back up upon loss of power

7. Control Description

7.1 Ventilation ทั่วไป

น. Start / Stop Control

- พัดลมระบายอากาศจะถูกสตาร์ทให้เดินขึ้นโดยอัตโนมัติจากโปรแกรมเวลาที่ตั้งไว้ใน Schedule ของ BAS หรือโดยสตาร์ทที่ Local Panel Board
- พัดลมระบายอากาศจะถูกหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติจากโปรแกรมเวลาที่ตั้งไว้ใน Schedule ของ BAS หรือโดยการเปิดที่ Local Panel Board

7.2 ระบบปรับอากาศสำหรับห้องเครื่อง (ห้องเครื่องลิฟต์, ห้องเครื่อง Chiller, ห้องเครื่องหม้อแปลงไฟฟ้า)

ก. เครื่องปรับอากาศสามารถถูกสั่งให้ทำงานได้ 2 ลักษณะ

- โดยอัตโนมัติเมื่อระบบอยู่ใน Mode Auto โดยรับคำสั่งจาก Space Thermostat ซึ่งจะทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า Set Point
- โดย Manual Start ที่ Local Panel Board

ข. เมื่อพัดลมของเครื่องปรับอากาศไม่ได้รับการกระตุ้นให้ทำงาน วาล์วควบคุมปริมาณน้ำเย็นจะต้องถูกปิด

ค. การทำงาน

“ทั้งพัดลมหมุนเวียนอากาศและวาล์วควบคุมน้ำเย็นจะถูกควบคุมโดย Space Thermostat เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิของ Space ให้อยู่ที่ Set Point (30^oC) ในกรณีที่อุณหภูมิห้องสูงกว่า 30^oC Thermostat จะสั่ง Start พัดลมและเมื่ออุณหภูมิห้องต่ำกว่า 27^oC Thermostat จะสั่งหยุดพัดลม วาล์วควบคุมน้ำเย็นจะเปิดเมื่อพัดลม Start”

ง. ให้มีระบบ Alarm ไปยัง BAS เมื่ออุณหภูมิห้องสูงเกิน 32°C

7.3 พัลลมระบายอากาศห้องน้ำ

ก. การควบคุมการ Start / Stop

- พัลลมระบายอากาศจะถูกควบคุมการเปิด/ปิดผ่านโปรแกรมเวลาที่ตั้งไว้ใน BAS

ข. Occupied Mode

- พัลลมจะทำงานใน Occupied Mode

ค. Un-Occupied Mode

- พัลลมจะหยุดทำงานใน Un-Occupied Mode

หมวดที่ 8 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

1.2 มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานของเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งต้องถือตาม มาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้.-

- ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- ข. กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
- ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- ง. มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
- จ. กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่น
- ฉ. ANSI : American National Standard Institute
- ช. ASTM : American Society of Testing Material
- ซ. BS : British Standard
- ฅ. DIN : Deutsche Industrienormen
- ญ. IEC : International Electrotechnical Commission
- ฎ. JIS : Japanese Industrial Standard
- ฏ. NEC : National Electrical Code
- ฐ. NEMA : National Electrical Manufacturers Association
- ฑ. NESC : National Electrical Safety Code
- ฒ. NFPA : National Fire Protection Association
- ณ. UL : Underwriters Laboratories, INC.
- ด. VDE : Verband Deutscher Electrotechniker

1.3 การเดินสายไฟฟ้า

ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมในอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อการฝังในคอนกรีตหรือผนัง หรือเดินลอยซ่อนในฝ้าเพดานแล้วแต่กรณีสำหรับการใช้สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่ระบุในหมวดต่อ ๆ ไป

1.4 ผู้รับจ้างงานไฟฟ้าจะเป็นผู้จ่ายไฟฟ้ามาให้ถึงแผงไฟฟ้าของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยที่ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศจะเป็นผู้ต่อสายไฟฟ้าเข้าแผงไฟฟ้าที่อยู่ในความรับผิดชอบ และผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะต้องตรวจสอบการต่อสายไฟฟ้า และการจ่ายไฟฟ้าให้ถูกต้องตามความต้องการของทั้งสองฝ่าย

