

รายละเอียดประกอบแบบ

ชื่อโครงการ โครงการออกแบบตกแต่งภายในอาคารสำนักงาน ชั้น 8 และชั้น 9
ที่ตั้งโครงการ ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 อาคารซี
เจ้าของโครงการ

February 2025 / Revision 00

สารบัญ

หน้า

หมวดที่ 1	ข้อกำหนดทั่วไปงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1-1
2.	มาตรฐาน.....	1-1
3.	ขอบเขตของงาน.....	1-2
4.	วัสดุและอุปกรณ์.....	1-2
5.	การติดตั้ง.....	1-3
6.	เครื่องมือ.....	1-3
7.	การประสานงาน.....	1-3
8.	การตรวจสอบแบบและรายการ.....	1-3
9.	การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุอุปกรณ์.....	1-4
10.	การขนส่งและการนำวัสดุเข้ายังหน้างาน.....	1-4
11.	การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์.....	1-4
12.	แบบใช้งาน (SHOP DRAWING).....	1-4
13.	ป้ายชื่อและเครื่องหมายของวัสดุและอุปกรณ์.....	1-5
14.	การทดสอบเครื่องและระบบ.....	1-5
15.	การป้องกันการผุกร่อน.....	1-5
16.	การเจาะตัด.....	1-5
17.	การจัดทำแทนเครื่องโดยงานอาคาร.....	1-5
18.	การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์.....	1-6
19.	การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร.....	1-6
20.	ความปลอดภัยในการทำงาน.....	1-6
21.	การทำสี.....	1-6
22.	แบบก่อสร้างจริง (AS BUILT DRAWINGS).....	1-6
23.	การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง.....	1-7
24.	หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์.....	1-7
25.	การประกัน.....	1-7
26.	การบริการ.....	1-7
27.	การส่งมอบงาน.....	1-7

หมวดที่ 2 เครื่องส่งลมเย็น และเครื่องจ่ายลมเย็น เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่.....	2-1
1. เครื่องส่งลมเย็น และเครื่องจ่ายลมเย็น	2-1
2. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่.....	2-2
หมวดที่ 3 งานเดินท่อระบบปรับอากาศ.....	3-1
1. ท่อและการติดตั้ง	3-1
2. การต่อท่อน้ำเข้าด้วยกัน (PIPE JOINTS).....	3-7
3. ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (SLEEVE AND ESCUTCHEON).....	3-9
4. การป้องกันการผุกร่อน	3-10
5. รหัสสีและสัญลักษณ์.....	3-10
6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์.....	3-11
หมวดที่ 4 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ.....	4-1
1. ข้อกำหนดทั่วไป.....	4-1
2. วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ.....	4-1
หมวดที่ 5 ที่แขวนและรองรับสำหรับท่อน้ำและท่อลม.....	5-1
1. ข้อกำหนดทั่วไป.....	5-1
2. การแขวนโยงท่อ และการยึดท่อ.....	5-1
3. ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งและในแนวนอน.....	5-3
4. การแขวนและรองรับน้ำหนักท่อน้ำ.....	5-3
5. การแขวนยึดท่อลม.....	5-5
หมวดที่ 6 การหุ้มฉนวนท่อน้ำ ท่อลมเครื่องจักรและอุปกรณ์ (MECHANICAL INSULATION).....	6-1
1. ข้อกำหนดทั่วไป.....	6-1
2. คุณสมบัติของฉนวนที่ใช้ท่อน้ำเย็น ท่อน้ำร้อน ท่อน้ำทิ้ง.....	6-1
3. ขนาดความหนาของฉนวน.....	6-1
4. การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อน้ำ.....	6-2
5. ฉนวนหุ้มท่อลม.....	6-3
6. การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม.....	6-4
7. การหุ้มฉนวนภายในท่อลม.....	6-4
8. การหุ้มฉนวนท่อระบายควันจากครัว.....	6-4

หมวดที่ 7 งานท่อลมจากโลหะ	7-1
1. ระบบส่งลมและอุปกรณ์.....	7-1
หมวดที่ 8 หน้ากากลมและแผงกรองอากาศ	8-1
1. หน้ากากลม.....	8-1
2. ระบบกรองอากาศ (AIR FILTRATION SYSTEM).....	8-2
หมวดที่ 9 ระบบควบคุมอัตโนมัติ	9-1
1. ความต้องการทั่วไป.....	9-1
2. วาล์วควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL VALVES).....	9-1
3. ELECTRIC ACTUATOR/MOTOR	9-3
4. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (THERMOSTAT).....	9-4
5. ELECTRONIC SENSOR/CONTROLLER.....	9-4
หมวดที่ 10 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าแรงต่ำ สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ และแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์.....	10-1
1. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า.....	10-1
2. สายไฟฟ้าแรงต่ำ	10-3
3. สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANT CABLE).....	10-5
4. แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์.....	10-6
5. ระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM)	10-12
6. ระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวล (SOFT START SYSTEM).....	10-16
7. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	10-20
หมวดที่ 11 ระบบป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือน NOISE AND VIBRATION CONTROL SYSTEM.....	11-1
1. อุปกรณ์และระบบลดแรงสั่นสะเทือน (VIBRATION CONTROL).....	11-1
2. อุปกรณ์และระบบดูดซับเสียง (NOISE CONTROL).....	11-3
หมวดที่ 12 ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม FIRE BARRIER SYSTEM.....	12-1
1. ขอบเขตของงาน	12-1
2. หน่วยงาน เอกสาร มาตรฐาน และวิธีการทดสอบอ้างอิง.....	12-1
3. วัสดุป้องกันไฟและควันลาม	12-4
4. การดำเนินการ	12-4

หมวดที่ 13	การทดสอบและการปรับแต่งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	13-1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	13-1
2.	การบันทึกข้อมูลของการทดสอบ	13-1
3.	การทดสอบระบบทำความเย็น.....	13-1
4.	การทดสอบระบบท่อน้ำ.....	13-2
5.	การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ	13-2
6.	การปรับปริมาณน้ำ.....	13-2
7.	การทดสอบและปรับปริมาณลม.....	13-3
8.	การทำความสะอาดท่อลม.....	13-3
หมวดที่ 14	รายชื่อวัสดุและรายชื่อผู้ผลิต	14-1
1.	วัสดุประสงค์	14-1
2.	รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุอุปกรณ์	14-1

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไปงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ ให้แล้วเสร็จตามข้อกำหนดเงื่อนไขและเพื่อให้ได้ผลงานก่อสร้างทั้งหมดที่มีมาตรฐานมีสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ มีฝีมือการทำงานที่ประณีตละเอียด และมีความถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี

2. มาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุและอุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานต่อไปนี้

2.1 มาตรฐานงานระบบวิศวกรรมเครื่องกลและปรับอากาศ

ACAT	สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
EIT	THE ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND (วสท.)
TISI	THAI INDUSTRIAL STANDARD INSTITUTE (มอก.)
ASHRAE	AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
AMCA	AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION INTERNATIONAL
AHRI	AIR-CONDITIONING, HEATING, AND REFRIGERATION INSTITUTE
ASME	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
NEC	NATIONAL ELECTRICAL CODE
UL	UNDERWRITER'S LABORATORIES INC.
ASTM	AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS
BS	BRITISH STANDARD
FM	FACTORY MUTUAL
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
IEC	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSIONS
MEA	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY (กฟน.)
SMACNA	SHEET METAL AND AIR-CONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION INC.
MS	MANUFACTURER'S STANDARD

หมายเหตุ มาตรฐานและข้อบังคับต่างๆ ที่อ้างถึง ครอบคลุมถึงฉบับล่าสุดที่ปรากฏให้มีผลบังคับใช้จนถึงวันที่ทำการติดตั้งด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเอกสารนั้นๆ ประกอบเพื่อเสนอเรื่องให้พิจารณาต่อผู้ว่าจ้าง

