13. ฉนวนหุ้มท่อน้ำ

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ท่อน้ำเย็นต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และทาสีกันสนิมอย่างเรียบร้อยก่อนหุ้มฉนวน

1.2 การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นจะต้องหุ้มห่อตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินลอด ที่สวม สอดท่อตามข้อต่อหน้าแปลน และวาล์วต่างๆ ฉนวนจะต้องหุ้มให้แนบติดผิวท่อไม่มี โพรงอากาศขังอยู่ภายใน

1.3 ฉนวนที่ใช้หุ้มอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นซึ่งอาจจะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับ เกาะ (Cold Surface) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อ

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น และท่อน้ำทิ้ง จะต้องใช้ Closed Cell Elastomeric Foam ซึ่งไฟไม่ลาม (Self Extinguishing)

2.2 ฉนวนที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการต่อไปนี้

- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ไม่เกิน 0.26 Btuh-in/sq.ft°F ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75°F หรือ 0.0375 W/M.K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C ตามมาตรฐาน ASTM C177 และ BS 874 และ DIN 52616
- ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต้องมีค่าไม่เกิน 5% โดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM D1056
- ค่าการแทรกซึมความชื้น (Water Vapor Permeability, WVP.) ต้องมีค่าไม่เกิน 0.10 Perm-Inch ตามมาตรฐาน ASTM E96
- ค่าการต้านทานความชื้น (Moisture Resistance) ต้องมีค่ามากกว่า 5,000 ตามมาตรฐาน DIN 52615 และ BS 4370
- ค่าการลามไฟ (Flame Spread) มีค่าไม่เกิน 25 ตามมาตรฐาน ASTM E84
- ค่าปริมาณควัน (Smoke Developed) มีค่าไม่เกิน 50 ตามมาตรฐาน ASTM E84
- ความหนาแน่น 3-6 ปอนด์/ลบ.ฟุต
- อุณหภูมิใช้งาน -20°C ถึง 105°C หรือ -4°F ถึง 220°F

2.3 ขนาดความหนาของฉนวนที่ใช้หุ้มท่อขนาดต่างๆ จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ดังนี้

ขนาดท่อน้ำเย็น	ขนาดความหนาของฉนวน
65 มม. (2 1/2 นิ้ว) และเล็กกว่า	32 มม. (1 1/4 นิ้ว)
80 มม. (3 นิ้ว) - 150 มม. (6 นิ้ว)	38 มม. (1 1/2 นิ้ว)
200 มม. (8 นิ้ว) และใหญ่กว่า	50 มม. (2 นิ้ว)
ท่อน้ำทิ้งใช้ฉนวนหนา	13 มม. (1/2 นิ้ว)
เครื่องสูบน้ำ และวาล์ว	32 มม. (1 1/4 นิ้ว)

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 ท่อน้ำทุกท่อจะต้องผ่านการทดสอบด้วยการอัดด้วยความดัน จนแน่ใจว่าไม่มีรอยรั่วก่อน จึงจะหุ้มฉนวน การหุ้มฉนวนต้องหุ้มให้ทั่วถึงไม่เฉพาะตัวท่อเท่านั้น แต่คลุมตลอดไปถึงหน้าแปลน ข้อต่อ Flexible Connection ท่อส่วนที่ลอดผ่าน Sleeve หรือ Guide และอื่นๆ ของระบบด้วยการป้องกันมิให้น้ำหนักท่อกดทับแผ่นฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหายให้ใช้ท่อนไม้เนื้อแข็งหรือไม้ Cork กลึงเป็นวงแหวนให้มี เส้นศูนย์กลางภายนอกเท่ากับท่อที่หุ้มฉนวน แล้วนำวงแหวนไม้ นี้ผ่าปีกรองรับทั้งด้านบน และล่างของตัวท่อ ณ จุดรองรับแล้วใช้ Pressure Sensitive Vapor Barrier Tape กว้างไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้ว พันรอบนอกรัดให้แน่นอีกทีหนึ่ง ให้เลยรอยต่อของท่อนไม้และเนื้อฉนวนด้วย

3.2 ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Performed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตาม ความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ ซึ่งรอยต่อของฉนวนจะต้องไม่ มีรอยพับหรือรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบท่อน้ำ และรอยต่อจะต้องไม่เป็นรอยบากรูปตัววี

3.3 ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี ไม่มีคราบน้ำ ปูน สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระ รอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ

3.4 ใช้กาวตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนติดให้สนิทไม่มีรอยปริ รอยต่อจะต้องได้แนวเรียบร้อยไม่เอียง หรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องทากาวให้ผิวฉนวนติดสัมผัสกับผิวอุปกรณ์ ไม่ให้มีโพรงอากาศ

3.5 ฉนวนที่หุ้มแล้ว จะต้องมีความตึงพอดีไม่หย่อน หรือตึงจนสังเกตุได้ชัด ฉนวนแบบ Performed Tube ที่ใช้ถ้ามีขนาดที่สวมเข้ากับตัวท่อค่อนข้างหลวม จะต้องทากาว ยึดฉนวนให้ติดกับตัวท่อโดยตลอด

3.6 ตรงส่วนที่รองรับท่อด้วยที่แขวนท่อ ให้ใช้ยางเนื้อแข็งที่ขึ้นรูปเข้ากับท่อ ประกบต่อกันเข้ากับท่อและความหนาเท่ากับฉนวนที่ใช้หุ้มตัวท่อ และหุ้มชนด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam โดยรอบ โดยต้องรองรับข้างใต้ด้วยแผ่นสังกะสี หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ม้วนเป็นวงครึ่งวงกลมมีความยาวตามแนวท่อยาวกว่าความ ยาวของยางรองออกไปข้างละ 3 ซม.

3.7 ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ฉีกขาด ผิวถลอก หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้งไม่ อนุญาตให้นำมาใช้ในการติดตั้งโดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อ และอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความเสียหายมีรอยถลอก รอยกรีด ฉีกขาดหลายแห่ง เป็นเนื้อที่มากกว่า 5% ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ยังมีสภาพดีในบริเวณนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่ และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะ ซ่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้คุมงาน

3.8 ให้ผู้รับจ้างตรวจสอบกับผู้ผลิตว่าความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อน้ำ ในกรณีที่ท่อน้ำเย็น เดินอยู่นอกอาคารผ่านบริเวณที่มีความชื้นสูงเป็นพิเศษก่อนทำการติดตั้ง ถ้าฉนวนมี ความหนาไม่เพียงพอให้ผู้รับจ้างเลือกฉนวนที่มีความหนามากกว่าที่ระบุไว้ เพื่อให้ เหมาะสมกับการใช้งาน

3.9 ท่อที่หุ้มฉนวนที่บริเวณต่างๆ ดังต่อไปนี้ ให้หุ้มทับด้วยปลอกอลูมิเนียม (Aluminium Jacket) ความหนา 0.5 มม.

- ภายนอกอาคาร
- ภายในห้องเครื่องสูบน้ำเย็น
- ภายนอกส่วนที่ปรากฏแก่สายตา

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

14. ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีมีความหนา วิธีการประกอบ และการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE STANDARD

1.2 ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบ อื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

1.3 ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 วัสดุท่อลม

2.1.1 ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลม หรือท่อรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอาบสังกะสีปริมาณสังกะสีที่อาบไม่น้อยกว่า 275 กรัมต่อตารางเมตร (0.056 ปอนด์ ต่อตารางฟุต) ตามมาตรฐาน มอก. 50/2538 ต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาทับด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก

2.1.2 แผ่นโลหะ (Sheet Metal) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือ แผ่นอลูมินัมเท่านั้น ความหนาของแผ่นโลหะ น้ำหนักของสังกะสีที่ใช้ชุบขนาดและระยะห่างของเหล็กเสริมความแข็งแรงของท่อลมต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบโดยเคร่งครัดการเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษอาจจำเป็นขึ้นอยู่ลักษณะการแขวน และรองรับท่อลม ความหนาของแผ่นโลหะขึ้นอยู่กับความกว้างของท่อลมดังต่อไปนี้

Largest Dimension	US Gauge
300 mm. (12") AND LESS	NO. 26
325 mm. (13") TO 750 mm. (30")	NO. 24
775 mm. (31") TO 1350 mm. (54")	NO. 22
1375 mm. (55") TO 2100 mm. (84")	NO. 20

2.1.3 ท่อลมแบบกลมชนิด Flexible Duct จะต้องทำด้วยวัสดุอลูมิเนียมยึดโดยวิธีทางกล แบบ Triple Lock Seam ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตท่อลมกลม สามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 kPa (20" WG) และทนความร้อนได้ถึง 120 องศาเซลเซียส (250 องศาฟาเรนไฮต์)

2.2 Damper

2.2.1 Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เกจ์หนากว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่า

บริษัท เรข สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

ของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

2.2.2 Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลม แต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Inter-locking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมีปลายด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถังสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบพัดจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade หรือ Gang Operated

2.2.3 Fire Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ที่แนวผนังกันไฟ และแนวกำแพงชาฟท์ต่างๆ ต่อกับท่อลมที่เดินทะลุผ่าน รวมทั้งที่พื้นคอนกรีตที่ท่อลมทะลุผ่านทุกๆ จุด ไม่ว่าจะมีระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตามตัวเรือน (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น ทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี, Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิดหลอดละลายที่อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส (160 องศาฟาเรนไฮต์) เป็นผลิตภัณฑ์ ที่ได้รับการรับรองจาก UL.