2. การต่อลงดิน

2.1 วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้ม หรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะ อันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแส ไฟฟ้าไหลผ่าน ต้องต่อลงดินตามกำหนดในมาตรฐานดังต่อไปนี้.-

- ก. ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดิน และการต่อลงดิน"
- ข. มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES 24-1984 การต่อลงดิน"
- ค. National Electrical Code (NEC) Article 250
- ง. National Fire Protection Association (NFPA) NO. 78

2.2 สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดิน ให้เป็นตัวนำทองแดง มีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์ตัดวงจร ไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์นั้น ๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดในตาราง

ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนต่อที่ เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน	
พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร) ตัวนำทองแดง
15	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

3. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

3.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 240/416 โวลท์, 3-เฟส, 4-สาย, 50 เฮิร์ต, Y-Connection, Solid Ground

3.2 กำหนดให้ใช้รหัสสีของ Busbar, ของสายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้-

- สีน้ำตาล สำหรับเฟส A (R)
- สีดำ สำหรับเฟส B (S)
- สีเทา สำหรับเฟส C (T)
- สีฟ้า สำหรับสายศูนย์ (Neutral)
- สีเขียว สำหรับสายดิน

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตเป็นสีเดียว ให้ใช้ปลอก พีวีซี สีตามกำหนด สวมไว้ที่ปลายสายทั้ง สองด้านและภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด

3.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่าง ๆ ต้องมีรหัสสีแสดงไว้เพื่อง่ายในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลังโดยกำหนดให้ใช้รหัสสีดังนี้ -

- สีแดง สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
- สีฟ้า สำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

โดยให้ทาสีคาดที่ห่อร้อยสายไฟฟ้าทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร (3 ฟุต) หรือทาสีที่อุปกรณ์ยึดท่อ (Clamp) ส่วนกล่องต่อสาย กล่องพักสาย ให้ทาสีภายในกล่องและฝากล่องทุก ๆ กล่อง

4. การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้ -

- ก. ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด
- ข. ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน
- ค. ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่าง ๆ
- ง. ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
- จ. จัดทำรายงานการทดสอบต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

หมวดที่ 9 แผงสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุนิยามถึงความต้องการด้านออกแบบ และสร้างแผงสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control Center) แบบตั้งพื้น (Floor Standing) และแบบติดผนัง (Wall Mounted)

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้าง และทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, IEC, DIN หรือ VDE แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

-	Rate System Voltage	:	415V/240V
-	System Wiring	:	3-Phase, 4-Wire, Effectively Grounded
-	Rated Frequency	:	50 Hz
-	Rated Current	:	ตามระบุในแบบ
-	Rate Short-Time Withstand Current (0.5 Second)	:	ไม่น้อยกว่า Rated Short-Time Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
-	Rated Peak Withstand Current	:	ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
-	Rated Withstand Voltage	:	2,200V, 1-Minute (Phase-to-Ground)
-	Rated Insulation Level	:	1,000V
-	Control Voltage	:	200-240V
-	Temperature Rise	:	25°C
-	Finishing	:	Epoxy-Polyester Powder Paint

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์แบบติดผนัง

ก. แผงสวิตช์ต้องมีความกว้างไม่เกินกว่า 800 มิลลิเมตร (32 นิ้ว)

- ข. การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA หรือ IEC แต่ต้องไม่ขัดกับกฎหรือ มาตรฐานของการไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่ 415/240 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต
- ค. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนัง ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet Steel หรือเป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าและทำสีตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็น Flush Lock และต้องมี Key Lock ด้วยและต้องมี Circuit Directory with Clear Plastic Covering บอก Circuit ต่างๆติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน
- ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี AMP Trip และ AMP Frame ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)
- จ. Branch Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker, Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
- ฉ. แผงสวิทช์ต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) และในกรณีที่มีแผงสวิทช์ที่มีความสูงเกินกว่า 1 เมตร (3 ฟุต) ต้องมีโครงเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรง
- ช. การระบายความร้อนภายในแผงสวิทช์ตลอดจนการป้องกันสนิมและการทาสี ให้กระทำเช่นเดียวกับแบบตั้งพื้น
- ซ. IP 31 สำหรับตู้ไฟฟ้าภายในอาคารทั่วไป และ IP 54 สำหรับตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีฝุ่นและความชื้นสูง