3. ขอบเขตของงาน

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ดังแสดงไว้ในรูปแบบและรายละเอียดเพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของการใช้งาน
- 3.2 เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ได้มาตรฐานสากลไม่เคยผ่านการใช้งานที่ใดมาก่อน และอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง
- 3.3 ผู้รับจ้างรับผิดชอบในการจัดการเกี่ยวกับการขนส่งเครื่องและอุปกรณ์ถึงบริเวณสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการเก็บรักษา และป้องกันความเสียหายใด ๆ อันอาจเกิดขึ้น เช่น จากดิน ฟ้า อากาศ ภัยธรรมชาติจากมนุษย์ หรือสัตว์ เป็นต้น จนถึงวันส่งมอบงาน
- 3.4 การติดตั้ง การขนส่ง การใช้แรงงาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นในการดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อยถูกต้องตามข้อกำหนด และหลักวิชาการทางวิศวกรรม จนกระทั่งระบบปรับอากาศและระบายอากาศสามารถใช้งานได้
- 3.5 วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ใช้งานได้ดีแม้ว่าจะไม่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายการ แต่หากเป็นตรรกแห่งวิชาชีพวิศวกรรมก็เป็นหน้าที่ของ ผู้รับจ้างต้องจัดหา มาติดตั้งในงาน เพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โดยการพิจารณาเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- 3.6 ในกรณีที่มีการขัดแย้งระหว่างแบบรูปและรายการ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้างทราบทันที และให้ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นเบื้องต้นเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้างเพื่อวินิจฉัย และถือเอาคำวินิจฉัยนั้นเป็นที่สิ้นสุด
- 3.7 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อสมรรถนะ และความสามารถของเครื่องและอุปกรณ์ที่นำมาใช้โครงการนี้ทั้งหมด เพื่อให้ได้จุดประสงค์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หากจะมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ จะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างทราบ และให้ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นเบื้องต้นเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อวินิจฉัย และถือเอาคำวินิจฉัยนั้นเป็นที่สิ้นสุด
- 3.8 แบบรูปที่แสดงเป็นแบบไดอะแกรมแสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและหลักการของระบบ รวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง แบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินทางที่ต่าง ๆ และตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริง อย่างไรก็ตามในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบสถาปนิกแบบโครงสร้าง และแบบระบบงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำแบบ SHOP DRAWING ให้พิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้ง เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปได้โดยสะดวกไม่ขัดแย้งกับงานระบบอื่น

4. วัสดุและอุปกรณ์

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารรายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้ง พร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิค ให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างได้พิจารณาอนุมัติล่วงหน้าก่อนที่จะทำการจัดหา อย่างน้อย 15 วันก่อนที่จะนำไปทำการติดตั้ง
- 4.2 วัสดุ อุปกรณ์ใดซึ่งเสียหายในระหว่างการขนส่ง การติดตั้งหรือการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมวัสดุ อุปกรณ์นั้นให้อยู่ในสภาพดี หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

- 4.3 ถ้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่เท่าที่กำหนดไว้ในรายการผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้า
- 4.4 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน
- 4.5 หากมีความจำเป็นเกิดขึ้นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งในข้อกำหนด และ/หรือ แบบรูปแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง และจะต้องจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายการละเอียดของสิ่งดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างโดยเร็ว

5. การติดตั้ง

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรที่มีประสบการณ์ ความสามารถ หัวหน้าช่าง และช่างที่มีฝีมือสูงเท่านั้นเข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอที่ปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- 5.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องเป็นวิศวกรเครื่องกล หรือวิศวกรสาขาอื่นที่มีประสบการณ์ตามที่ระบุในข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (TOR) และได้ขึ้นทะเบียนเป็นวิศวกรควบคุมตาม พ.ร.บ.วิชาชีพวิศวกรรมเป็น ผู้รับผิดชอบในการควบคุมการติดตั้งงานในระบบทั้งหมด
- 5.3 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนคนงานที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ หรืออาจเกิดการเสียหายหรืออันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนที่โดยทันที และค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6. เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวนที่เพียงพอ

7. การประสานงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงานอย่างจริงจัง โดยจะต้องพยายามปรึกษาการติดตั้งระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ก่อสร้างรายอื่นๆ เช่น งานโครงสร้างอาคาร งานระบบสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อให้งานดำเนินไปโดยสะดวก

8. การตรวจสอบแบบและรายการ

- 8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรที่มีประสบการณ์ ความสามารถ หัวหน้าช่าง และช่างที่มีฝีมือสูงเท่านั้นเข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอที่ปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- 8.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายการข้อกำหนดต่าง ๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ โดยแจ้งข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการ หรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้สอบถามจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างโดยตรง

9. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุอุปกรณ์

9.1 การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบและรายการ อันเนื่องมาจากแบบและรายการขัดกัน หรือความจำเป็นอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติขอความเห็นชอบ เสียก่อนจึงจะดำเนินการได้

9.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่กำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้อุปกรณ์ โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียง ผู้เดียว

10. การขนส่งและการนำวัสดุเข้ายังหน้างาน

10.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

10.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

10.3 ผู้รับจ้างจะต้องมีกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างาน และแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ ก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

10.4 เมื่อวัสดุและอุปกรณ์เข้าถึงหน้างาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นให้อุปกรณ์ตามผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

11. การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

11.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณก่อสร้าง อาคารเอง เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าว จะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างเองทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้าง จะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

11.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่าน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร

12. แบบใช้งาน (SHOP DRAWING)

ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งานแสดงรายละเอียดการติดตั้งของระบบต่างๆ ตามที่ได้ตรวจสอบสภาพที่ติดตั้งตามความเป็นจริง และจากการประสานงานกับงานระบบอื่น ๆ แล้ว แบบจะต้องจัดทำในมาตราส่วนที่เหมาะสมแต่ไม่เล็กกว่า 1 : 100 เสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติอย่างน้อย 2 ชุด ก่อนดำเนินการติดตั้งในเวลาอันสมควร แต่จะไม่น้อยกว่า 15 วัน

13. ป้ายชื่อและเครื่องหมายของวัสดุและอุปกรณ์

- 13.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา หรือจัดทำป้ายชื่อ เป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายต่างๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ
- 13.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยวัสดุที่คงทนต่อสภาพแวดล้อม ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดทำให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้คือ
- ก. แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด
 - ข. เครื่องสูบน้ำและเครื่องจักรหลัก (MAIN EQUIPMENT) ทั้งหมด
- 13.3 สีที่ใช้พ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋องได้

14. การทดสอบเครื่องและระบบ

- 14.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องจักรหลักต่างๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารข้อเสนอแนะจากผู้ผลิตในการทดสอบเครื่องเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด
- 14.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องจักรหลัก การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบและรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย
- 14.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

15. การป้องกันการผุกร่อน

วัสดุที่เป็นโลหะที่นำมาใช้ในโครงการนี้ทุกชนิดจะต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมและการผุกร่อนที่เหมาะสมมาแล้วทั้งสิ้น เช่น การพ่นอบสีจากโรงงาน การทำความสะอาดผิวโลหะและทาสีกันสนิม หรือสังกะสีตามความเหมาะสม หรือตามที่ได้ระบุไว้ หรือตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต (MANUFACTURER'S STANDARD) หากใช้สีกันสนิมจะต้องเป็นสีกันสนิมชนิด RED IRON OXIDE โดยจะต้องส่งสีดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ

16. การเจาะตัด

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการประสานงานตำแหน่งและขนาดเพื่อการตัดเจาะที่จำเป็นต่อการติดตั้งระบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เช่น การเจาะผนัง พื้น การเจาะตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่าง ๆ จะต้องทำอย่างระมัดระวัง และรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป รวมทั้งจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างทราบก่อนที่จะดำเนินการตัดเจาะด้วย

17. การจัดทำแท่นเครื่องโดยงานอาคาร (CONCRETE PLINTH;PAD AND FOUNDATION BY BUILDER'S WORK)

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการประสานงานแสดงขนาด ระยะตำแหน่ง และน้ำหนักเครื่องจักร อุปกรณ์ในการทำแท่นเครื่อง แท่นแผงไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น แก่ผู้รับจ้างงานอาคารตามความเหมาะสม และมีความแข็งแรง

แท่นคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็กให้ถูกต้องทางวิชาการ พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วย (ถ้าจำเป็น)

18. การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

ในการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อให้แน่ใจว่าได้ติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง สามารถทำการซ่อมบำรุง และสามารถเปลี่ยนทดแทนได้โดยสะดวก ระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการและเตรียมช่องทางต่าง ๆ ในการนำเครื่องและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่ติดตั้ง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขัดข้องกับการก่อสร้างอาคาร

19. การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร เช่น โครงเหล็กยึดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หากจะใช้ EXPANSION BOLT จะต้องเป็น EXPANSION BOLT ที่ผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักตามที่ต้องการได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า (SAFETY FACTOR = 1.5)

20. ความปลอดภัยในการทำงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงานติดตั้ง เพื่อให้เกิดอันตรายน้อยที่สุด และจะต้องรับผิดชอบต่ออันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในส่วนที่ตัวเองรับผิดชอบทั้งสิ้น นอกจากนี้จะต้องจัดหาเครื่องดับเพลิงไว้ในบริเวณที่มีการเชื่อมอยู่เสมอ

21. การทาสี

ผู้รับจ้างจะต้องทาสีวัสดุและอุปกรณ์ตามที่ระบุ การทาสีให้ยึดถือการปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี คุณภาพของสีจะต้องเทียบเท่ากับคุณภาพของสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดงานเครื่องกล ก่อนทาสีจะต้องเตรียมผิวโลหะให้สะอาด และก่อนทาสีจริงจะต้องมีสีรองพื้นเพื่อป้องกันการผุกร่อนเสมอ สีกันสนิมจะต้องทาอย่างน้อย 1 ชั้น

22. แบบก่อสร้างจริง (AS BUILT DRAWINGS)

22.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามทีสร้างจริง (AS BUILT DRAWINGS) แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์การติดตั้ง อุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งโดยการใช้แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS) ให้ถูกต้องตามการติดตั้งจริง ภายใน 15 วัน หลังจากการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว เพื่อส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบความถูกต้องต่อไปทันที

22.2 แบบสร้างจริง จะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน รวมจำนวน 3 ชุดและแผ่น CD อีก 2 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับแบบก่อสร้างหรือแบบใช้งาน

23. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

23.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องและรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้ และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

23.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่าง ๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

24. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีใช้ และระยะเวลาของการบำรุงรักษาเป็นภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ สำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 3 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

25. การประกัน

25.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จ และส่งมอบงาน

25.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าว หากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องมาจากโรงงานผลิต ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม โดยไม่ชักช้า และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด

25.3 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยน และ/หรือ แก้ไขวัสดุอุปกรณ์ และงานตามข้อกำหนดรวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบก่อนการตรวจรับงาน

25.4 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ทำการแก้ไขที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ รวมทั้งการบริการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PREVENTIVE MAINTENANCE SCHEDULE) และในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อย ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

26. การบริการ

26.1 ผู้รับจ้างต้องเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจ ซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเป็นประจำตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันภายในระยะเวลา 2 ปี

26.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

27. การส่งมอบงาน

27.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องจักรหลัก ตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ ทดสอบจนได้ผลว่าเครื่องจักรหลักและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

27.2 รายการสิ่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วน
หนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ

- แบบก่อสร้างจริง
- หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
- อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด (ถ้ามี) หรือ ตามที่ผู้ผลิตแนะนำให้จัดหาสำรองไว้
- รายงานผลการทดสอบเดินเครื่อง เครื่องจักรหลักขนาดใหญ่
- ตารางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

หมวดที่ 2 เครื่องส่งลมเย็น และเครื่องจ่ายลมเย็น เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่

1. เครื่องส่งลมเย็น และเครื่องจ่ายลมเย็น

1.1. ข้อกำหนดทั่วไป

ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน (VIBRATION ISOLATOR) ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องส่งลมเย็น และเครื่องจ่ายลมเย็นขณะใช้งานไปยังโครงสร้างของอาคารก่อนที่จะเชื่อมต่อเข้ากับระบบท่อน้ำเย็นและระบบไฟฟ้า ตามหลักวิชาช่างที่ดีต่อไป

1.2. ส่วนประกอบของเครื่อง

- แต่ละเครื่องจะต้องประกอบด้วยชุดส่วนที่เป็นพัดลม ส่วนที่เป็นคอลล์น้ำเย็น ส่วนที่เป็นพัดลมชุดขับเคลื่อนเพลลา พร้อมแผ่นป้องกัน, แผ่นกรองอากาศแบบล้างออกได้ ถาดน้ำทิ้งและส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้การทำงานถูกต้องสมบูรณ์ตามสภาพที่ต้องการ จะต้องทำสีแทนมอเตอร์ FAN WHEEL, BEARING FLANGES, และเพลลาทวน ส่วนเพลลาตัน จะต้องใช้กรรมวิธีป้องกันสนิม ตัวถังเครื่องต้องทำจากเหล็กแผ่นอาบสังกะสีคุณภาพดี มีความหนาที่เหมาะสมจะต้องผ่านการพ่นและอบสีเรียบร้อยแล้วพร้อมกับการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ และผ่านการทดสอบมาจากโรงงานเป็นที่เรียบร้อยแล้วก่อนนำมาติดตั้งจริง
- ต้องหุ้มฉนวนภายในส่วนของคอลล์น้ำเย็นและเครื่องประกอบที่อยู่ใต้กระแสลมของขดน้ำเย็น ณ โรงงานผลิตด้วยฉนวนกันความร้อนที่มีความหนาเพียงพอที่จะป้องกันการกลั่นตัวของไอน้ำบริเวณภายนอกตัวถังทั้งหมด ถาดทิ้งจากไอน้ำที่กลั่นตัวจะต้องยื่นยาวถึงใต้ส่วนของคอลล์น้ำเย็น มีข้อต่อสำหรับต่อท่อน้ำทิ้ง และฉนวนที่ใช้เป็นแบบ CLOSED CELL ELASTOMERIC SELF-DISTINGUISHING INSULATION ที่ไม่อมน้ำ
- FAN WHEEL และเพลลาพัดลมจะต้องได้รับการถ่วงให้สมดุลทั้งขณะหยุดนิ่งและหมุน (STATICALLY AND DYNAMICALLY BALANCED)
- เพลลาพัดลมจะต้องเป็นโลหะขึ้นเดียวกันตลอด แบบกลวงหรือตัน มีขนาดตามที่ผู้ผลิตออกแบบไว้ ความคลาดเคลื่อนของขนาดเพลลาอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับขนาด BALL BEARING มาตรฐาน FAN WHEEL จะต้องยึดติดแน่นกับเพลลา ออกแบบไว้สำหรับทำงานตลอดเวลาที่ STATIC PRESSURE สูงสุดตามที่กำหนด BALL BEARINGS จะต้องเป็นแบบปรับแนวศูนย์กลางได้เอง คุณภาพสูงไว้วางใจได้ ซึ่งจะต้องระบุอายุขั้วโม่การใช้งานไว้ด้วยและมีที่สำหรับอัดจารบี
- มีชุดขับเคลื่อนพัดลม (FAN DRIVE) แบบ DIRECT DRIVE สำหรับ FAN-COIL UNIT หรือ BELT DRIVE สำหรับ AIR HANDLING UNIT โดยรอบพัดลมกรณีใช้สายพานขับจะต้องไม่เกิน 1000 รอบต่อนาที