2.3 หน้ากากลม

2.3.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกอัน ต้องมีประเก็นแบบไม่ติดไฟ หรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามรองรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน

2.3.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดในภายหลัง

2.3.3 หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะเป็นแบบกลม หรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบ ทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือก้านขอบ หน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

2.3.4 หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้า ติดตั้งในแนวนอน ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้ง จะต้องมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

2.3.5 หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser ทำด้วย Extrude Aluminium มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องพร้อมกล่องลม (Air Plenum) ตามที่ระบุในแบบช่องจ่ายลมแต่ละช่องต้องมีขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

2.3.6 หน้ากากลมกลับ (Return Air Grill) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.3.7 หน้ากากลมกลับแบบ Transfer มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังหนาต้องมีหน้ากากติดตั้งสองด้านของผนัง

2.3.8 หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ถอดหน้ากากออก

2.3.9 Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาด ความหนาของของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า 5 ตารางเซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน

2.3.10 หน้ากากลมระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับหน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุดต้องมี Opposed Blade Volume Damper ด้วย

2.4 อุปกรณ์ลดเสียง (Sound Attenuator)

2.4.1 หากต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงอุปกรณ์ลดเสียง จะต้องมีโครงสร้างตามที่แสดงไว้ในแบบและรายละเอียด ความเร็วลมที่ผ่านอุปกรณ์ลดเสียงต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที (1,970 ฟุตต่อนาที)

2.4.2 กล่อง (CASING) ของอุปกรณ์ลดเสียงพับทำขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ขนาดความหนาใช้เบอร์เกจ์เดียวกันกับท่อลมที่ต่ออยู่ด้วยกัน แต่จะไม่บางกว่า 0.7 มิลลิเมตร

2.4.3 วัสดุดูดกลืนเสียง เป็นวัสดุพวกใยแก้ว ผิวของวัสดุดูดกลืนเสียงที่อยู่ในทางผ่านของลม (Air Flow Passage) จะต้องเคลือบฝังด้วย Neoprene และมีตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กชุบสังกะสีเป็นตาราง ขนาดประมาณ 8 x 8 มม. ปิดพับ

2.4.4 วัสดุด้วยเสียง ต้องมีค่าการลดเสียง (Dynamic Insertion Loss) ที่ความเร็วลม 10 เมตรต่อวินาที (1970 FPM.) ตามความถี่ของเสียง ดังนี้

ความยาว (มม.)	63 (Hz.)	125 (Hz.)	250 (Hz.)	500 (Hz.)	1000 (Hz.)	2000 (Hz.)	4000 (Hz.)	8000 (Hz.)
600	5	6	10	16	22	22	18	10
900	7	9	15	24	34	33	28	15
1200	7	13	18	30	39	40	36	24
1500	7	17	20	36	43	47	43	33

2.5 ฉนวนบุภายในท่อลม (Duct Liner)

2.5.1 ท่อส่งลมเย็น และลมกลับที่ติดตั้งผ่านห้องหรือโถงที่ไม่มีฝ้า และ/หรือใต้ฝ้าตามที่ระบุไว้ในแบบให้บุด้วยฉนวนไว้ภายในพื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่บุฉนวนภายใน ต้องไม่เล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อลม ส่วนที่หุ้มฉนวนภายนอกที่มีขนาดท่อลมเท่ากัน

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.5.2 ฉนวนทำด้วยไฟเบอร์กลาสอย่างแข็ง (Rigid Board) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ โดยปิดทับหน้าด้านสัมผัสด้วยอลูมิฟอยล์แบบมีรูพรุน (Perforated Aluminium Foil)

2.5.3 ฉนวนต้องยึดแน่นติดกับท่อลมด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ หรือหมุดยึด (Pin) รอยต่ออุดด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ ช่วงหัว-ท้าย ยึดด้วยกรอบสังกะสีเบอร์เกจ์เดียวกับท่อลม

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 ท่อลมและการติดตั้ง

3.1.1 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ

3.1.2 ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้น หรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามหน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน

3.1.3 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตาต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวด การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

3.1.4 ท่อลมที่ต่อกับพัดลม และเครื่องปรับอากาศ ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Cloth เคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว)

3.1.5 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวภายนอกและ/หรือภายในท่อลมด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟ รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลมอ่อนกับท่อลมกลมอ่อน หรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.1.6 จะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้าง หรือด้านใต้ท่อลมขนาดประมาณ 300 มิลลิเมตร X 300 มิลลิเมตร (12 X 12 นิ้ว) ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดในโตกว่า 0.1 ตารางเมตร ทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีประเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่ว และ Access Door ที่ ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มต้องทาเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกันที่ใช้หุ้มท่อลม

3.1.7 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่อการตรวจซ่อมและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้าค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.1.8 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมี่ยม

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

3.1.9 ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pitot tubes หรือเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศและ Balance ระบบลมนั้น ต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนดหรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด

3.2 การแขวนยึดท่อลม

3.2.1 การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด

3.2.2 โครงเหล็กต่างๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่นๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลม และให้ทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

3.2.3 ที่รองรับท่อลม (Duct Supports) การรองรับท่อลมที่เดินตามแนวนอน และมี ขนาดเล็กกว่า 1350 มิลลิเมตร (54 นิ้ว) จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 2.40 เมตร (8 ฟุต) ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก 1.20 เมตร (4 ฟุต) ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมา ต้องรองรับในลักษณะที่ให้ น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอที่รองรับท่อทุกอันต้องทาสี หรืออย่างอื่นตามที่กำหนด

3.2.4 Duct Sleeves ท่อลมส่วนใดที่ระบุให้เดินผ่านพื้นเพดาน ผนัง หรือหลังคา จะ ต้องเดินเฉพาะในช่องที่เจาะเตรียมไว้ให้เท่านั้นผู้รับจ้างต้องใช้เหล็กแผ่นอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 20 USG ทำเป็น Sleeve ให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) โดยรอบฝังไว้ในช่อง เมื่อเดินท่อลมผ่านเสร็จแล้วจึงใช้แผ่น (Flashing) ปิดช่องว่างที่เหลือให้แลดูเรียบร้อย

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

15. ฉนวนหุ้มท่อลม

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ท่อลมต้องได้รับการปิดรอยต่อท่อลมให้เรียบร้อยก่อนทำการหุ้มฉนวน

1.2 การหุ้มฉนวนต้องหุ้มติดตลอดตัวท่อลม

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 แผ่นฉนวน ต้องเป็นสารอนินทรีย์ทำขึ้นจากใยแก้ว (Fiberglass) มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวละเอียดจำนวนมากประสานยึดติดกันด้วย Thermosetting Resin มีน้ำหนักเบา คุณสมบัติกันไฟเมื่อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E84 เป็นดังนี้

- Flame Spread ต้องไม่เกิน 25
- Smoke Developed ต้องไม่เกิน 50
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75°F ต้องไม่มากกว่า 0.28 Btuh-in/sq.ft°F หรือ 0.0404 W/M.K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C

2.2 ในกรณีที่ในแบบระบุให้ใช้ฉนวนยางบุภายในท่อลม ให้ใช้ฉนวนที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดานและในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chamber จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วๆไปไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับ

3.2 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องอุดตามตะเข็บ และทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อนด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ ตรงรอยต่อของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) คาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียม หรือพลาสติกขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนใยแก้วที่หุ้มท่อลมทุกๆ ระยะ 1.2 เมตร ป้องกันไม่ให้ฉนวนใต้ท่อลมตกแอ่นลง การคาดแถบสายรัดจะต้องทำทันทีหลังจากการหุ้มฉนวนและจะต้องหาวิธีป้องกันตรงมุมต่อไม่ให้สายรัดปาด Aluminium Foil ของฉนวน จนฉีกขาดส่วนถลอกฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape

3.3 ทุกๆ จุดที่แขวนรองรับท่อลมจะต้องใช้ยิบซั่มบอร์ดขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) หนา 6 มิลลิเมตร รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบนจากการแขวน

3.4 การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Flexible Type) มีความหนา และความหนาแน่นเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด Condensation ได้ และต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และ 24 กก. / ลบ.เมตร (1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต) ตามลำดับ ปะทับหลังด้วยแผ่นกระดาษ Kraft ซึ่งมีผิวด้านนอกเป็นอลูมิเนียม

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

ฟอยด์ชนิดทนไฟได้ ทำหน้าที่เป็น Vapor Barrier การยึดแผ่นฉนวนให้ติดกับท่อลมให้ใช้กาวชนิดไม่ติดไฟทาลงบนตัวท่อให้ทั่ว แล้วนำแผ่นใยแก้วไปหุ้มทับ พยายามให้รอยต่อของแผ่นฉนวนชนแนบสนิทกัน โดยให้รอยต่อตามยาวอยู่ทางด้านบน ของท่อปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วย Pressure Sensitive Vapor Barrier Aluminum Tape กว้างไม่น้อยกว่า 63 มิลลิเมตร (2.5 นิ้ว)รัดให้ตึง เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถยึดแผ่นฉนวนได้แน่นทั้งสองข้าง สำหรับท่อลมที่มีมิติใดมิติหนึ่งเกินกว่า 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ให้ใช้แถบพลาสติกพร้อมปลอกรัดกว้างไม่น้อยกว่า 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) รัดรอบอีกทีหนึ่งทุกๆ ระยะ 0.5 เมตร

3.5 การหุ้มฉนวนภายในท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นใยแก้วชนิดอ่อน (Flexible Type) มีความหนาและความหนาแน่นเช่นเดียวกับฉนวนที่ใช้หุ้มภายนอกท่อลม ปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ชนิดทนไฟได้และมีรูพรุน (Perforated Aluminium Foil)

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

16. ระบบไฟฟ้า

1 ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ระบบไฟฟ้าทั้งหมดต้องสอดคล้องกับระบบของการไฟฟ้าฯ ขอบเขตผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงในแบบ และที่กำหนดในรายละเอียดนี้

1.2 ระบบไฟฟ้าเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย 380/220 V., 50 Hz. Y - Connection System Solid Ground

1.3 ระบบสีของสายไฟ และบัสบาร์ให้เป็นดังนี้

- สายเฟส เอ สีน้ำตาล
- สายเฟส บี สีดำ
- สายเฟส ซี สีเทา
- สายศูนย์ N สีฟ้า
- สายดิน GND สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง
- สายไฟที่ผลิตเพียงสีเดียวให้ทาสี หรือพันเทปทั้งสองข้างของสายด้วยสีที่กำหนดให้ รวมทั้งในที่ที่มีการต่อสายและต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับบัสบาร์ให้ทาสีหรือติดเทปสีตามระบบสีดังกล่าว

2 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

2.1 ทั่วไป แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ผลิตตามมาตรฐาน VDE IEC หรือ TIS ตู้โลหะเป็นชนิด Dead-Front Modular Type of Standard Design และเป็นแบบที่การไฟฟ้าฯเห็นชอบ และอนุมัติให้ใช้