4. Circuit Breaker

- ก. Circuit Breaker ที่ใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, VDE หรือ IEC
- ข. Main Circuit Breaker ต้องสามารถทำงานควบคุมและป้องกันทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยตามกำหนดดังนี้.-
 - Overcurrent Protection
 - Phase Failure Protection
 - 3 เฟส Over- and Undervoltage Protection โดยตั้งได้ที่ $\pm 10\%$ ของ Rated Voltage พร้อม ด้วยระบบ Instantaneous Trip และ Long Time and Short Time Delay Setting โดยมี Continuous Current Rating และ Interrupting Capacity ให้เป็นไปตามระบุในแบบ
- ค. Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case, Toggle or Revolving Operating Mechanism ทำ งานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make และ Quick-Break พร้อม

Individual Thermal และ Electromagnetic Trip ขนาด Continuous Current Rating และ Interrupting Capacity ต้องเป็นไปตาม กำหนดในแบบ

- ง. Circuit Breaker ที่มีขนาดตั้งแต่ 100 แอมป์ขึ้นไปจะต้องมีอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบ Revolving handle mechanism pad lock และ Circuit Breaker ที่เล็กกว่า 100 แอมป์ ให้ใช้ อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบ Key mechanism pad lock.
- จ. ตัวนำไฟฟ้าที่ต่อจาก Busbar เข้าด้าน Primary ของ Circuit Breaker ที่มีขนาดเล็กกว่า 100 Ampere Frame ยอมให้ใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพีวีซีทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลท์ (IEC 01) ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร นอกนั้นให้ต่อกับ Busbar

5. Motor Starter

Motor Starter ในที่นี้ให้รวมทั้งแบบ Direct-On-Line, Star-Delta, Two-Speed และ Reversible ซึ่งต้องมี อุปกรณ์ ประกอบที่มีคุณสมบัติดังนี้.-

- ก. Contactor ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้.-
 - ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน VDE, IEC, BS หรือเทียบเท่า
 - อุปกรณ์ภายใน เช่น Holding Coil, Moving Contact ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด
 - Starter สำหรับแบบ Star-Delta ต้องใช้ชนิด 3-Contactor (Closed Transition)
 - ขนาดต้องมีความเหมาะสม สามารถรับกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวได้ทั้งในขณะ สตาร์ท ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ข. Delayed Thermal Overload Relays ต้องเป็นชนิด 3 เฟส และมี Auxiliary Contact อย่างน้อย 1-NO และ 1-NC หรือ 1-Changeover เพื่อสามารถใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีก
- ค. Push-Button ต้องเหมาะสมและผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ได้สำหรับเป็นชุดควบคุม
- ง. หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในตารางอุปกรณ์ มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 kW (1 HP) ถึง 4 kW (5.5 HP) ใช้ Starter แบบ Direct On Line, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 5.5 kW (7.5 HP) ถึง 160 kW (220 HP) ใช้ Starter แบบ Star-Delta, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 200 kW (275 HP) ขึ้นไปใช้ Starter แบบ Auto-Transformer

6. มอเตอร์

มอเตอร์จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตามมาตรฐานของ NEMA หรือ IEC เป็นแบบ Totally Enclosed Fan Cooled, Squirrel Cage Screen, IP55, Weather Proof ออกแบบมาให้ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ต และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางนี้

<u>Output</u> (kW)	<u>ประสิทธิภาพต่ำสุด</u> (%)
0.55 kW และเล็กกว่า	70
0.75 - 3	78
4 - 5.5	83
7.5 - 10	85
15 - 30	88
37 - 55	90
75 - 90	91
ตั้งแต่ 110 kW ขึ้นไป	93

มอเตอร์ที่ใช้กับอุปกรณ์ Variable Frequency Drives (VFD) จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตามมาตรฐานของ NEMA MG-1 Part 31

7. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- ก. Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิร์ต โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1
- ข. Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดที่มีไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- ค. Kilowattmeter ใช้ชนิด 3-Phase Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดที่มีไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- ง. Power-Factor Meter ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดที่มีไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. Scale ตั้งแต่ 0.5 Leading ถึง 0.5 Lagging และ Accuracy Class 1.5
- จ. Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6 W 6 V พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลท์ เป็น 6 โวลท์ เพื่อใช้กับหลอดไฟ ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Len ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

- จ. Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Step สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Step สำหรับ AMP-Selector Switch

8. Busbar และฉนวนยึด

- ก. Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับ กระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (Bare Rating) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral- และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- ข. การจัด Busbars ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ ได้ให้หุ้ม ด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้หุ้ม Busbar โดยเฉพาะและมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ Busbar ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ Busbar ที่อาจลดลง
- ค. Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบสองชั้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics แทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- ง. Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรง ใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนแรง เหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน โดย Bolts และ Nuts ต้องเป็นแบบที่ใช้กับระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะ

9. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทช์

- ก. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและ อุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper Wire 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้.-

-	Current Circuit	:	4 ตารางมิลลิเมตร
-	Voltage Circuit	:	2.5 ตารางมิลลิเมตร
-	Control Circuit	:	1.5 ตารางมิลลิเมตร
-	Ground ระหว่างตัวแผงกับบานประตู	:	10 ตารางมิลลิเมตร

- ข. สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่ก่สว ห้ามตัดต่อโดยเด็ดขาด
- ค. สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การ ลอกหลุดหาย

10. Mimic Bus และ Nameplate

- ก. ที่หน้าแผงสวิตช์ควบคุมต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่วิศวกรเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (0.12 นิ้ว) และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร (0.4 นิ้ว) ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา
- ข. ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดใช้ควบคุมอุปกรณ์ใด เป็นแผ่นพลาสติก พื้นสี เช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาว มีความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (0.8 นิ้ว) หรือตามที่อยู่ควบคุมงานเห็นชอบ

11. Remote Control Panel

- ก. การทำงานของระบบต้องเป็น 24 VAC
- ข. สวิตช์ไฟฟ้าต้องเป็นแบบ Push Button โดยมีหลอดไฟแสดงสภาวะการทำงาน (เปิด-ปิด) แยกต่างหาก ติดตั้งฝังในผนัง
- ค. Coverplate ต้องเป็น Stainless Steel หรือ Aluminium
- ง. Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- จ. การติดตั้งให้ฝัง Metal Box ในผนัง กำแพง หรือเสา แล้วแต่กรณี โดยให้ Coverplate ติดแนบกับผิวหน้าของผนัง กำแพง หรือเสา ดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์เท่ากับ 1.20 เมตร หรือระบุในแบบ
- ฉ. อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบต้องผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน
- ช. ให้ใช้อุปกรณ์ที่ระบุต่อไปนี้เป็นตัวอย่งในการเสนออนุมัติ หรือเทียบเท่า Bticino Switch Model 5013 (NO) และ 5014 (NC) Pilot Lamp Model 5060 และ 5070

12. การติดตั้ง

- ก. แผงสวิทช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยนอตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนาบนแท่น Concrete สูงประมาณ 100-150 มิลลิเมตร (4-6 นิ้ว) หากเป็นพื้นคอนกรีต นอตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt
- ข. กรณีที่แผงสวิทช์เป็นชนิดติดผนัง ต้องติดตั้งกับผนังโดย Expansion Bolts ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับของแผงสวิทช์

13. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้.-

- ก. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิทช์ทั้งหมด
- ข. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิทช์
- ค. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

หมวดที่ 10 สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Cable)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

2. ชนิดของสายไฟฟ้า

- 2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2553
- 2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2553, IEC 01
- 2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน พีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2553, NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี
- 2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้านิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้น ตาม มอก. 11-2553
- 2.6 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ไขหลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 2.7 สำหรับสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC 60502, CV การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายเป็นชนิด Flame-Retardant และการนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแส และอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสาย ให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

3. การติดตั้ง

- 3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้.-

- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- ง. การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้านิตละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้า แต่ละชนิด
- จ. ปลายเป็นสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างี้-

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และตัวรับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ติดตั้งวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

หมวดที่ 11 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนด ดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้.-