- BEARING ที่ปลายสุดของเพลลาพัดลมจะต้องมีฝาปิด มู่เล่ของมอเตอร์พัดลมขนาดใหญ่กว่า 15.0 KW ต้องเป็นแบบปรับ PITCH ได้จากโรงงานโดยตรง และมี BELT GUARD บังส่วนประกอบต่างๆ ที่หมุนได้ทั้งหมด มอเตอร์จะต้องเป็นแบบ 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต 1500 รอบต่อนาที หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 1500 รอบต่อนาที ใช้ฉนวนไฟฟ้า CLASS B หรือสูงกว่าและถูกต้องตามมาตรฐานของ IEC
- คอล์ยทำความเย็น
คอล์ยทำความเย็นจะต้องมีพื้นที่ผิว จำนวนชุด (ROWS) และจำนวนครีบ (FIN) เพียงพอจะปรับสภาวะอากาศที่ออกจากเครื่องให้ได้ตามที่กำหนดใน EQUIPMENT SCHEDULE ด้วยอัตราการไหลของน้ำเย็นตามที่ระบุ ตัวคอล์ยต้องทำด้วยท่อทองแดงชนิดหนา มีครีบอลูมิเนียมยึดติดแน่นกับตัวท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล หากเป็นเครื่องจ่ายลมเย็นขนาดใหญ่ปลายท่อทองแดงต้องขยายออกเพื่อยึดเข้ากับ STEEL HEADERS มีข้อต่อแบบเกลียวหรือแบบหน้าแปลน สำหรับต่อเข้ากับท่อน้ำเย็น ต้องมีปริมาณลมผ่านคอล์ยได้มากที่สุดโดยไม่มีน้ำกระเซ็นไปตามลม
- แผงกรองอากาศเป็นแบบ PERMANENT CLEANABLE AIR FILTER ทำด้วย SYNTHETIC FIBER อยู่ในกรอบที่แข็งแรง ชนิดอลูมิเนียมทำให้มีความหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) และแบบ POLYESTER ให้มีความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มม. (1/8 นิ้ว) ขนาดพอดีกับกรอบโครงสร้างสำหรับใส่แผงกรองอากาศ โดยที่ CLASS ของ FILTER จะต้องมีคุณภาพในการกรองอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ ไม่น้อยกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของ วสท.
- ภายหลังจากที่ระบบท่อน้ำและท่อลมของเครื่องจ่ายลมเย็นได้ทำการติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เครื่องส่งลมเย็นและเครื่องจ่ายลมเย็นจะต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่งสมรรถนะการใช้งาน รวมทั้งระบบการควบคุมให้สอดคล้องกับที่ระบุไว้ในแบบ รายละเอียดประกอบแบบหรือข้อกำหนดพิเศษอื่น ๆ การทดสอบจะต้องกระทำต่อหน้าพยานทุกครั้งและผลการทดสอบจะต้องได้รับการบันทึกพร้อมลงลายเซ็นรับรองจากตัวแทนผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้างด้วย เพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน

2. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่

2.1. ความต้องการทั่วไป

- เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AIR HANDLING UNIT) ตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศหรือต่างประเทศ หรือผลิตในประเทศที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 - 2000 ภายใต้อิทธิพลของผลิตภัณฑ์นั้นได้ประกอบด้วยชุดพัดลม (FAN SECTION) ชุดคอยล์เย็น (COIL SECTION), ชุดแผงกรองอากาศ (AIR FILTER SECTION) เป็นองค์ประกอบสำคัญแต่ละส่วนอาศัยวิธียึดติดกันด้วยหน้าแปลน ในการขนส่งอาจจะแยกขนส่งเป็นชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญนี้ แล้วนำไปประกอบที่หน่วยงานได้ แต่การประกอบจะต้องทำอย่างประณีตและจะต้องไม่ร้าวตามรอยต่อ เมื่อนำเครื่องเป่าลมเย็นเข้าที่ติดตั้ง แต่ต้องปิดปากทางลมเข้าและออกด้วยพลาสติกเพื่อกันฝุ่น และหาวิธีป้องกันตัวถังเครื่องเสียหายในระหว่างการ

ก่อสร้างอันได้แก่การเหยียบ, การฉาบปูน เป็นต้น หากพบว่าตัวเครื่องเสียหายจะต้องซ่อม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายให้ใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

ชนิดของเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ให้เป็นแบบ VERTICAL MOUNTED หรือ HORIZONTAL MOUNTED, DRAW-THRU TYPE ตามที่ระบุในแบบ

- ค่าความดันที่ระบุให้ไว้ในตารางรายการอุปกรณ์ในแบบเป็นค่า EXTERNAL STATIC PRESSURE ผู้รับจ้างช่วงที่กำหนดจะต้องคำนวณตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง และนำไปรวมกับค่าความดันลดของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องเป่าลมเย็นที่จะติดตั้งจริง รวมทั้ง FILTER BOX ตามข้อมูลของผู้ผลิต เพื่อนำไปใช้ในการเลือกกำหนดจุดทำงานของพัดลม
- อุณหภูมิของน้ำเย็นด้านเข้า และออกจากเครื่องเป่าลมเย็น ตามที่ระบุในแบบ
- ท่อน้ำเย็นที่ต่อเข้า-ออกคอยล์เย็น ถ้าติดตั้งในระดับต่ำกว่าจุดสูงสุดของคอยล์เย็นต้องมี AIR VENT ติดตั้งไว้ที่จุดสูงสุดของท่อน้ำเย็นออก และต่อท่อระบายอากาศไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุด
- ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องต้องมีแร็ป (TRAP) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางกรไหลของน้ำโครงเครื่อง ทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนาอย่างน้อย 1.2 มม. พับขึ้นรูปและประกอบอย่างแข็งแรง โครงเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องหุ้มด้วยฉนวนบริเวณที่สัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน
- สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นชนิดผิวสองชั้น (DOUBLE SKIN TYPE) โครงสร้างต้องผลิตด้วยระบบ DOUBLE SKIN CONSTRUCTION ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือ แผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีฟอสเฟต พันสีแล้วอบ (BAKED ON ENAMEL) ประกบทั้งด้านใน และด้านนอก โดยมีฉนวนอยู่ระหว่างกลางแผ่นเหล็ก ตัวถังเครื่องที่อาจสัมผัสกับละอองน้ำ หรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน ทุกด้านของเครื่องเป่าลมเย็นจะต้องเป็นระบบ DOUBLE SKIN PANEL รวมถึงพื้นเครื่องและหลังคา

ผนังทุกด้านควรจะสามารถถอดออกได้เพื่อทำการตรวจสอบและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในต่างๆ เช่นพัดลม, คอยล์เย็น และเมื่อถอดผนังออกแล้วต้องไม่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงของตัวเครื่อง

ผนังแบบ 2 ชั้น หนา 25 มม. หรือ 50 มม. ฉนวนที่ใช้อยู่ระหว่างแผ่นเหล็กของตัวถังให้เป็นฉนวนชนิด POLY URETHANE FOAM (FIRE RETARDANT TYPE) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 50 กก./ตร.ม. (3.12 ปอนด์ต่อลบ.ฟุต) ความหนาไม่น้อยกว่า 50 มม. (2 นิ้ว) และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ค่า K) ไม่เกิน 0.02 W/(M/K) ผนังภายนอกทุกด้าน ตามขอบต้อง

มีการลบล้างเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายขณะติดตั้งและดูแลรักษา ตัวเครื่องต้องไม่มีช่องว่าง (GAP) ระหว่างผนัง และช่องว่างระหว่างผนัง (PANEL) กับตัวโครง (FRAME)

- ภาคน้ำทิ้งต้องครอบคลุมได้ส่วนที่เป็นคอยล์เย็นทั้งหมด ควรมีลักษณะเป็นแบบมี SLOPE 3 ทางเอียงเข้าหา ท่อน้ำทิ้ง (THREE DIMENSIONAL PITCHED DRAIN PAN) (IAQ STANDARD 62) เพื่อการระบายน้ำที่ดียิ่งขึ้น หากคอยล์เป็นแบบ 2 ชั้น (STACKED COILS) ควรจะมีภาคน้ำทิ้งอยู่ตรงกลางระหว่าง 2 ชั้นด้วย ควรทำจาก GALVANIZED STEEL เคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน (BITUMEN) หรือ PVC เพื่อป้องกันการรักษาความสะอาด ภาคน้ำทิ้งต้องอยู่ในระดับสูงพอที่น้ำจะถ่ายออกจากภาคน้ำทิ้งได้หมดทางท่อน้ำทิ้งที่ทำการติดตั้ง ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องต้องมีแตรป (TRAP) ที่ใกล้ภาคน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางทางไหลของน้ำ
 - คอยล์เย็น ต้องประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนา ชนิดไม่มีตะเข็บ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกไม่ต่ำกว่า 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) ประกอบกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (MECHANICAL BONDING) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (AIR PRESSURE LEAK TEST UNDER WATER) ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 26 BAR กก./ตร.ซม. (380 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ความเร็วลมผ่านคอยล์เย็นต้องไม่เกิน 2.5 ม.ต่อวินาที (500 ฟุตต่อนาที) จำนวนครีบบนคอยล์ในช่อง 8-14 ครีบบนนิ้ว ที่ด้านบนสุดของคอยล์ให้มี MANUAL AIR VENT COCK, WATER PRESSURE DROP ใน COIL ต้องไม่เกิน 20 FT.
 - พัดลมโดยทั่วไปเป็นแบบ CENTRIFUGAL FAN พัดลมทำด้วยเหล็กอบสังกะสี หรือเหล็กผ่านกรรมวิธีฟอสเฟต ฟันสีแล้วอบ (BAKED ON ENAMEL) ได้รับการปรับสมดุลทั้งทางด้าน STATIC และ DYNAMIC มาจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน ISO 1940 ถ้ามีพัดลม 2 ชุด ในเครื่องเป่าลมเย็นเครื่องเดียวกันต้องอยู่บนเพลลาเดียวกัน พัดลมต้องสามารถส่งลมและให้ความดันลมตามที่ต้องการ
- ตลับลูกปืนเป็นแบบ BALL BEARING ชนิด SELF ALIGNING, PRELUBRICATED, SEALED TYPE มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมงตามมาตรฐาน RATING LIFE OF L50 มีหัวสำหรับอัดจาระบีและต่อท่อให้สามารถอัดจาระบีได้จากภายนอกตัวถังในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่าย
- มอเตอร์จะต้องได้รับการออกแบบมาตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC มอเตอร์เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V/3 PHASE/50Hz แบบ TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR, 4 POLE, IP55 1,450 รอบต่อนาทีฉนวนไฟฟ้า CLASS F INSULATION และ CLASS B TEMPERATURE RISE และหมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 1500 รอบต่อนาที เลือกใช้ที่ SERVICE FACTOR 1.15