2.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง แผงสวิตช์แรงต่ำและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- พิกัด แผงสวิตช์ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้
  - แรงดันระบบ 3 เฟส 4 สาย 415/240V, 50 Hz
  - Insulation Level 600 โวลต์
  - กระแสต่อเนื่อง ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
  - กระแสลัดวงจร ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
- รายละเอียดทางด้านการออกแบบและการสร้าง
  - ตัวตู้เป็นชนิดวางตั้งกับพื้น หรือติดบนผนังตามที่ระบุในแบบ ประกอบจากแผ่นเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ในกรณีที่เป็นตู้ตั้งกับพื้นโครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากเชื่อมติดกัน หนาไม่น้อยกว่า 3 มม. หรือใช้เหล็กฉากยึดติดกันด้วยสลักเกลียวและแป้นเกลียว ตู้ที่ตั้งชิดกันต้องมีแผ่นโลหะกั้นแยกจากกัน และตู้ต้องยึดถึงกันด้วยสลักและแป้นเกลียว

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- ตัวตู้ โครงตู้และส่วนที่เป็นเหล็ก ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟต หรือสังกะสี เป็นต้น สำหรับการพ่นสีภายนอกให้ใช้สีเทาอ่อน
- ให้มีการบริการและบำรุงรักษาอุปกรณ์แรงต่ำจากด้านหน้าของตู้ โดยมีประตูเปิดจากด้านหน้า โดยใช้บานพับชนิดซ่อน ซึ่งเปิดปิดโดยใช้กุญแจหกเหลี่ยมไข
- ตัวตู้ต้องมีความแข็งแรงพอไม่บิดตัวขณะใช้งาน และในขณะลัดวงจร พร้อมทั้งมีการระบายความร้อนที่ดี โดยให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip-proof) ซึ่งมีมุงลวดติดด้านในที่ฝาปิดช่วงล่างด้านหน้าและที่ฝาปิดช่วงบนด้านหลัง
- ตัวตู้ต้องติด Mimic Diagram แสดง Single Line Diagram ของระบบ
- ฝาตู้ทุกด้านต้องมีสายดินทำด้วยทองแดงชุบแบบถักแบน ต่อลงดินที่โครงตู้

• สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์ ให้ใช้สายชนิดทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ 70°C ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. (ยกเว้นเป็น วงจรกระแส และสายดินระหว่างตัวแผงกับบานประตูแผงสวิตช์ให้ใช้ขนาด 4 และ 10 ตร.มม. ตามลำดับ) การเดินสายให้เดินในรางพลาสติกหรือท่อพลาสติกทั้งหมด การต่อสายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน ห้ามต่อตรงระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ และห้ามมีการตัดต่อสายไฟฟ้าที่เชื่อมระหว่างจุดต่อดังกล่าวเพื่อความสะดวกในการทดสอบและแก้ไขต่างๆ สายควบคุมที่ติดตั้งนอกแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ชนิดหลายแกน หุ้มฉนวน 2 ชั้น และยึดด้วยประกับพลาสติก

• เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะ เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 947-1,IEC 947-2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องเป็นชนิด Moulded และต้องเป็นแบบทำงานเร็ว (Quick-Make, Quick-Break, Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip, Thermal Overload Current Trip and Trip Indication) โดยมีพิกัดขนาดและ Breaking Capacity Icu ตามที่แสดงไว้ในแบบเซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้งหมดต้องเป็นของผู้ผลิตเดียวกัน

• Molded Case Circuit Breaker

- เป็นชนิด Thermal magnetic ที่พิกัด AF ต่ำกว่า 400 AF โดยเป็นชนิด Electronic ที่พิกัด AF ตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป
- Molded Case Circuit Breaker ผลิตตามมาตราฐาน IEC 947-1 และ IEC 947-2
- ทำงานด้วยระบบ Quick – Make, Quick – Break และ Trip Free เมื่อเกิดกระแส Overcurrent และ Short Circuit Current.
- Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position
- MCCB ทุกขนาดสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม Shunt Trip, Undervoltage, Auxiliary Switch, Alarm Switch, Rotary Handle, Pad locking device เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งด้านการป้องกันและการควบคุม
- Trip Unit ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal-Magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส Thermal ตั้งแต่ 0.75 – 1.0 ของ Rated AF

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไปจะต้องมี Rating Plug เพื่อกำหนดค่า Ampere Rating โดยสามารถปรับค่ากระแส Overload Current ได้ระหว่าง 0.1 – 1.0 ของพิกัด Rating Plug และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 3 – 10 เท่า

- การติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Fixed Type ซึ่งติดตั้งถาวรโดยยึดติดกับโครงโลหะในตู้แรงต่ำด้วยสลักและแป้นเกลียว
- การสับเข้าและออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Manual Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมือ
- ขั้วต่อสาย (Terminal) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดเฟรมต่ำกว่า 225 A ให้ใช้ ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์ สำหรับขนาดเฟรมสูงกว่า 225 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์เท่านั้น
- บัสบาร์ ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดความสามารถรับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ตามมาตรฐาน DIN 43671 แต่ทั้งนี้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตร.มม. และอุณหภูมิของบัสบาร์ขณะใช้งานเต็มที่ต้องไม่เกินไปกว่า 25˚C เหนืออุณหภูมิแวดล้อม 40˚C
- บัสบาร์ให้ติดตั้งบนบัสบาร์ Holder ประเภท Epoxy แบบสองชั้นประกบ บัสบาร์ Resin หรือ Fiber Glass Reinforced Polyester ห้ามใช้วัสดุตระกูล Bakelite หรือ Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้า ระยะห่างระหว่างเฟสและ/หรือ Ground เป็นไปตามที่การไฟฟ้าฯ กำหนด การเจาะรูและการต่อเชื่อมบัสบาร์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน DIN 43673 และต้องมีความแข็งแรงพอที่ยึดหรือรองรับบัสในขณะลัดวงจรไม่น้อยกว่า 50kA ที่ 415 VAC (หรือตามที่แสดงในแบบ)
- ต้องมีบัสดินขนาดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33 ของบัสบาร์ในแต่ละเฟสติดตั้งภายในตู้ยาวตลอดตู้ และเชื่อมกับระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าภายนอกอย่างน้อย 2 จุด โดยใช้สายดินขนาด 120 ตร.มม. หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- มอเตอร์สตาร์ทเตอร์
  - ชุดสตาร์ทเตอร์ แต่ละชุด ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้
    - .. Circuit Breaker
    - .. Motor Starter
    - .. Thermal Over Load Protection
    - .. Start and Stop Push Button
    - .. Running Indicating Lamp
    - .. Selector Switch H-O-A (IF Require)
    - .. Alarm (IF Require)
    - .. Control Fuse or Breaker
    - .. Name Plate and Circuit Diagram
  - โดยทั่วไป ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 7.5 HP ให้ สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct On Line ได้ และถ้ามากกว่า 7.5 HP ต้องเป็นชนิด Star-Delta Start

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- สำหรับ Circuit Breaker ของมอเตอร์แต่ละตัว ในกรณี Breaker ดังกล่าว และมอเตอร์อยู่ไกลจากสายตาจนมองการทำงานของมอเตอร์ดังกล่าวไม่ได้ ตัว Breaker ต้องมี Handle แบบ Lock Off เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในการบำรุงรักษา
- คอนแทคเตอร์ และโอเวอร์โหลดรีเลย์ มีพิกัดขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานตามปกติ และสามารถรับกระแสขณะเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ได้เป็นอย่างดี
- คอนแทคเตอร์ ให้ใช้ชนิด AC3 Duty และสามารถกันฝุ่นได้เป็นอย่างดี
- โอเวอร์โหลดรีเลย์ ให้ใช้ชนิดที่ติดตั้งครบทุกเฟส
- แรงดันคอยล์ 220 V, 50 Hz (หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ)
- มีจำนวนหน้าสัมผัสช่วยของคอนแทคเตอร์แต่ละตัวไม่น้อยกว่า 1NO+1NC สำหรับใช้งานระบบควบคุม และ/หรือ การแสดงผลต่างๆ

• Remote และ Local Control Panel

- Remote และ Local Control Panel ต้องเป็นกล่องพับขึ้นรูปตามที่กำหนดในลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ
- Remote Control Panel จะต้องตั้งอยู่ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อยเพื่อความเหมาะสม
- Local Control Panel ที่ประจำอยู่ในตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์ต้องมี Local Remote Selector Switch และในกรณีที่จำเป็นอาจต้องใช้ Auxiliary Relay สำหรับการต่อเชื่อมระบบที่แรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน
- Remote Control Panel จะต้องมี On-Off Push Button พร้อม Indication Lamp และ Remote Local Indicating Lamp
- การประกอบ Remote และ Local Control Panel ต้องจัดทำ Shop Drawing แสดง Control Circuit Diagram และรูปแบบของตัวตู้เสนออนุมัติจากผู้คุมงานก่อน

• หม้อแปลงกระแส (CT) เป็นชนิด Encapsulated มีพิกัดตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยมีกระแสทุติยภูมิ 5A และติดตั้งเพื่อให้สามารถวัดได้ทุกเฟส Accuracy Class 1 หรือดีกว่า

• อุปกรณ์หรือเครื่องวัด ต้องเป็นชนิดติดตั้งในแผงสวิตช์ สามารถกันฝุ่นและความชื้นได้ดี โดยมีขนาดประมาณ 96x96 มม. Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า

• หลอดแสดงเป็นแบบติดฝังเรียบบนแผงสวิตช์ ใช้หลอดไส้ 0.6 W, 6 V พร้อมหม้อแปลง 220 V/6V ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบเลนซ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มม.