- ก. ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 348
- ข. ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรง และใช้ในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 345
- ค. ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346
- ง. ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350
- จ. อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector
- ฉ. การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้.-

- ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

- การติดตั้งท่อ ต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
- ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) และต้องยึดตัวสุดท้ายห่างจาก Box ไม่เกิน 20 cm.
- ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)
- แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปกรณ์คนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับวิศวกรเป็นแต่ละกรณีไป

3. Cable Tray

- ก. Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร (0.08 นิ้ว) และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูกมีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- ข. Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกชั้นทุก ๆ ระยะ 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) หรือน้อยกว่า
- ค. การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้าง อาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ Cable Tie เท่านั้น
- ง. อุปกรณ์ยึดและแขวน Cable Tray และ Wire Way ภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสีภายนอกอาคารทำด้วยเหล็ก Electro-Galvanized แล้วทาสีตามตารางรหัสและสัญลักษณ์สี

4. Wireway

- ก. Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized
- ข. การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้าง อาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ Cable Tie เท่านั้น
- ค. ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 500 มิลลิเมตร (20 นิ้ว)

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้-

- ก. กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร (0.048 นิ้ว) ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Electro-Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อ ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร (0.096 นิ้ว)
- ข. กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Electro-Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- ค. กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory)
- ง. ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามข้อกำหนดใน NEC Article 373
- จ. กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- ฉ. การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้อง ติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 12 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของ บริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และ ทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก รูด ขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดดู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ ใกล้เคียง อื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อน และที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของ สีตามรหัสสีและ สัญลักษณ์

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

- ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำหนิต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิมหรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและ เศษวัสดุ แผลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมัน เคลือบผิวหลง เหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเกรดหลาย ๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับ เช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
- ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อ ๆ ไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

- ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ลำดับ	ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการมุกรอนสูง
1	- PVC Pipe - Plastic Pipe	1 st Coat : Wash Primer 2 nd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint 3 rd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint	1 st Coat : Wash Primer 2 nd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint 3 rd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการขอมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขัดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้น จำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

- 5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้น ๆ มีการหุ้มฉนวน ให้ทาท่อเฉพาะสี รองพื้นเท่านั้น
- 5.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น และ ภายในกลุ่ม
- 5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้-

Pipe Diameter มม. (นิ้ว)	ความกว้างของแถบ มม. (นิ้ว)	ขนาดตัวอักษร มม. (นิ้ว)
20 - 32 (3/4 - 1 1/4)	200 (8)	12 (1/2)
40 - 50 (1 1/2 - 2)	200 (8)	20 (3/4)
65 - 150 (2 1/2 - 6)	300 (12)	32 (1 1/4)
200 - 250 (8 - 10)	300 (12)	65 (2 1/2)
300 - มากกว่า (12 - มากกว่า)	500 (20)	90 (4)

5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้.-

- ก. ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
- ข. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- ค. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก
- ง. เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะเลพื้น
- จ. บริเวณช่องเปิดบริการ

5.5 ถ้าท่อที่หุ้มฉนวนนั้น ทาสีที่ฉนวนทั้งเส้นท่อ หรือท่อที่ไม่ต้องหุ้มฉนวน ให้ใช้ขนาดและระยะของตัวอักษรสัญลักษณ์ พร้อมลูกศรแสดงทิศทาง ตามข้อ 5.3 และ 5.4 ด้วย

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
3.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ	AC	ฟ้า	ฟ้า
4.	อุปกรณ์แขน ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	-	เทาเข้ม	-
5.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
6.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง

หมายเหตุ.- ท่อที่มีได้ระบุรหัสสี ให้ใช้ประเภทหรือชนิดของสีตามตารางข้อ 4 ส่วนรหัสของสีทับหน้า ให้เป็นไปตามสีของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

หมวดที่ 13 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1. ความต้องการทั่วไป

หลังจากที่ติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องอุดหรือปิดบริเวณที่วัสดุหรืออุปกรณ์ทะลุผ่านผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ท่อต่าง ๆ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกไหม้ลามจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง วัสดุป้องกันไฟและควันลามนี้ ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของ NEC หัวข้อ 300-21 และ ASTM

การใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลาม ให้พิจารณาใช้กับผนังกันไฟหรือผนังห้องกันเสียง และถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งลิ้นกันไฟ (Fire Damper) ตามบริเวณที่ท่อลมทะลุผ่านผนังกันไฟทุก ๆ จุด และจะต้องติดตั้ง Cover หรือ Escutcheon Plate บริเวณจุดที่ทะลุผ่านที่ปรากฏแก่สายตาทุกจุด และให้อยู่ในความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ข้อกำหนดนี้ยังครอบคลุมไปถึงท่อร้อยสายไฟ สายไฟฟ้า และ Raceway ที่ติดตั้งในช่องท่อ หรือช่อง เปิดบนพื้นต่าง ๆ ช่องเปิดที่เหลือหลังการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้วจะต้องถูกปิดด้วยวัสดุที่กล่าวข้างต้นที่มีความ สามารถกันไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2. คุณสมบัติของวัสดุ

- 2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- 2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- 2.6 ติดตั้งง่าย
- 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ต่ำกว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติก่อน

3. การติดตั้ง

- 3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-

- ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และซาฟท์ท้อต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท้อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท้อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท้อกับแผ่นปิดช่องท้อ
- ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท้อในอนาคต
- ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
- ง. ภายในท้อที่วางทะเล่พื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลาม ตามท้อ

3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติก่อน

หมวดที่ 14 การทดสอบทำความสะอาดและการปรับแต่ง

1. ความต้องการทั่วไป

การทดสอบจะต้องทำในขณะที่มีผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการร่วมอยู่ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องจัดเวลาและเตรียมวิศวกรของผู้รับจ้างซึ่งจะเป็นผู้ทดสอบไว้ให้พร้อม ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบและปรับ แต่งใด ๆ ก็ตามให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบฟอร์มเพื่อ Start-Up และทดสอบมาให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนจะทำการทดสอบจริง

2. การทดสอบอุปกรณ์

หมายถึงการทดสอบสมรรถนะ (Performance) ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดและจะต้องมีข้อมูลอย่างน้อยตามรายการต่อไปนี้

2.1 พัดลมระบายอากาศ

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Serial Number
- ง. Delivery Air Flow Rate
- จ. Air Operating Temperature
- ฉ. Toxic / Non-Toxic Air
- ช. Fan Type
- ซ. Fan RPM
- ฅ. Static Pressure In / Out
- ญ. Total Static Pressure
- ฎ. Motor Manufacturer / Frame
- ฐ. Motor KW / RPM
- ฑ. Volts / Phase / Hertz
- ฒ. Full Load Amps / Service Factor
- ณ. No. of Belts / Make / Size

2.2 เครื่องปรับอากาศแบบใช้สารความเย็นโดยตรงระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Direct Expansion Unit)

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Make / Model Number
- ง. Serial Number
- จ. Type of Air Filter / Size
- ฉ. Evaporator

Total Air Flow Rate

Discharge Static Pressure

Suction Static Pressure

Total Static Pressure

Outside Air Flow Rate

Outside Air Condition DB / WB

Return Air Flow Rate

Return Air Condition DB / WB

Entering Air Condition DB / WB

Leaving Air Condition DB / WB

Fan RPM

Voltage

Amperage

- ช. Air Cooled Condenser

Refrigerant No. / lbs.

Compressor Manufacturer / Number

Compressor Model / Serial Number

Suction Pressure / Temperature

Condensing Pressure / Temperature

Crankcase Heater Amps.

Compressor Voltage

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ปรับอากาศ และระบายอากาศ

Compressor Amperage

L.P. / H.P. Cutout Setting

No. of Fans / Fan RPM

Condenser Fan KW.