การขับเคลื่อนพัลลคมอาศัยมู่เลย์ และสายพานรูปตัววี มู่เลย์ชุดที่ติดอยู่กับเฟลามาเตอร์ เป็นแบบที่ปรับความกว้างของร่องมู่เลย์คงที่ (CONSTANT PITCH PULLEY) หรือความกว้างของร่องมู่เลย์ได้ (ADJUSTABLE PULLEY) และสามารถทรอบได้เพิ่มขึ้น หรือ ลดลงไม่น้อยกว่า 50 รอบต่อนาที ความตึงของสายพานอาศัยการปรับระยะแท่นมอเตอร์ ชุดมอเตอร์/มู่เลย์/สายพานอยู่ในเครื่องเป่าลมเย็น ทั้งนี้รอบการหมุนของพัลลคมที่ผ่านการทรอบแล้วต้องไม่มากกว่า 1,000 รอบต่อนาที

- ส่วนของตัวเครื่องที่กระทบความเย็นทั้งหมด และจะทำให้เกิดการเกาะของหยดน้ำจากภายนอกจะต้องหุ้มฉนวน การหุ้มฉนวนให้หุ้มภายในเครื่อง วัสดุของฉนวนเป็น CLOSED CELL ELASTOMERIC (FIRE RETARDANT TYPE) ความหนาไม่น้อยกว่า 50 มม. (2 นิ้ว) ฉนวนที่อาจจะกระทบกับละอองน้ำหรือน้ำให้ใช้เป็นชนิด CLOSED CELL ELASTOMERIC การประกอบฉนวนจะต้องประณีต และรอยต่อจะต้องสนิท
- ชุดแผงกรองอากาศ มีโครงสร้างเช่นเดียวกับตัวถังเครื่อง ต้องไม่มีลมรั่วผ่านแผงกรองอากาศ และมีรายละเอียดอื่น ๆ ดังต่อไปนี้
 - ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิตมีช่องเปิดบริการเพื่อการเปลี่ยนแผงกรองอากาศได้แบบด้านหน้า (FRONT SERVICE) กล่องแผงกรองอากาศต้องเป็นชนิดโครงแบบเอียง (ANGLE FILTER FRAME) และให้อากาศผ่านด้วยความเร็วต่ำ (LOW VELOCITY)
 - แผงกรองอากาศต้องได้ตามมาตรฐาน ASHRAE 52-76 หรือ 52.1-92 ประกอบด้วย PRE FILTER ทำด้วย SYNTHETIC FIBER ขนาดความหนา 2 นิ้วและ MEDIUM FILTER โดยเป็นไปตามมาตรฐานงานระบบกรองอากาศ
 - ให้ติดตั้ง INCLINED MANOMETER และ DIFFERENTIAL SWITCH เพื่อวัดความดันลดตกคร่อมแผงกรองอากาศ 1 ชุดต่อเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่อง
- เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ที่จะทำการทดสอบเครื่อง (TEST ROOM) ต้องมีแผงกรองอากาศชนิดใช้แล้วทิ้ง (THROW AWAY FILTER) ติดตั้งก่อนการส่งมอบงานหลังจากการตรวจรับงานแล้วจึงจะสามารถใช้แผงกรองอากาศชุดจริงได้
- อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน เป็นแบบสปริงมีจำนวนพอเหมาะกับขนาดของเครื่อง และมี STATIC DEFLECTION ไม่น้อยกว่า 25 มม. (1 นิ้ว)
- ช่องเปิดบริการ (ACCESS DOOR) ทำเป็นประตูมีตัวล็อกที่แข็งแรง (ทำยยึดด้วยสกรู) และสามารถเปิด ล็อก เพื่อเปิดช่องบริการได้โดยสะดวก ตัวบานประตูพับลิ้นขึ้นรูปแข็งแรงรอบประตู

มี ปะเก็นกันลมรั้ว บานประตูมีขนาดที่เหมาะสมกับจุดบริการสำหรับ ประตูขนาดใหญ่กว่า 0.60 X 0.60 ม. ให้มีบานพับตำแหน่งที่จะต้องมียช่องเปิดบริการ คือ-

- พัดลม
- แผงกรองอากาศ
- คอยล์เย็น

- 2.2. อุปกรณ์เสริม (OPTIONS) สำหรับ OUTSIDE AIR HANDING UNIT (กรณีที่ใช้ปรากฏในแบบ)
สำหรับอุปกรณ์ประหยัดพลังงานคือ HEAT PIPE เป็นคอยล์เสริมที่เพิ่มเติมเข้าไปก่อนและหลังคอยล์เย็น ทำหน้าที่เป็น PRE-COOLED และ RE-HEATED เพื่อช่วย ในการประหยัดพลังงานของคอยล์เย็นในเครื่อง เป่าลมเย็น รายละเอียดอยู่ในหมวดที่ 22