• Selector Switch (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องเป็นชนิดติดตั้งในแผงสวิตช์ มี 7 steps สำหรับ volt-selector และ 4 steps สำหรับ amp-selector

• ป้ายชื่อทั้งหมด ต้องจัดหาและติดตั้งในแต่ละส่วนของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

• ต้องติด Mimic Diagram ขนาดกว้าง 10 มม. หนา 3 มม. แสดง Single Line ของระบบ

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.4 การติดตั้ง แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และตามที่ แสดงไว้ในแบบทุกประการ

2.5 การทดสอบ แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้องผ่านการทดสอบและมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานตลอดจนได้รับการตรวจและทดสอบโดยการไฟฟ้าฯ นั่นคือ ให้ตรวจสอบฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์และสายป้อนต่างๆ รวมทั้งตรวจสอบระบบการของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดต่างๆ ตามที่การไฟฟ้าฯ ต้องการ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

2.6 หนังสือคู่มือ ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาและวิธีใช้แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

3 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

3.1 ทั่วไป สายไฟฟ้าแรงต่ำของอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2553

3.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซี ทนแรงดันได้ 750 โวลท์ อุณหภูมิใช้งาน 70˚C หรือตามที่แสดงในแบบ
- สายไฟฟ้าที่เดินลอยใช้สายหุ้มฉนวน และเปลือกนอกพีวีซี แกนเดียวหรือหลายแกนทนแรงดันได้ 750 โวลท์ อุณหภูมิใช้งาน 70˚C หรือตามที่แสดงในแบบ
- รายละเอียดของสายไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งเป็นสายหุ้มฉนวนพีวีซี พิกัดแรงดัน 750 โวลท์ และอุณหภูมิใช้งาน 70˚C
- ให้ใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซีแกนเดียวทนแรงดันได้ 750 โวลท์ อุณหภูมิใช้งาน 70˚C หรือตามที่แสดงในแบบ
- สายใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้เป็นสายตีเกลียว (Stranded Wire)
- สายภายนอกอาคารให้เดินร้อยในท่อ หรือฝังดินโดยตรง หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

3.4 การติดตั้ง

- สายไฟฟ้าต้องเดินร้อยในท่อโลหะ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- การเดินสายไฟฟ้าในท่อต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสายและอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าต้องร้อยสายในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้ตระเตรียมหรือร้อยสายไฟไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- การหล่อลื่น ในการดึงสายผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่นซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- การดัดงอสายไฟฟ้าทุกขนาด ต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการดัดงอต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ NEC
- สายทองแดงที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม. การต่อสายไฟใช้ขั้วต่อสายแบบเกลียวกวดหรือใช้เครื่องมือกลบีบ และสำหรับสายขนาด 16 ตร.มม. หรือใหญ่กว่าให้ใช้ขั้วต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบและใช้ฉนวน (Heat Shrinkable Tube) ห่อหุ้มรอยต่อดังกล่าว
- การต่อสายใต้ดินหรือในบริเวณที่เปียกชื้นหรือโดนน้ำได้ ต้องหล่อหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ Epoxy
- การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหัวสกรูแบบพันสายต้องใช้หางปลาและหากอุปกรณ์ไฟฟ้ามีขั้วรับสายแบบมีรูสอดสายให้ต่อตรงได้
- การกันความชื้น ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม. ให้ใช้ฉนวนห่อหุ้มรอยต่อ
- ป้ายแสดงเลขที่วงจร สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายสายทั้งสองข้างและในทุกจุดที่มีการต่อสายไฟฟ้า ทั้งในกล่องต่อสาย รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีป้ายติดแสดงเลขที่วงจรไฟฟ้า โดยใช้ป้ายที่มีความทนทานดีเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอกเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

3.5 การทดสอบ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าสายไฟที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้ อาจมีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบตามมาตราฐานโดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญา และต้องรับผิดชอบในความล่าช้าของงานในส่วนนี้ด้วย

4 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

4.1 ทั่วไป ท่อร้อยสายไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC

4.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

4.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- ท่อโลหะและอุปกรณ์ต้องเป็นวัสดุที่ใช้เฉพาะกับงานไฟฟ้า ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตจะต้องยึดด้วยประกับโลหะ และ/หรือประกับสำหรับแขวนท่อทุกๆ ช่วง 2.5 เมตร และไม่เกิน 1.0 เมตร จากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์
- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในปูนทราย ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย หรือที่ชื้นตามข้อกำหนดของ NEC

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) ต้องเป็นท่อเหล็กบางผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดาน หรือเดินฝังในอิฐก่อ (ต้องใช้ร่วมกับข้อชนิดกันน้ำ) สามารถใช้ติดตั้งได้ในทุกสถานที่ยกเว้นที่ระบุไว้ในกรณีท่อ IMC และท่ออ่อนซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ท่อโลหะชนิดบาง โดยทั่วไปใช้ข้อต่อแบบสลักเกลียวขัน (Set-screw) ยกเว้นในห้องเครื่องให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ
- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดอ่อน (Flexible Metal conduit : FMC) ต้องทำจาก Galvanize Steel ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์เป็นต้น หรือใช้ในที่อื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อนโดยเฉพาะ ท่อโลหะชนิดอ่อนให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ท่ออ่อนที่ใช้ในบริเวณที่อาจจะเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้นต้องเป็นแบบกันน้ำ และใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำเช่นกัน
- ท่อร้อยสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะใช้งานและสภาวะแวดล้อม ดังที่ได้กล่าวโดยสังเขปมาแล้ว
- ท่อร้อยสายแต่ละท่อต้องมี Coupling อยู่ที่ปลายข้างหนึ่งและ Thread Protector อีกข้างหนึ่ง
- Conduit Fitting ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514
- ต้องมี Lock Nut และ Bushing ในทุกปลายของท่อ
- กล่องต่อสายไฟฟ้า ต้องเป็นกล่องชุบสังกะสีหรือแคดเมียม
- ท่อร้อยสาย ต้องมีวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย

16.4.4 การติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯและ NEC โดยที่

- ท่อ IMC ต้องใช้เดินฝังในดิน หรือคอนกรีตหรืออิฐก่อ หรือ Floor Slab การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 346
- ท่อ EMT ต้องใช้กับแนวเดินท่อที่ Exposed หรือ Concealed การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 348
- ท่ออ่อน ต้องใช้เมื่อต้องการต่อเชื่อมท่อเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งมีการสั่นสะเทือนหรือเมื่อต้องการยืดหยุ่น การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 350
- Associated Material ต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 สำหรับการติดตั้งในบริเวณอันตราย (Harzard) ให้เป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 500
- Bend and Offset ต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุ ห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- การนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน
- การเดินท่อให้พยายามเดินในแนวเฉลียงทางเดิน และมีแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
- ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit Bushing ใส่ไว้ ปลายท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องมี

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

ฝาครอบ (Conduit Cap) ปิดไว้ทุกแห่ง การต่อท่อโลหะชนิดบางที่ฝังในผนังหรือพื้นให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ โดยใช้เครื่องมือดัดที่เหมาะสม และเมื่อรวมมุมที่งอแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสายสองจุด)

- ปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อนก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสายต้องทำให้หมดคมโดยใช้ Conduit Reamer และการวางท่อต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกท่อชำรุด
- การต่อเชื่อมกับกล่องต่อสายและตัวตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของกล่องหรือตัวตู้ โดยมี Locknut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อร้อยสาย ต้องมี Bushing สวมอยู่

5 รางเดินสายไฟฟ้า (Cable Ladder, Cable Tray or Wire Way)

5.1 ทั่วไป รางเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตาม NEC Article 362 ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีอบ (Stove Enamel Paint) และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

5.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งรางเดินสายไฟฟ้า ตลอดจนอุปกรณ์จับยึดรางเดินสายไฟฟ้ากับโครงสร้างอาคาร สำหรับรูปร่างและขนาดของรางเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- รางเดินสายไฟฟ้า ต้องทำจากแผ่นเหล็กฟอสเฟตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. สำหรับ Cable Ladder/ Cable Tray และ 1.5 มม. สำหรับ Wire Way หรือที่ระบุไว้ในแบบ
- Cable Ladder และ Cable Tray ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip Galvanized หรือ Electro-Galvanized สำหรับ Wire Way ต้องพ่นสีทับเพื่อป้องกันสนิมและทนต่อสภาพการผุกร่อนได้ดี
- ตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรงอย่างพอเพียงที่จะป้องกันสายไฟฟ้าที่เดินอยู่ภายในได้ และสามารถรับน้ำหนักของสายไฟฟ้าดังกล่าวได้ดี
- ภายในตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องออกแบบให้สามารถเดินสายไฟฟ้าในรางดังกล่าวได้ง่าย และไม่ทำให้สายชำรุดเสียหาย เช่นขอบข้างราง และ/หรือขั้นของรางต้องเรียบโดยไม่มีความคมของขอบ
- รางเดินสาย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์จับยึด (Support) ทุกๆ ช่วงไม่เกิน 1.5 เมตร และตัวจับยึดต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอ
- รางเดินสายและอุปกรณ์จับยึด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

16.5.4 การติดตั้ง

- การติดตั้งให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้า ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินในรางให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการเดินสาย ต้องต่อลงดิน

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- สายไฟฟ้าที่เดินในรางเดินสายไฟฟ้าทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน ต้องมีอุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้ากับรางเดินสายไฟฟ้าดังกล่าว (Cable Tie) หรือใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้าที่เหมาะสม

6 กล่องต่อสายไฟฟ้า

6.1 ทั่วไป กล่องต่อสายแบบต่างๆต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 และ 373 กล่องต่อสายให้หมายรวมถึงกล่องต่อสวิตช์ เต้ารับ กล่องดึงสาย กล่องรวมสาย และกล่องสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ

6.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งกล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องดึงสาย (Pull Box) และข้อต่อต่างๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ และส่วนอื่นที่เห็นว่าจำเป็นสำหรับการติดตั้ง (ซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในแบบ)

6.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- โดยทั่วไปกล่องต่อสายต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. เป็นแบบมีฝาปิด และมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางของ NEC
- กล่องต่อสายต้องมีกรรมวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย
- กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการใช้งานและสภาวะแวดล้อม
- กล่องต่อสายแบบกันน้ำ ต้องใช้เป็นอะลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ และมีกรรมวิธีป้องกันน้ำได้ดี โดยที่ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่นหรืออะลูมิเนียมแผ่น
- กล่องดึงสายและฝาครอบขนาดใหญ่ ให้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. พ่นสีกันสนิมแล้วพ่นสีชั้นนอกด้วย
- ขนาดกล่องต่อสายและจำนวนสายในกล่องต้องเป็นไปตามกฎของ NEC
- กล่องต่อสายทุกกล่องต้องต่อลงดินตามกฎของ NEC

6.4 การติดตั้ง

- ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับตัวอาคาร
- การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย Lock Nut และ Bushing และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการเดินสายและต่อสาย

7 ระบบการต่อลงดิน

7.1 ทั่วไป การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) คือ การต่ออุปกรณ์ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดิน อุปกรณ์ที่ต้องต่อลงดิน ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด เช่น ท่อโลหะ ปั๊ม เป็นต้น สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้ตามที่กำหนด จะต้องทำตาม NE Code และเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