Condensing Air Flow Rate

Condenser Fan Volts / Amps / Phase

ข. Motor

Brandname / Frame

KW. / RPM

Volts / Phase / Hertz

Full Load Amp. / Service Factor

หมวดที่ 15 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)

1. วัตถุประสงค์

วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตาม แบบและข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิต จะต้องแจ้งให้ทราบและจะ พิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบ Alternative จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและ ความต้องการของวิศวกร

จำนวนอุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏบนแบบ ยกเว้นรายการต่อไปนี้

- ก. สายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องวัดจากแบบหรือไดอะแกรม
- ข. รายการปลีกย่อยต่าง ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ แต่จำเป็นที่จะต้องมีไว้เพื่อให้ระบบสมบูรณ์แบบจะต้องมีการประเมินจำนวนไว้ โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับได้

ตัวเลขข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้จะต้องแสดงเอกสาร รายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอเพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.1	<p><u>Split Type Air-Conditioning Unit</u></p> <p>Carrier Trane Dunham-Bush Mitsubishi Daikin Samsung Enercov</p>	<p>USA or Locally Assembly Under License USA or Locally Assembly Under License USA or Locally Assembly Under License Japan or Locally Assembly Under License Japan or Locally Assembly Under License Korea or Locally Assembly Under License International or Locally Assembly Under License</p>
2.2	<p><u>Centrifugal Fan</u></p> <p>Green Heck ILG Loren-Cook Chicago Panasonic ACME Wolter Nicotra Kruger Gebhardt</p>	<p>USA USA USA USA Japan USA Germany Italia Switzerland Germany</p>
2.3	<p><u>Propeller Fan (Commercial Use)</u></p> <p>Kruger Panasonic Mitsubishi Loren-Cook Wolter</p>	<p>Switzerland Japan Japan USA Germany</p>
2.4	<p><u>Propeller Fan (Industrial Use)</u></p> <p>Panasonic GREENHECK ACME Kruger Wolter Loren-Cook</p>	<p>Japan USA USA Switzerland Germany USA</p>

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ปรับอากาศ และระบายอากาศ

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.5	<u>Ceiling Fan</u> Panasonic Mitsubishi Fantech Kruger GREENHECK Loren-Cook Wolter	Japan Japan Australia Switzerland USA USA Germany
2.6	<u>PVC Pipe</u> Thai Pipe D-Plast Bangkok Paiboon Pipe	Local Local Local
2.7	<u>Copper Tube</u> Nibco Mueller KLM Kembla Sampo	USA USA Local/Korea Australia Korea
2.8	<u>Galvanized Steel Sheet</u> Thai Galvanized Steel Singha BSP Truzinc	Local Local Local Local
2.9	<u>Diffusers, Grilles & Louvers</u> Komfort Flow Flothru ESCO Flow SEIHO AS&D CFM Percool Metal Aire	Local Local Local USA Local Local USA or Locally Assembly Under License

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	Stream Air	Local
	Aerogrilte (Plastic Grille)	Local
	GREENHECK	USA
	Ace air diffusion	Malaysia
	Halton	UK
	Ruskin	USA
	Titus	USA
	Price	USA
2.10	<u>Fiberglass Insulation</u>	
	SFG Insulation	Local
	Micro-Fiber	Local
	Vinsulator	Taiwan
	TWIGA	India
2.11	<u>Calcium Silicate</u>	
	Promat	Germany
	Asahi (ASK)	Japan
2.12	<u>Air Filter</u>	
	AAF	USA
	Farr	USA
	Air Guard	USA
	SPX Vokes-Air	Switzerland
	EST	USA
	Flame Gard (Kitchen Grease Filter)	USA
2.13	<u>Low Voltage Circuit Breaker</u>	
	Cutler-Hammer	USA
	GE	USA
	Square-D	USA
	Siemens	Germany
	Eaton	USA
	Mitsubishi	Japan
	Fuji	Japan

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ปรับอากาศ และระบายอากาศ

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.14	Schneider Electric ABB <u>Safety Switch</u>	Thailand/China Italy
2.15	Eaton GE Square-D Siemens Schneider Electric <u>Contactors and Control Relay</u>	USA USA USA Germany USA
2.16	Siemens Fuji Mitsubishi Schneider Electric ABB Finder <u>Metering and Associated Equipment (Analog)</u>	Germany Japan Japan France France Italy
2.17	Janitza Gossen Fuji Mitsubishi Crompton Cutler-Hammer Siemens Celsa Schneider Electric <u>Digital Power Meter</u>	Germany Germany Japan Japan UK USA Germany Spain USA
	Janitza Celsa Siemens Schneider Electric Crompton Lovato	Germany Spain Germany USA/France UK Italy