หมวดที่ 3 งานเดินท่อระบบปรับอากาศ

1. ท่อและการติดตั้ง

1.1. ท่อน้ำและอุปกรณ์

- ท่อน้ำเย็น (CHILLED WATER PIPE) และท่อน้ำหล่อเย็น (CONDENSER WATER PIPE) ให้ใช้ท่อเหล็กดำ (BLACK STEEL PIPE) สำหรับท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 8 นิ้ว ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A-53 GRADE A (SCHEDULE 40) ส่วนท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 8 นิ้ว ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A-53 GRADE B (SCHEDULE 40) โดยท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และน้อยกว่าให้เป็นท่อ ERW SEAMED PIPE ส่วนท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่าใช้เป็นท่อชนิด SPIRAL WELDED PIPE และเป็นไปตามมาตรฐาน AWWA C200
- ท่อน้ำเติม (MAKE UP WATER PIPING) และท่อน้ำทิ้งจากหอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER DRAIN) วัสดุที่ใช้ประกอบระบบท่อน้ำเติม จากจุดต่อของระบบประปาของอาคาร จนถึง EXPANSION TANK หรือหอผึ่งน้ำ ให้ใช้ท่อเหล็กอบสังกะสี (GALVANIZED STEEL PIPE) ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน มอก.277-2532 ประเภทที่ 2 หรือ BS 1387 CLASS B (MEDIUM) อุปกรณ์ประกอบท่อ (PIPE FITTING) ใช้แบบมีเกลียวทำด้วย MALLEABLE IRON หรือ MILD STEEL สำหรับท่อตั้งแต่ 4 นิ้วลงมา และใช้วิธีการเชื่อมสำหรับท่อขนาดใหญ่กว่า 4 นิ้ว
- ท่อน้ำทิ้งจาก CONDENSATE DRAIN ใช้ท่อ PVC CLASS 8.5 พร้อมหุ้มฉนวน CLOSE CELL ELASTOMERIC INSULATION หนาตามหมวด 13
- อุปกรณ์ประกอบท่อเหล็ก (PIPE FITTING) ใช้ STANDARD WEIGHT FITTING หรือ SCHEDULE 40 แบบเชื่อมหรือแบบต่อเกลียว หน้าแปลนใช้แบบ SLIP-ON, FLAT FACE หรือ SOCKET WELDING มาตรฐาน BS 10 TABLE F หรือ CLASS 150 LB, มาตรฐาน ANSI B 16.5 (BS1650) ปะเก็นใช้ NATURAL RUBBER หรือ ASBESTOS อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ UNION ใช้แบบ GALVANIZED UNION WITH GASKET
- ข้อต่อแบบเชื่อม (WELDED FITTINGS) ข้อต่อแบบเชื่อมจะต้องมีลักษณะดังนี้
 - หน้าแปลนเหล็ก (FLANGES) สามารถทนความดันได้ไม่น้อยกว่าวาล์วที่ใช้ติดตั้ง
 - ข้อโค้ง (ELBOWS), TEES, LATERALS และข้อลด (REDUCERS) ต้องเป็นเหล็กดำ (BLACK STEEL) ขนาดเท่ากับท่อน้ำที่ใช้ การต่อท่อกิ่ง (BRANCH) ที่มีขนาดเล็กกว่ากับท่อเมนใหญ่ให้ใช้ Y-BRANCH CONNECTOR หรือ SHAPED WELDING FITTING จำพวก WELDOLETS, เชื่อมต่อ ห้ามใช้ข้อต่อแบบ MITER ELBOW หรือ แบบทำขึ้นเองโดยเด็ดขาด ยกเว้น FITTING ขนาด 24 นิ้วขึ้นไป

- ข้อต่อแบบขันเกลียว (SCREWED FITTINGS) ต้องเป็นชนิด MALLEABLE IRON, THREADED, STANDARD WEIGHT BENDED.
- ปะเก็น (GASKET) หน้าแปลนทุกตัวจะต้องมีปะเก็นทำจากแผ่น NATURAL RUBBER หรือ ABESTOS คั่นอยู่กลาง ความหนาที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 1/16 นิ้ว นอกจากนี้จะได้กำหนดเป็นอย่างอื่น
- สารอัดเกลียว (PIPE JOINT COMPOUND) การต่อท่อโดยใช้ข้อต่อเกลียวต้องใช้ TEFLON TAPE หรือสารประกอบของ GRAPHITE พ้น หรือทาบนเกลียวตัวผู้ก่อนเข้าเกลียวให้แน่น ปลายเกลียวที่เหลือจะต้องทำความสะอาดก่อนทาสี ZINC CHROMATE อย่างน้อย 1 ครั้ง และต้องเหลือไม่มากกว่าสองเกลียว
- HOLE-CUT BRANCH OUTLETS
- ท่อแยกส่วน (BOLTED BRANCH OUTLETS): ท่อแยกลดส่วน จากท่อหลักขนาด 2”- 8” ต้องทำจากวัสดุเหล็กหล่อเหนียว DUCTILE IRON ซึ่งเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM A-395 GRADE 65-45-15 และ ASTM A-536 GRADE 65-45-12. ปะเก็น ทำจากวัสดุ SYNTHETIC RUBBER ซึ่งสามารถปรับความดันที่ใช้งานได้ โดย ชนิดของ ปะเก็น ต้องเหมาะสมกับ ส่วนที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน ASTM D-2000, ชิ้นส่วน ของ BOLTS การชุบ สังกะสี ตามมาตรฐาน ASTM B-633, ชิ้นส่วนของ NUTS ผลิตจาก HEAT TREATED CARBON STEEL ตามมาตรฐาน ASTM A-183.
- ท่อแยกส่วน (STRAPLESS OUTLETS): ท่อขนาด 1/2” หรือ 3/4” ที่แยกออกจากท่อหลักขนาด 4” ขึ้นไป ที่มีความดัน 300 PSI (2065 KPA).

1.2. การติดตั้งท่อน้ำและอุปกรณ์ประกอบ

- การเดินท่อน้ำต่าง ๆ ดังที่ปรากฏในแบบเป็นเพียงแนวทางที่แนะนำให้เท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบแนวทางการเดินท่อน้ำ กับแบบสถาปัตยกรรม, โครงสร้าง, ไฟฟ้า และ สุขาภิบาล เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีปัญหาในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีการติดตั้งระบบท่อให้เหมาะสมกับสภาพการก่อสร้างจริง และให้ความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุงรักษาท่อ ได้มากที่สุด ท่อส่วนใดที่ระบุในแบบว่าจะต้องเดินผ่านผนัง, คาน, เสา, PIPE SHAFT และ TRENCH ผู้รับจ้างจะต้องทำตามโดยเคร่งครัดโดยจัดทำ OFFSET, ข้อต่อ SLEEVE, ESCUTCHEON หรืออื่น ๆ ตามที่จำเป็น แนวทางการเดินท่อจริงจะต้องเป็นไปตาม SHOP DRAWING ที่ได้รับอนุมัติแล้วเท่านั้น

- ลักษณะการเดินท่อ การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความปราณีต ปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตา การเลี้ยว การหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับ ต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสม ให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วนนั้น ๆ แนวท่อต้องให้ขนานหรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ อย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร หากที่ใดต้องแขวนท่อจากเพดานหรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมีได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้วต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแกสิ่งติดตั้งที่เพดานหรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม ฯลฯ เป็นต้น และผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่างๆ ให้แน่นอนเสียก่อน การติดตั้งระบบท่อ ระบบใดระบบหนึ่งเพื่อมิให้ท่อเหล่านั้นกีดขวางกัน และจะต้องไม่มีแนวท่อน้ำเดินอยู่เหนือแผงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเด็ดขาด
- การตัดท่อ ให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อชุดเศษท่อที่ฝังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ฟันเกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน ผงตะไบ ผุ่นต่าง ๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อ ผิวภายนอกของท่อเหล็กดำและชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทั้งหมดต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี ปลายเปิดของท่อและอุปกรณ์ จะต้องปิดเพื่อป้องกันฝุ่น ผง และเศษผง เข้าไปอยู่ภายในท่อ
- การติดตั้งท่อน้ำ จะต้องเป็นไปโดยถูกต้องโดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง เมื่อติดตั้งท่อแล้ว จะต้องไม่เกิดแรงเครียด (STRESS) ภายในท่ออันอาจทำให้ระบบท่อหรืออาคารเสียหายได้ และแนวท่อต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา ซ่อมแซมและเปลี่ยนอุปกรณ์
- ท่อในแนวตรงต้องต่อท่อให้มีข้อต่อน้อยที่สุด ห้ามใช้เศษท่อต่อกัน
- การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องปล่อยให้มีการยึดและหดตัว โดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่างๆ โดยให้จัดทำ OFFSETS และ LOOPS ตามความเหมาะสมเพื่อใช้รับการขยายตัวของท่อ การต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน หากในกรณีที่ไม่ได้ระบุให้มีในข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE CONNECTION) ต่อประกอบอยู่ จะต้องจัดระนาบการเดินท่อน้ำ การทำ OFFSET ให้เหมาะสมกับขนาดท่อ และความยาวของท่อทางตรง เพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือน และแรงเครียด (STRESS) ที่ถ่ายทอดไปยังระบบท่อน้ำ
- การเปลี่ยนแนวทางเดินท่อ เปลี่ยนขนาดต้องใช้ข้อต่อมาตรฐานเสมอ ท่อแยก (BRANCH) ที่ต่อออกจากท่อเมน (MAIN) ให้ใช้ TEE มาตรฐาน นอกจากท่อแบบเชื่อมขนาด 8 นิ้ว และใหญ่กว่า หากท่อแยกมีขนาดไม่ถึงครึ่งหนึ่งของท่อเมน ยอมให้ใช้เจาะเชื่อมได้ (Y-BRANCH CONNECTION)