7.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบให้สมบูรณ์ ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้ทุกประการ

7.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- สายตัวนำลงดินให้ใช้สายเส้นเดียวกันตลอดโดยไม่มีการตัดต่อ หากสายตัวนำลงดินที่กำหนดให้ร้อยในท่อโลหะ จะต้องต่อสายลงดินเข้ากับปลายทั้งสองข้างของท่อโลหะโดยใช้ปะกับโลหะ
- การต่อเชื่อมทุกๆจุดของสายดิน สายดินกับระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding โดยให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC ซึ่งการต่อดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ การต่อสายตัวนำแยกเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการใช้ปะกับโลหะ ชนิดใช้เครื่องมือกลอัด ต่อแยก เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเมื่อถูกแยกออกจากวงจรไฟฟ้าไปแล้วระบบการต่อลงดินของอุปกรณ์อื่นๆ ไม่ถูกตัดขาด

7.4 การติดตั้ง

- การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้
  - ปั๊มน้ำ อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกหุ้มภายนอกเป็นโลหะ
  - โครงเหล็กหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องที่เป็นโลหะ อันอาจมีกระแสไฟฟ้า
- สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ ให้ร้อยในท่อโลหะ
- ขนาดของสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตาม NEC หรือที่ระบุไว้ในแบบ
- ผู้รับจ้างต้องทำแบบการต่อลงดินของระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

7.5 การทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดิน และความต้านทานของดิน ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง และผลของการทดสอบให้ผู้รับจ้างจัดทำเป็นรายงานส่งให้ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด

ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร
20	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

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

17. อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ หมายถึง ระบบควบคุมที่ใช้กับระบบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของเครื่องปรับอากาศ ระบบควบคุมด้านความปลอดภัย และระบบป้องกันความเสียหายต่อระบบปรับอากาศและระบายอากาศ รวมไปถึงระบบควบคุมสำหรับพัดลม และระบบอื่นๆ ตามที่กำหนด เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบ และรายการ ไม่ว่าในแบบและรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานดังกล่าวไว้หรือไม่ก็ตาม การเลือกอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมที่ติดตั้ง

1.2 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายใน ประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที

1.3 ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ พร้อมทั้งรายการ คำนวณ, การเลือกอุปกรณ์, แบบแสดงแนวทางเดิน, ขนาด และลักษณะการติดตั้ง อุปกรณ์มารับความเห็นชอบจากผู้คุมงานก่อนการติดตั้ง

1.4 บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบควบคุมของวิศวกรผู้ชำนาญงานด้านนี้

1.5 ระบบควบคุมเป็นแบบ Electrical หรือ Electronic Type

1.6 ผู้รับจ้างจะต้องเตรียม Voltage Free Contact และ Control Relay สำหรับอุปกรณ์ ที่มีมอเตอร์เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงกับระบบ Building Automation System (BAS)

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

2.1.1 เทอร์โมสตัท สำหรับเครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นขนาดใหญ่เป็นแบบ P-I Controller, Low Voltage (24V)

2.1.2 เทอร์โมสตัท สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดมากกว่า 17.6 kW (5 ตัน) เป็นแบบติดผนัง หรือแบบอื่นๆ ที่ระบุในแบบ เป็นชนิด Single stage หรือ Multi stage ตาม ความจำเป็นของเครื่อง

2.1.3 เทอร์โมสตัท สำหรับเครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นขนาดเล็ก, เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดไม่เกิน 17.6 kW (5 ตันความเย็น) เป็นแบบติดผนัง พร้อมทั้งมีสวิตช์ปรับรอบพัดลม 3 จังหวะอยู่ในชุดเดียวกัน โดยสำหรับเครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นต้องเป็นชนิด P-I Controller, Low Voltage (24V)

2.2 อุปกรณ์ควบคุมเมื่อเกิดเพลิงไหม้

2.2.1 ระบบควบคุมสำหรับเครื่องส่งลมเย็น (AHU) และพัดลมทุกๆ เครื่อง ที่มีอัตราลมส่งตั้งแต่ 3400-8500 Cu.M/Hr. (2000-5000 CFM) และพัดลมที่ใช้ระบายควันจาก Kitchen Hood ทุกขนาดจะต้องติดตั้ง

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

Firestat ไว้ ณ ทางลมกลับหรือลมส่งของเครื่องแต่ละชุดแล้วแต่กรณี เมื่อเกิดเพลิงไหม้ หรืออุณหภูมิของลมสูงเกินกว่า 55°C (130°F) ระบบควบคุมจะตัดวงจรควบคุมของเครื่องปรับอากาศออก ทำให้เครื่องหยุดทำงาน และในกรณีต้องการเดินเครื่องใหม่ต้องใช้มือกด (Manual Reset) Firestat ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจาก UL. หรือเทียบเท่า ในกรณีที่อาคารนั้นมี Heat Detector อยู่แล้ว ให้เอาสัญญาณจาก Heat Detector มาใช้ควบคุมมอเตอร์ของเครื่องส่งลมเย็นแทนได้

2.2.2 ระบบควบคุมสำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีอัตราลมส่งเกินกว่า 8500 Cu.M/Hr. (5000 CFM) ต้องใช้ Smoke Detector เป็นแบบ Duct (Insert) Type ใช้สำหรับตัดวงจรควบคุมของมอเตอร์เครื่องส่งลมเย็น หรือของเครื่องปรับอากาศทั้งชุดเมื่อตรวจจับควันที่มากับลมได้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจาก UL. ในกรณีที่อาคารนั้นมี Smoke Detector อยู่แล้ว ให้เอาสัญญาณจาก Smoke Detector มาใช้ควบคุมมอเตอร์ของเครื่องส่งลมเย็นแทนได้

2.3 วาล์วอัตโนมัติ (Automatic Control Valve)

2.3.1 2-Way Proportional Motorized Control Valve ใช้สำหรับเครื่องส่งลมเย็นตามที่ระบุในแบบขณะที่ไม่มีไฟเข้าวาล์วต้องปิด (Normally Closed) ไม่ให้น้ำไหลผ่านคอล์ยเย็น

2.3.2 2-Way Proportional Motorized Control Valve ใช้สำหรับเครื่องส่งลมเย็นตามที่ระบุในแบบ วาล์วขนาดตั้งแต่ 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม. (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย บรอนซ์ ส่วนขนาด 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วยเหล็กหล่อต่อแบบหน้าแปลน ก้าน วาล์วทำด้วยสแตนเลส หน้าวาล์วสามารถถอดออกเปลี่ยนได้ง่ายลิ้นวาล์วเป็นแบบ Globe หรือ Plug Pattern ตัววาล์วต้องประกอบด้วย Linkage และ Modutrol Motor แบบ Spring Return หรือ Electric Return พร้อมกับ มี Valve Position Indicator บอกสถานะการ ปิดหรือเปิดวาล์ว มอเตอร์จะต้องมี Manual Clutch สามารถปิดหรือเปิดวาล์วด้วยมือ ขณะที่มอเตอร์ใช้งานไม่ได้ วาล์วต้องเป็นแบบ Normally Closed โดยขณะที่ไฟไม่เข้า วาล์วต้องอยู่ในตำแหน่งปิดไม่ให้น้ำไหลผ่านคอยล์เย็น

2.3.3 วาล์วพร้อมอุปกรณ์ทุกชุด ต้องทนอุณหภูมิในช่วง -10 ถึง 60 องศาเซลเซียส และวาล์วทุกตัวจะต้องทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1,360 KPA (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เมื่อวาล์วปิดสนิทขณะผลต่างความดันหน้าและหลังวาล์วเป็น 300 kPa (43 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จะมีน้ำไหลได้ไม่เกิน 10% ของอัตราการไหลที่ใช้งานปกติ (Close off Rating) การเลือกขนาดให้ใช้ความดันลด (Pressure Drop) ขณะที่มีอัตราการไหลที่ใช้งานปกติดังนี้

- วาล์วที่เปิด-ปิดอย่างเดียว (On-Off Valve) ความดันลดไม่เกิน 35 kPa (5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- วาล์วที่หรี่ได้ (Modulating Valve) ความดันลดอยู่ระหว่าง 35 ถึง 70 kPa (5-10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

2.3.4 สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าของวาล์วที่ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 220 โวลต์ จะต้อง ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน โดยมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 95% โดยสามารถ Overload ได้ไม่น้อยกว่า 25% เป็นแบบ Heavy duty

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.4 อุปกรณ์แสดงการไหลหรือเปิดปิดเมื่อมีการไหล (Flow Switch)

2.4.1 จะต้องมีสวิตช์ตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เมื่อไม่มีการไหลของน้ำเย็นและน้ำระบายความร้อน และตำแหน่งอื่นๆ ที่แสดงในแบบตัว Detect จะต้องสอดอยู่ในท่อน้ำเย็นโดยโครงสร้างของ Flow Switch จะต้องเป็นแบบ Watertight, Dust-tight ใช้ในบริเวณที่มีความชื้นสูง และจะต้องได้ UL List ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- Wetted Part : Brass
- Switch Enclosure : NEMA 4X
- Pressure Rating : 150 psi
- Minimum Temp. Rating : 32°F
- Maximum Temp. Rating : 220°F
- Electrical : 10 A. 250 VAC., 2 A. 0-30 VDC

2.5 Differential Pressure Sensor

2.5.1 เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความแตกต่างระหว่างความดันอากาศในบันไดหนีไฟและความดันบรรยากาศ ณ ความสูงเดียวกัน

2.5.2 ช่วงความดันแตกต่างในการวัดอย่างน้อย 12 ถึง 250 Pa (0.05 ถึง 1 inWG.) และต้องครอบคลุมช่วงความดันแตกต่างในการวัดซึ่งระบุอยู่ในแบบ (Drawings)

2.5.3 สามารถตั้งจุดควบคุม (Set Point) ได้

2.5.4 เป็นชนิด Maintenance Free

2.6 การควบคุมการอัดอากาศลิฟท์ดับเพลิงและบันไดหนีไฟ (Pressurized Fire Man Lift Lobby and Stair Case Control)

2.6.1 พัดลมอัดอากาศจะเปิดโดยอัตโนมัติเมื่อมีสัญญาณจาก Smoke Detector หรือระบบแจ้งเพลิงไหม้

2.6.2 การควบคุมความดันในช่องลิฟท์ดับเพลิงและบันไดหนีไฟสัญญาณจาก Differential Pressure Sensor จะสั่งให้อุปกรณ์ควบคุมความดันภายในช่องอัดอากาศไม่ให้สูงเกิน 75 kPa (0.3 inWG.) วิธีการตามที่ระบุในแบบ

2.6.3 พัดลมอัดอากาศเมื่อทำงานแล้ว จะต้องทำงานตลอดเวลานอกจากจะปิดโดยเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบเท่านั้น

2.7 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ (Variable Frequency Drive; Inverter)

2.7.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบตามขนาดของมอเตอร์ของอุปกรณ์ ที่ควบคุม และจำนวนที่กำหนดในแบบ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่ระบุในรายละเอียด และที่จำเป็นสำหรับการใช้งานอย่างสมบูรณ์

2.7.2 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ต้อง ประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศ หรือประกอบ (Knock Down) ในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

โดยผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลมาแล้ว ผลิตจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวร ภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์ พร้อมสำหรับเปลี่ยนทดแทนได้ทันที อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องมีชุดควบคุม (Inverter Controller) ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ ดังที่ระบุในแบบ โดยชุดควบคุมอาจเป็นชุดเดียวกัน กับอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ หรือ แยกชุดกันก็ได้
- อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องมีระดับการป้องกันน้ำและฝุ่น (IP Rating) ไม่น้อยกว่า IP54 สำหรับใช้กับเครื่องสูบน้ำเย็น และไม่น้อยกว่า IP20 สำหรับเครื่องส่งลมเย็น ในกรณีที่อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมีการป้องกันน้ำและฝุ่นน้อยกว่าที่ระบุ จะต้องติดตั้งในตู้ที่มีระดับการป้องกันข้างต้น
- Control Specification
  - Control Method : Sinusoidal Pulse Width Modulate (PWM) Voltage Control
  - Frequency Range : 6-60 Hz
  - Start Frequency : At 3 Hz
  - Frequency Accuracy : ±0.5% At 25°C + 10°C
  - Overcurrent Capacity : 150% for One Minute
  - Frequency Setting Signal : 4-20 mA. DC.
  - Acceleration/Deceleration Time : 10-150 Sec.

2.7.3 AC Input : 380V/3 Phase/50 Hz., ± 5% For Frequency Fluctuation, ±10% For Voltage Fluctuation

2.7.4 Protective-Function

- Overcurrent Stall Prevention
- Regenerative Overvoltage Stall Prevention
- Overcurrent Protection
- Regenerative Overvoltage Protection
- Overload Protection
- Ground Fault Protection
- Instantaneous Power Failure Protection
- Overload Alarm

2.7.5 Input-Output for Building Automation System (BAS) Connection.

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.8 Differential Pressure Sensor and Transmitter

2.8.1 เป็น Sensor สำหรับวัดความแตกต่างความดันของท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับ ใช้ ประกอบกับอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบได้อย่างเหมาะสม และมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- Control Output 4-20 MA, 2-Wire 24 VDC
- Adjustable Span 0-100 Psi
- Accuracy ± 0.25% of Full Span
- Protection against Radio Frequency Interference
- Watertight Electrical Enclosure
- สายส่งสัญญาณจาก Differential Pressure Transmitter ไปยัง Inverter Controller ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิต โดยสายสัญญาณจะเป็นชนิดป้องกันคลื่นรบกวนจากภายนอก (Shield Cable) และถ้ายาวเกินกว่ามาตรฐาน จะต้องมีตัวขยายสัญญาณ (Amplifier)

2.9 Temperature Sensor

2.9.1 เป็น Sensor สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำในระบบปรับอากาศ โดยแสดงค่าการทำงานในช่วงของ -29/121°C (-20/+250°F) โดยสัญญาณที่ส่งออกไป Interface เป็น 4-20 mA DC. หรือ 0 to 10 VDC accuracy ±0.1% at 0°C

2.9.2 ตัว Sensor ควรจะอยู่ในกล่องที่มีฝาปิดครอบมิดชิด และสามารถที่จะ Interfacing กับ Chiller Plant Manager Panel (CPM) ได้เป็นอย่างดี

2.10 VAV. Terminal Box

2.10.1 เป็นอุปกรณ์ควบคุมปริมาณลมในระบบ VAV. (Variable Air Volume)

2.10.2 การเลือกใช้อุปกรณ์ จะต้องเลือกที่จุดทำงานที่มีความดังของเสียง เนื่องจากตัว VAV. Box ไม่เกินความดังที่ NC25

2.10.3 ตัวเครื่องต้องผ่านการรับรองคุณภาพมาตรฐานของ ARI (ARI 880) หรือ ISO (ISO 3741, ISO 5135)

2.10.4 ส่วนประกอบของเครื่อง

- ตัวเครื่องทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่มีความหนาไม่น้อยกว่า USG.#22 พร้อมกับพ่นและอบสีตามมาตรฐานผู้ผลิต
- การประกอบตัวเครื่องให้ใช้การประกอบด้วยวิธีทางกล
- ตัวเครื่องต้องมีการหุ้มด้วยฉนวนภายในเครื่อง เพื่อป้องกันการกลั่นตัวของน้ำ (Condense) หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และมีค่า Thermal Conductivity ไม่เกิน 0.0404 W/m.K (0.28 BTUH.in. /Sq.ft. °F) บริเวณของมุมต่างๆ จะต้องปิดทับด้วยแผ่นเหล็กเพื่อป้องกันความเสียหายของแผ่นฉนวน และต้องสามารถรับความเร็วลมได้ไม่น้อยกว่า 18.3 MPS. (3600 FPM.) โดยไม่เกิดความเสียหายใดๆ กับฉนวน

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- แผ่น Damper ปรับปริมาณลม ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า USG.#22 ลักษณะใบเป็นแบบปีกผีเสื้อ (Butterfly Damper Blade) สามารถปิดได้สนิท โดยยอมให้มีลมรั่วผ่าน Damper ได้ไม่เกิน 1% ที่ความดัน 75 มิลลิเมตรของน้ำ (3 นิ้วน้ำ)
- Damper Shaft ทำจากวัสดุที่มีการนำความร้อนต่ำ และสามารถมองเห็นตำแหน่งของใบ Damper ได้จากภายนอก Box และการยึดแกน Damper จะต้องใช้ Bearing ชนิด Maintenance Free
- Air Flow Sensor จะติดตั้งอยู่ในด้านลมเข้า (Air Inlet) สำหรับส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุม

2.10.5 ระบบควบคุม

- ชุดควบคุมจะต้องเป็นชุดที่ติดตั้งมากับเครื่อง VAV. Box มาจากโรงงานของผู้ผลิต
- ระบบควบคุมเป็นแบบ DDC (Direct Digital Control), Low Pressure, Pressure Independent
- ระบบควบคุมใช้ไฟฟ้าชนิด 24 VAC. หรือจะเป็น 12 VAC. ก็ได้
- อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเป็นชนิด PI Thermostat ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบ BAS ได้
- ชุดควบคุม Damper (Damper Actuator) เป็นชนิด 24 VAC. ที่สามารถควบคุมทั้งเปิดเต็มที่, ปิดเต็มที่และปรับหรี่ (Proportional) ได้โดยไม่เกิดความเสียหายกับชุดมอเตอร์ควบคุม

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ติดตั้งตามที่ผู้ผลิตแนะนำโดยเคร่งครัด

3.2 หลังการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ แล้วเสร็จ ต้องทำการทดสอบอุปกรณ์ทุกชนิดให้ได้ค่าตามที่ออกแบบโดยการ Override อุปกรณ์ เมื่อการทดสอบและการปรับแต่งแล้วเสร็จจึงจะเปิดให้ทำงานโดยอัตโนมัติ

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

18. อุปกรณ์ควบคุมระบบทำน้ำเย็นอัตโนมัติ (Chiller Plant Manager)

1 ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 Chiller Plant Manager จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ได้ทั้งหมด

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์, ฟังชั่นการทำงาน, ขนาดและลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ให้ผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง

1.3 บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้ง Chiller Plant Manager ต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ในการติดตั้ง ซึ่งควบคุมโดยวิศวกรผู้ชำนาญงานด้านนี้

1.4 Chiller Plant Manager ทำงานด้วยระบบ Micro Processor โดยสามารถ Stand alone กล่าวคือเป็นระบบ Direct Digital Control (DDC) และมีชุด Battery ไว้ Back-up ความจำอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ในกรณีที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า

1.5 Chiller Plant Manager สามารถจะเชื่อมโยงกับระบบ Building Automation System (BAS) อื่นๆ ได้ สามารถติดต่อสื่อสาร และส่งข้อมูลระหว่างกันได้ ได้แก่ สถานะ (Status) ของ Chillers, Pumps, Valves และ Remote Shut-Down จาก BAS

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 CPM จะทำงานโดยเชื่อมโยงกับ Chiller จำนวน 4 ตัว โดยใช้ข้อมูลจาก Temperature Sensor ในระบบน้ำเย็น (Chiller Water System) เพื่อคำนวณปริมาณภาระน้ำเย็น (Cooling load) ในระบบ และสั่งการให้ Chiller ทั้งระบบทำงาน เพื่อให้ได้ค่า KW/TR ดีที่สุด

2.2 CPM สามารถจะตั้งโปรแกรมการทำงานตามเวลานาฬิกา และวันในหนึ่งสัปดาห์ (Time Schedule) โดยสามารถให้ Chiller มีการ Start-Up และ Shut-Down ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้

2.3 CPM สามารถจะแสดงผลการวัด และการทำงานของ Chiller ได้ ดังต่อไปนี้

- Volts (3 Phase)
- Amps (3 Phase)
- Kilowatts
- Power Factor
- Oil Temperature
- Oil Pressure
- Tonnage
- Leaving & Return Chilled Water Temperature
- Refrigerant Pressure
- Refrigerant Temperature

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- Chilled Water Flow Rate
- Chiller Status (On/Off)
- Manual & Automatic Reset Alarm
- Chilled Water Setpoint
- Demand Limit Setpoint

2.4 CPM สามารถจะจัดลำดับ (Sequence) การทำงานของ Chiller โดยให้มีการ Lead-Lag

2.5 สามารถจะ Start/Stop รวมถึง Status ของอุปกรณ์ในระบบดังต่อไปนี้

- Chilled Water Pump
- Inverter
- Motorized Valve for Chilled Water Side

2.6 CPM สามารถจะวัดพลังงานไฟฟ้า (Kilowatts) ของ Chiller Plant ได้ เพื่อที่จะนำไป คำนวณ และสั่งการให้ระบบทำงานในสถานะที่ดีที่สุด (Optimized)

2.7 CPM จะเชื่อมโยงกับจอภาพ (Monitor) เพื่อแสดงออกในรูปกราฟฟิค (Graphic) และ ป้อนข้อมูลโดยผ่านคีย์บอร์ด (Keyboard)

2.8 CPM จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกับผู้ผลิต Chiller

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

19. การป้องกันไฟ และควันลาม

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 โดยทั่วไป การป้องกันไฟ และควันลามต้องเป็นตามหัวข้อ 300-21 ของ NED และ ASTM

1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้ง วัสดุ หรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควัน ตามช่องเปิดของท่อต่างๆ ซึ่งผ่านแนวผนังกันไฟและพื้นทุกชั้น

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1.1 วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง

2.1.2 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง

2.1.3 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือเกิดเพลิงไหม้ สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข

2.1.4 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดีและติดตั้งง่าย

2.1.5 วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อน หรือหลังเกิดเพลิงไหม้

2.2 ระบบระบายควัน (Smoke Extract)

2.2.1 เมื่อเกิดไฟไหม้พัดลมดูดอากาศ Smoke Extract Fan จะทำงานโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยสัญญาณจาก Fire Alarm ควันไฟจะถูกระบายออกจนหมด

2.2.2 พัดลมจะหยุดการทำงานเมื่อมีคนไปปิดเท่านั้น

2.2.3 สายไฟจ่าย Smoke Exhaust ทั้งหมดเป็นสายกันไฟ

2.2.4 Smoke Fan จะเป็นชนิด Class D ตาม BS 7346: PART 2: 1990

2.2.5 พัดลมทั้งชุดขับเคลื่อนและ Motor จะต้องประกอบสำเร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต

2.2.6 พัดลมทุกตัวต้องได้รับการรับรอง Performance Test Certiricated จาก Warrington Fire Research หรือ UL หรือสถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับ

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง หรือพื้นห้อง หรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์ หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

3.2 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต อุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว

3.3 ช่องเปิดทุกช่องสำหรับท่อต่างๆ ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตต้องหุ้มปิดไว้ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลามด้วย

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

20. การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกัน การผุกร่อนและ/หรือ การทาสี ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

1.2 วิธีการทาสี ต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักรอุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากการซ่อมแซม ขัดถู และทาสี ให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

- สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

2.2 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางแสดงประเภทและชนิดของสี

ตารางแสดงประเภทหรือชนิดของสี

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
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 Expoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
Galvanized Steel Pipe Galvanized Steel Hanger & Support Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสีให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีอลูมิเนียม	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

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

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
ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
Cast Iron Pipe รวมถึงท่อใต้ดินด้วย	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy
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
Closed Cell Foam Plastic ใช้แถบสีแสดงรหัสสี		

หมายเหตุ : ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขัดหรือ การทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

2.3 รหัสสีและสีสัญลักษณ์

2.3.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสี ให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้นๆ มีการหุ้ม ฉนวนให้ทาท่อเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

2.3.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสายและฝาครอบ กล่องต่อสายเท่านั้น

2.3.3 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")

2.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- ทุกๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
- ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
- เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น
- บริเวณช่องเปิดบริการ

2.5 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตาราง

ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	Chilled Water Supply	CHS.	เขียว	ขาว
2.	Chilled Water Return	CHR.	เขียว	ขาว
3.	Condenser Water Supply	CDS.	ส้ม	ขาว
4.	Condenser Water Return	CDR.	ส้ม	ขาว
5.	Make-up Water	MW.	แดง	เหลือง
6.	Softened Water	SW.	ขาว	เหลือง
7.	Lubricating Oil	LO.	ส้ม	ขาว
8.	Refrigerant Line Gas	RG.	เหลือง	ขาว
9.	Refrigerant Line Liquid	RL.	เหลือง	ขาว
10.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N.	แดง	ดำ
11.	ท่อ-รางสายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E.	เหลือง	แดง
12.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	AC.	ฟ้า	ฟ้า
13.	อุปกรณ์แขวน ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	-	เทาเข้ม	-
14.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	-
15.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง

หมายเหตุ : ท่อที่มีปรากฏแก่สายตา และมิได้ระบุรหัสสี ให้ใช้ประเภทหรือชนิด ของสีตามตารางข้อ 2.2 ส่วนรหัสของสีทับหน้า ให้เป็นไปตามสีของ อาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

3.1.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และดำเนินต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือส่งลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
- ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

3.1.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็กให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทรายแล้วเช็ด ด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

3.1.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมัน และ ฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

3.1.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3.2 การทาสีหรือพ่นสี

3.2.1 ในการทาสีแต่ละขั้น ต้องใช้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีขึ้นต่อๆ ไปได้

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

21. การทำความสะอาดและการตบแต่ง

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ผิวของวัสดุที่เป็นโลหะที่พ่นหรือทาสีมาจากโรงงาน ถ้ามีรอยชำรุดสีลอกจะต้องทำการซ่อมสีให้เรียบร้อย

1.2 ผิวงานของวัสดุที่ไม่ได้พ่นหรือทาสีมาจากโรงงานจะต้องทำการพ่นและแต่งสีหน้างาน

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 ผิวส่วนที่เป็นโลหะของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิด จะต้องทาหรือพ่นสีซึ่งอาจจำแนก ได้ดังนี้

- การพ่นสีเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน (Factory Painting) ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ทุกชนิดตามมาตรฐานของผู้ผลิต จะต้องพ่นสีเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน
- ผิวส่วนใดที่เสียหายหรือบุบจะต้องซ่อม และตบแต่งให้สวยงามเข้ากับสีเดิม

2.2 การพ่นสีหรือทาสีในสถานที่ติดตั้ง (Field Painting) ผิวของวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้ จะต้องได้รับการพ่นหรือทาสี

- ที่รองรับที่ประกอบขึ้นใช้เอง (Shop Fabricated Supports)
- ที่แขวนท่อลม
- ที่รอง และแขวนท่อน้ำ
- ท่อน้ำเติม (Make-Up Water Pipe)
- ท่อ Condensate หรือ Bleed-Off
- วาล์วต่างๆ และ
- ท่อร้อยสายไฟส่วนที่มองเห็นได้ (Exposed Conduit)

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ

3.1.1 ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่น สิ่งสกปรกและสนิมโดยเก็บ รักษาท่อสูงจากพื้น และปิดปลายท่อทั้งสองด้าน

3.1.2 ระหว่างการติดตั้งท่อ วาล์ว ข้อต่อ ต้องทำความสะอาดโดยไล่สิ่งสกปรกภายในออก ให้หมด

3.1.3 ท่อส่วนใดที่ผ่านการทดสอบด้วยความดันแล้ว ให้ระบายน้ำภายในทิ้งให้หมดอุดปลายท่อทั้งสองด้านให้แน่นป้องกันฝุ่น และสิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปอีก

3.1.4 หลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจน เต็ม และ ถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และ เติมน้ำใหม่พร้อมทั้งเดินเครื่องสูบ น้ำให้น้ำหมุนเวียนในระบบ หลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่ายทิ้งใสสะอาดเมื่อดูด้วย ตาเปล่า ตลอดเวลาที่ล้างและทำความสะอาดเครื่อง และอุปกรณ์ที่มีที่กรองเศษผงจะต้องมีที่กรองติดตั้งอยู่และต้องถอดออกมาทำความสะอาดทุกครั้ง

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

3.1.5 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำครั้งสุดท้าย (Final Cleaning of Piping Systems) ให้ใช้สารเคมี Polyphosphates, Synthetic Detergents หรือของผสมระหว่างสารสองอย่างนี้เติมลงในน้ำให้มีความเข้มพอเหมาะแล้วสูบน้ำให้ไหลวนเวียนในระบบ เพื่อขจัดคราบน้ำมันสารอัดเกลียว (Pipe Thread Compound) และสิ่งสกปรกอื่นๆ เป็นเวลาหนึ่ง หรือสองวัน หลังจากนั้นให้ระบายน้ำทิ้งเติมน้ำอ่อนที่สะอาดลงไปล้าง ระบบให้ทั่วอีกครั้ง เสร็จแล้วต้องถอด Strainer และ Dirt Pocket ออกดู และล้างทำความสะอาดให้หมด

3.2 การทำความสะอาดท่อลม

3.2.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม

3.2.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือ พัดลมของเครื่องปรับอากาศส่งลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด

3.2.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศ จะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งแผงกรอง อากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

22. การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมดให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา

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 ภายหลังการทดสอบให้ผู้รับจ้าง ยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่า ระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 ข้อมูลของการทดสอบ

2.1.1 ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่มี ลักษณะคล้ายกับแบบมาตรฐานของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนิน

2.1.2 แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อ ระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจน

2.1.3 ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่างๆ ให้ ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน

2.1.4 ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจาก เครื่องวัดโดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของ เครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขูดลบออกโดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็น สักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น

2.1.5 หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ ตาม วัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 การทดสอบระบบทำความเย็น

3.1.1 ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็น และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบ ร้อยแล้วผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้อง ก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอน และวิธีการที่ผู้ผลิตเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างเคร่งครัด

บริษัท เรชา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

3.1.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่อง ตรวจดูการทำงานของระบบควบคุมทั่วไป และระบบควบคุมความปลอดภัยต่างๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้

3.1.3 เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ได้ระดับ ท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่องต้องมีการรองรับเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึง หรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางการหมุน และบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานของผู้ทำ

3.1.4 อุปกรณ์ปรับสภาวะน้ำ ให้ทำการทดสอบเกี่ยวกับอัตราการไหล การวิเคราะห์สภาวะของน้ำ แล้วทำการปรับแต่งให้ได้ตามที่กำหนดไว้

3.2 การทดสอบระบบท่อน้ำ

3.2.1 ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำ ตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนดการจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.2.2 การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาและอนุมัติของผู้คุมงาน

3.2.3 การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้ สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้คุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย

3.2.4 ท่อน้ำและอุปกรณ์ ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะ ใช้งาน แต่ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

3.2.5 ท่อน้ำทิ้งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

3.2.6 หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่ว และซ่อมแซมแล้วทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

3.2.7 รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อ และเทปพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอยเชื่อมต้อง ตัดออกแล้วเชื่อมใหม่

3.3 การปรับปริมาณน้ำ

3.3.1 ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบ และที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการ อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จากที่ระบุไว้ในแบบ และรายการอุปกรณ์

3.3.2 การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำ ให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และ เทียบกับ Pump Curve ของผู้ผลิต

3.3.3 วาล์วปรับปริมาณน้ำ (Balancing Valve) หลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำ เครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว

3.3.4 ออริฟิส หรือ Flow Meter ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ ต้องติดตั้งตามคำ แนะนำของผู้ผลิต

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

3.3.5 การทดสอบปริมาณน้ำเย็นที่ไหลเข้าคอยล์ของเครื่องส่งลมเย็นแต่ละตัวให้ใช้วิธีวัดจาก Balancing Valve โดยใช้มิเตอร์เฉพาะ กรณีที่มีการติดตั้งมาตรวัดความดันเข้า-ออก คอล์ยก็ให้บันทึกความดันที่ลดลง แล้วตรวจสอบกับผู้ผลิตคอล์ยว่าปริมาณน้ำไหลเข้าถูกต้องตามต้องการ

3.4 การทดสอบและปรับปริมาณลม

3.4.1 ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยก่อนการส่งมอบ งานต้องได้รับการทดสอบปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามความต้องการ ปริมาณลมที่ หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% ของปริมาณลมที่ ระบุในแบบ

3.4.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.4.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลม ในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกๆ แห่ง

3.4.4 ระบบกระจายลมจะต้องไม่ทำให้เกิด Draft หรือเสียงดังเกินกว่า Noise Criteria สำหรับลักษณะการใช้งานของแต่ละห้อง

3.5 อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

3.5.1 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ จะต้องได้รับการปรับ หรือ ตั้งตามเงื่อนไขหรือตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบระบบควบคุมแล้วทำรายงานถึงผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษรภายหลังจากวันตรวจมอบงานแล้วหนึ่งเดือน สามเดือน แปด เดือน และสิบเอ็ด เดือน ตามลำดับรวม 4 ครั้ง

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

23. ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

1 ความต้องการทั่วไป

รายละเอียดในหมวดนี้ ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ ถือเป็นที่สิ้นสุด อย่างไรก็ดีหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

2 อุปกรณ์หลักของระบบปรับอากาศ

2.1 AIR COOLED CHILLER: Trane, Carrier, Daikin หรือเทียบเท่า

2.2 CENTRIFUGAL PUMP: Armstrong, Peerless, Fairbank Morse, Grundfos หรือเทียบเท่า

2.3 AIR HANDLING UNIT: Trane, Carrier, Daikin, Mitsubishi หรือเทียบเท่า

2.4 FAN COIL UNIT: Trane, Carrier, Daikin, Mitsubishi หรือเทียบเท่า

2.5 VRV : Trane, Carrier, Daikin, Mitsubishi หรือเทียบเท่า

2.6 AIR CLEANER: Micro Air, Trion, Honeywell หรือเทียบเท่า

2.6 UV Lamp : Ultravation หรือเทียบเท่า

3 อุปกรณ์พัดลมระบายอากาศ

3.1 CENTRIFUGAL FAN: Panasonic, Kruger, Cook, Green Heck หรือเทียบเท่า

3.2 POWER ROOF VENTILATOR: Panasonic, Kruger, Cook, Green Heck หรือเทียบเท่า

3.3 PROPELLER FAN: Panasonic, Kruger, Cook, Green Heck หรือเทียบเท่า

3.4 INLINE CABINET FAN: Panasonic, Kruger, Cook, Green Heck หรือเทียบเท่า

3.5 AXIAL FLOW FAN: Panasonic, Kruger, Cook, Green Heck หรือเทียบเท่า

4 อุปกรณ์ปรับสภาพน้ำ

4.1 WATER TREATMENT: Dynanic, Cullingen, Erlen, Prominent หรือเทียบเท่า

4.2 CHEMICAL FOR WATER TREATMENT: Galmen Sybron, Dupont, Calgon หรือเทียบเท่า

4.3 CHEMICAL FEEDER: Prominent, N-Feeder, Blue White หรือเทียบเท่า

5 อุปกรณ์งานท่อน้ำ

5.1 OPEN TYPE EXPANSION TANK : Local

5.2 BLACK STEEL PIPE: Inter Steel Pipe, Saha Steel Pipe, Thai Union Pipe, KLM หรือเทียบเท่า

5.3 GALVANIZED STEEL PIPE: Thai Union Pipe, Siam Steel Pipe, Thai Steel Pipe หรือเทียบเท่า

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

5.6 COPPER TUBE: Halstead, Kembla, KLM หรือเทียบเท่า

5.7 CLOSED CELL ELASTOMERIC FOAM: Aeroflex, Armaflex, K Flex, Maxflex หรือเทียบเท่า

5.8 GATE VALVE: Toyo, Kitazawa, Crane หรือเทียบเท่า

5.9 BUTTERFLY VALVE: Keystone, Amari, Ebro, Crane หรือเทียบเท่า

5.10 SILENT CHECK VALVE: Metraflex, Valmatic, Toyo, Crane หรือเทียบเท่า

5.11 BALANCING VALVE WITH FLOW MEASURING PORTS: Armstrong, Crane, MNG หรือเทียบเท่า

5.12 AUTOMATIC FLOWS LIMITING VALVE: Griswold, Flow Con, Auto Flow, Crane หรือเทียบเท่า

5.13 WATER STRAINER: Kitazawa, Crane, Toyo หรือเทียบเท่า

5.14 AUTOMATIC AIR VENT: Armstrong, Maid-O-Mist, Val-Matic หรือเทียบเท่า

5.15 DIFFERENTIAL PRESSURE RELIEF VALVE: Bermad, Clayton, Watts-Muesco หรือเทียบเท่า

5.16 FLEXIBLE PIPE CONNECTOR: Mason, Metraflex, Tozen หรือเทียบเท่า

5.17 EXPANSION JOINT: Mason, Metraflex, Tozen หรือเทียบเท่า

5.18 PRESSURE GAUGE: Trerice, Weksler, Weiss หรือเทียบเท่า

5.19 TEMPERATURE GAUGE: Trerice, Weksler, Weiss หรือเทียบเท่า

5.20 VIBRATION ISOLATOR: Mason, Metraflex, Tozen หรือเทียบเท่า

6 อุปกรณ์งานท่อลม

6.1 GALVANIZED STEEL SHEET: Singha, Truzinc หรือเทียบเท่า

6.2 BLACK STEEL SHEET: Singha หรือเทียบเท่า

6.3 FIBERGLASS INSULATION: Micro-Fiber, S.F.G., Insufiber หรือเทียบเท่า

6.4 FLEXIBLE DUCT: Aeroduct หรือเทียบเท่า

6.5 DIFFUSERS AND AIR GRILLES : Flothru, Comfort Flow, Escoflow, Stream Air หรือเทียบเท่า

6.6 DIFFUSERS AND GRILLES (Import): Titus, AMC, Metal Aire, Trox Technic หรือเทียบเท่า

6.7 JET NOZZLE: SEIHO, Trox Technic, AMC หรือเทียบเท่า

6.8 DAMPER HARD WARE: Ruskin, Green Heck, Pottorer Trox Technic, Metal Aire หรือเทียบเท่า

6.9 AIR FILTER (High & medium Efficiency): AAF, Micro Air, FARR หรือเทียบเท่า

6.10 GAS & Odor Filter: AAF, Hi-End, Farr, Purafill หรือเทียบเท่า

6.11 SOUND ATTENUATOR: Mason หรือเทียบเท่า

6.12 FILTER GAUGE: Trerice, Dwyer, AAF หรือเทียบเท่า

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

7 อุปกรณ์งานควบคุมอัตโนมัติ

7.1 VAV. TERMINAL BOX: Titus, Trane, Invensys, Metal Aire หรือเทียบเท่า

7.2 DAMPER ACTUATOR: Johnson Controls, Bernard, Belimo หรือเทียบเท่า

7.3 INVERTER: ABB, Danfos, Siemens, Fuji หรือเทียบเท่า

7.4 AUTOMATIC CONTROL EQUIPMENT: Invensys, Regin, Honeywell, Johnson Controls หรือเทียบเท่า

7.5 LEVEL ALARM SWITCH: Mc. Donell, Penn, Omron, Johnson Control หรือเทียบเท่า

7.6 FIRE STAT: Johnson Controls, Siemens หรือเทียบเท่า

8 อุปกรณ์งานไฟฟ้า

8.1 ELECTRICAL CONDUCTOR: Phelps Dodge, Thai Yazaki, Bangkok Cable หรือเทียบเท่า

8.2 FIRE RESISTANT ELECTRICAL CONDUCTOR: Alcatel, Radox, Pirelli, BICC หรือเทียบเท่า

8.3 ELECTRICAL CONDUIT: Matsushita, Maruichi, TAS, ABSO หรือเทียบเท่า

8.4 SAFETY SWITCH OR LOAD BRAKER SWITCH: Square D, Westinghouse, Siemens, GE หรือเทียบเท่า

8.5 STARTER CONTRACTOR & INSTRUMENT: ABB, Siemens, Square D, Telemechanique, GE หรือเทียบเท่า

8.6 ELECTRIC MOTOR: Brook, ABB, Mitsubishi, Siemens หรือเทียบเท่า

8.7 DIGITAL POWER METER: Square D, Janitza, PML, Electro Industries, Fuji, Socomec, MKS หรือเทียบเท่า

8.8 METERING & ASSOCIATE EQUIPMENT: Crompton, Fuji, Mitsubishi, Celsa หรือเทียบเท่า

9 อุปกรณ์อื่น ๆ

9.1 CHILLER PLANT MANAGER CONTROL: Chiller Manufacturer หรือเทียบเท่า

9.2 FIRE SEALANT MATERIAL: 3M, GE, KBS, HILTI, ABESCO หรือเทียบเท่า

บริษัท เรชา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.