- ในกรณีที่ใช้ข้อลด (REDUCER) โดยติดตั้งให้ด้านหลังท่ออยู่ในระดับเดียวกัน ด้านลดขนานอยู่ด้านล่างทั้งท่อน้ำส่ง และน้ำกลับเพื่อไม่ให้อากาศค้างอยู่ภายใน ข้อลดของท่อแบบเกลียว ห้ามใช้แบบลดเหลี่ยม (BUSHING) ต้องใช้ข้อลดมาตรฐาน (REDUCER) เท่านั้น
- ปลายทางของท่อน้ำ หากในแผนผังปรากฏว่ามีท่อน้ำแสดงไว้สำหรับต่อเติม ขยายออกไปในอนาคตแล้ว จะต้องต่อท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากสิ่งกีดขวาง แล้วใส่วาล์วและหน้าแปลนบอด (BLIND FLANGE) หรือฝาครอบปิดไว้
- หลังจากต่อท่อด้วยแบบขันเกลียวหรือเชื่อมร่องเกลียวส่วนที่เหลือโผล่ออกมา และรอยเชื่อมต่อทุกแห่งต้องใช้แปรงลวดขัดแล้วทาสีกันสนิม ZINC CHROMATE
- การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ บรรดาส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบท่อ เช่น เครื่องสูบน้ำ วาล์วน้ำ ถังน้ำ มาตรวัดน้ำ เกจวัดความดัน และอุปกรณ์อื่นๆ ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติ ไม่ก่อให้เกิดแรงดึงหรือแรงกดระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์นั้นและสามารถถอดซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ได้โดยง่าย โดยการต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ให้ติดตั้ง UNION หรือ FLANGE ต่อก่อนเข้าอุปกรณ์เหล่านั้นก่อนตามความจำเป็นเพื่อการถอดอุปกรณ์เหล่านั้นออกจากท่อได้โดยไม่กระทบกระเทือนกับท่อส่วนอื่นๆเพื่อประโยชน์ในการเปลี่ยนทดแทน เคลื่อนย้ายหรือบำรุงรักษาในภายหลัง
- การต่อท่อเข้ากับวาล์วน้ำ ให้ติดตั้งวาล์วน้ำไว้ที่ท่อน้ำก่อนเข้าอุปกรณ์ ตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบ โดยกำหนดให้ใช้ GATE VALVE หรือ BUTTERFLY VALVE หรือ BALL VALVE ติดตั้งในระบบท่อเพื่อใช้สำหรับตัดตอนน้ำ, GLOBE VALVE ติดตั้งในระบบท่อที่ต้องการปรับความดันและ อัตราการไหลของน้ำและ CHECK VALVE ติดตั้งในระบบท่อที่จำเป็นและไม่ต้องการให้น้ำไหลกลับ ส่วน UNION ติดตั้งไว้ทางด้านใต้น้ำของวาล์วทุกตัวและก่อนท่อเข้าอุปกรณ์ โดยห้ามติดตั้งยูเนียนฝั่งไว้ในกำแพงเพดานหรือฝักัน
- วาล์วน้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ โดยติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยน หรือมีฉนวนก็จะต้องจัดให้มีช่องทางที่จะจัดการถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนได้
- การติดตั้งวาล์วทุกตัวต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อใช้กับแรงดันตามที่กำหนดในหัวข้อวาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำเว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- การติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ เข้ากับท่ออันได้แก่ ท่อระบายอากาศ (VENT PIPE), วาล์ว (VALVE), อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ (AUTOMATIC AIR VENT) และท่อปล่อยน้ำทิ้ง (DRAIN PIPE AND VALVE) ต้องเป็นไปตามจำนวนที่จำเป็นและตามความต้องการที่ระบุไว้ในแบบ

- ติดตั้ง AUTOMATIC AIR VENT พร้อม GATE VALVE และต่อท่อจาก AIR VENT ไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุด ตำแหน่งที่เหมาะสมควรติดตั้งดังนี้คือ
 - MAIN HEADER ในห้องเครื่องทำน้ำเย็น
 - จุดบนสุดของท่อ CHILLED WATER RISERS
 - จุดที่คาดว่าจะมีการสะสมของอากาศจนเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานของระบบท่อน้ำ
 - อื่น ๆ ตามที่ระบุในแบบ
- จุดต่ำสุดของท่อแนวตั้ง (RISER) ทุกท่อต้องติดตั้ง DRAIN VALVE ไว้ถ่ายน้ำทิ้งและจากวาล์วต่อท่อสั้น ๆ ขนาดเท่าวาล์ว พร้อมมี CAP ปิดปลายขนาดของวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้เป็นอย่างนี้

ขนาดท่อแนวตั้ง มิลลิเมตร (นิ้ว)	ขนาดวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง มิลลิเมตร (นิ้ว)
ไม่เกิน 100 (4)	20 (3/4)
150-200 (6-8)	25 (1)
250-300 (10-12)	40 (1 1/2)
350-400 (14-16)	50 (2)
ใหญ่กว่า 400 (16)	65 (2 1/2)

- ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี TRAP และลาดเอียงไปทางปลายทาง (SLOPE) ไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 100 (1 : 100) หาก SLOPE น้อยกว่า 1 ต่อ 100 ให้เลือกขนาดท่อใหญ่ขึ้นถัดไป หากไม่ได้มีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้ใช้ตามตารางดังนี้

ขนาดท่อระบายน้ำทิ้ง มิลลิเมตร (นิ้ว)	ขนาดเครื่องปรับอากาศ (ตันความเย็น)
20 (3/4)	0 – 5
25 (1)	6 – 10
32 (1 1/4)	11 – 40
40 (1 1/2)	41 – 100
50 (2)	101 – 300
75 (3)	301 – 600
100 (4)	601 – 800
120 (5)	มากกว่า 800

1.3. การเก็บรักษาท่อ (STORAGE AND CLEANING)

การเก็บรักษาและการป้องกันการชำรุดบอบสลายของท่อ และอุปกรณ์ระหว่างการติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตามแนวทางดังต่อไปนี้

- ท่อน้ำควรเก็บไว้บนชั้นเหล็กที่เหมาะสมภายในโกดังที่มีหลังคาคลุมและฝาปิดไม่ควรวางกองกับพื้นเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและมีเศษวัสดุอยู่ในท่อ สำหรับท่อเหล็กดำ (CARBON STEEL PIPE) ควรทาสีป้องกันสนิมด้วย RED LEAD PRIMER
- ก่อนการติดตั้งท่อจะต้องทาสีภายในท่อเอาเศษผงออกให้หมด และเช็ดดูภายนอกท่อให้สะอาด
- ปลายท่อทุกปลายควรใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวครอบไว้ หากต้องละจากงานต่อท่อในส่วนนั้นไปชั่วคราว
- ระหว่างการติดตั้งท่อ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังและป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่าง ๆ ตกหล่นเข้าไปในท่อและผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้น
- หลังจากการติดตั้งแล้วถ้าเห็นว่ายังมีเกลียวเหลือโผล่ออกมาจากข้อต่อต่าง ๆ จะต้องทาสีที่เกลียวนั้นด้วย ZINC-CHROMATE PAINT และถ้าหากการต่อท่อด้วยการเชื่อมไฟฟ้าจะต้องเคาะตะกรันออกใช้แปรงลวดขัดรอยเชื่อมและทาสีรอยเชื่อมนั้นด้วย ZINC-CHROMATE PAINT ก่อนการเดินเครื่องหรือเดินระบบเกี่ยวกับท่อ น้ำภายในท่อน้ำทั้งระบบจะต้องทำการล้างด้วยน้ำให้ใสสะอาด
- วาล์วน้ำข้อต่อและส่วนประกอบอื่นสำหรับการติดตั้งท่อให้ตรวจสอบดูภายในและทำความสะอาดภายในให้ทั่วถึงก่อนนำมาประกอบติดตั้ง
- อุปกรณ์หรือเครื่องจักรให้หุ้มหรือคลุมกันไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแตกหักบอบสลาย
- เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้วต้องตรวจสอบดูความเรียบร้อยและทำความสะอาดอุปกรณ์ให้ทั่วถึงเพื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างในสภาพที่ปราศจากตำหนิและข้อบกพร่อง และใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้างเป็นอย่างดี

1.4. การขยายตัวและการหดตัวและการทรุดตัวของท่อ (DIFFERENTIAL SETTLEMENT)

- การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือการขยายตัวของท่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายขึ้นแก่ตัวท่อนั้นเองหรือแก่สิ่งใกล้เคียงระบบท่อที่มีการขยายตัวและหดตัวมากต้องจัดให้มี EXPANSION LOOP หรือ

EXPANSION JOINT ในที่ ๆ จำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม

- การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน หากในกรณีที่ไม่ได้ระบุให้มีข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE CONNECTION) ต่อประกอบอยู่ จะต้องจัดระบบการเดินท่อน้ำ การทำ OFFSET ให้เหมาะสมกับขนาดท่อและความยาวของท่อทางตรงเพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือนและแรงเครียด (STRESS) ที่ถ่ายทอดไปยังระบบท่อน้ำ
- การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อภายหลังเกิดการทรุดตัวของเหล็กยึดท่อน้ำ หรือการทรุดตัวของ ระดับพื้นที่ไม่เท่ากัน จะต้องไม่เกิดอันตรายหรือความเสียหายกับท่อน้ำนั้น และปัญหานี้สามารถป้องกันได้โดยติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม เช่น FLEXIBLE CONNECTIONS หรือ การเดินท่อ OFFSETS หรือการทำ LOOPS ในจุดที่คาดว่าจุดนั้นจะมี การทรุดตัวในอนาคต

2. การต่อท่อน้ำเข้าด้วยกัน (PIPE JOINTS)

2.1. การต่อท่อน้ำแบบเกลียว (JOINT FOR THREADED PIPE)

- การตัดท่อแต่ละท่อน ต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้น ๆ โดยเผื่อระยะทำเกลียวให้พอดี ซึ่งเมื่อต่อท่อบรรจบกันแล้วต้องได้แนวท่อที่สม่ำเสมอ ไม่คด และคลาดเคลื่อนจากแนวไป และให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อชุดเศษท่อที่ยังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ได้เกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้ว ต้องคว้านปากปาดเอาเศษที่ติดอยู่โดยรอบทั้งออกให้หมด
- เกลียวท่อโดยทั่วไปทำเกลียว TAPER THREAD ตามมาตรฐาน BS 21 หรือ ISO R7 ซึ่งได้ระบุไว้ เป็นมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมที่ มอก. 281-2521
- การเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มี THREADED ENDS เช่น วาล์วและข้อต่อต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าระบุการสั่ง ทำประเภทเกลียวได้ให้เลือกสั่งเกลียวตามมาตรฐาน BS 21 TR (ISO R7) หรือ BS 21 (ISO R 228) ในการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่มีเกลียวแบบ NPT (ตามมาตรฐาน ANSI B 2.1) อาจใช้ THREAD CONVERSION FITTING ร่วมในการประกอบท่อได้
- ใช้ PIPE JOINT COMPOUND หรือ TEFLON TAPE หุ้มเฉพาะเกลียวตัวผู้ เมื่อขันเกลียวแน่นแล้ว เกลียวต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม เกลียวส่วนที่เหลือให้เห็นนี้ จะต้องเช็ดให้สะอาดด้วยน้ำมัน และทาห้ด้วย ZINC RICH PRIMER เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิมกัดกร่อนได้ในภายหลัง

2.2. การต่อท่อแบบเชื่อม (WELDED JOINTS)

- สำหรับท่อเหล็กดำ (BLACK STEEL PIPES) การต่อท่อให้ใช้การเชื่อมรอยต่อทุกแห่ง ยกเว้นส่วนที่เป็นยูเนียนหรือหน้าแปลน ซึ่งเตรียมไว้สำหรับการถอดออกได้
- ท่อขนาดใหญ่ที่นำมาเชื่อม ต้องลบปลายให้เป็นมุมประมาณ 35 - 40 องศา โดยการกลึงก่อนการลบปลายอาจใช้หัวเชื่อมตัด แต่ต้องใช้ค้อนเคาะอ็อกไซด์และสะเก็ดโลหะออกพร้อมทั้งตะไบให้เรียบร้อยก่อนการเชื่อม
- การเชื่อมข้อต่อท่อจะต้องเชื่อมแบบ (BUTT-WELDING) โดยมีมาตรฐานและน้ำหนักท่อตามมาตรฐาน ASA, B16.9 และ ASTM A-234
- การเชื่อมท่อต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งท่อ ให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้าหากันได้อย่างทั่วถึง
- ก่อนการเชื่อม ต้องทำความสะอาดส่วนปลายที่จะนำมาเชื่อม ตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้เป็นแนวตรง เว้นช่องว่างระหว่างท่อที่จะนำมาเชื่อมให้พอดี เพื่อป้องกันการปิดระหว่างการเชื่อม
- ห้ามใช้ช่องข้อที่เชื่อมขึ้นมาเองใช้ในงาน
- มาตรฐานในการปฏิบัติงานเชื่อมต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASA

2.3. การต่อแบบหน้าแปลน (FLANGED JOINTS)

- เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลน และการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (OUTSIDE DIAMETER) ที่เลือกใช้งาน และหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่าง ๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อโดยทั่วไปต้องเป็นแบบเชื่อม
- การยึดจับหน้าแปลนต้องจัดให้หน้าสัมผัส (FACING FLANGE) ได้แนวขนานกันและอยู่ในแนวเดียวกัน หน้าแปลนทั้งสองต้องยึดจับแน่นด้วย BOLT ยึด
- หน้าแปลนและยูเนียน จะต้องมีการบเรียบ ไม่คดเอียง มีปะเก็นยางสังเคราะห์หนา 1.6 มิลลิเมตร (1/16 นิ้ว) สวมสอดอยู่
- การเชื่อมหน้าแปลนกับตัวท่อ ให้เชื่อมที่ขอบทั้งด้านนอกและด้านใน ยกเว้นหน้าแปลนชนิด NECK FLANGE ที่เชื่อมเฉพาะแนวด้านนอกท่อ

- สลักเกลียว (BOLT) และน็อต (NUT) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไป ใช้เป็น GALVANIZED OR CADMIUM PLATE BOLT AND NUT และที่ใช้กับระบบท่อฝังดิน ทำด้วย STAINLESS STEEL สลักเกลียวต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วต้องโผล่เกลียวออกมาจาก NUT ไม่น้อยกว่า 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว
- 2.4. การต่อแบบบัดกรี (SOLDERED JOINTS)
- ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมจะต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาดปลายท่อภายนอกและภายใน
 - ใช้แปรงทา SOLDER FLUX ที่ปลายท่อและ FITTING สรรวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสาน อุณหภูมิ การเผาและปริมาณ FLUX ที่ใช้ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยเฉพาะการใช้ SOLDER แบบ SILVER BRAZING น้ำบัดกรีส่วนเกินต้องเช็ดออกให้หมด ก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง เปอร์เซ็นต์เงินเชื่อมต้องไม่น้อยกว่า 5%
- 2.5. การต่อท่อน้ำแบบใช้น้ำยาเชื่อมประสาน (CEMENTED JOINT FOR PVC PIPE)
- เตรียมผิวท่อที่จะต่อโดยการลบมุมปลายท่อโดยรอบ และทำความสะอาดท่อและเตรียมผิวท่อ รวมถึงข้อต่อที่จะนำมาต่อให้สะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดท่อตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตท่อระบุไว้
 - ทาน้ำยาเชื่อมประสานภายในข้อต่อ และภายนอกท่อที่จะต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต เมื่อ สรรวม ต่อท่อเข้ากับข้อต่อแล้วให้เช็ดน้ำยาที่ล้นออกมาให้หมดก่อนที่จะทิ้งไว้เพื่อให้ น้ำยาเชื่อม แข็งตัว ประมาณ 5 นาที แล้วจึงจะนำไปติดตั้งต่อไป

3. ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (SLEEVE AND ESCUTCHEON)

- 3.1. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งปลอกท่อลอด (SLEEVE) ก่อนการเทพื้น คานและผนังคอนกรีตเสริมเหล็กรวมทั้งผนังก่ออิฐ ก่อนการติดตั้งให้ทำ SHOP DRAWING แสดงผังและระดับของปลอกท่อลอดตลอดจนวิธีการเสริมเหล็กที่ถูกต้อง โดยรอบ เพื่อขออนุมัติทุกครั้ง
- 3.2. ท่อที่ติดตั้งก่อนและภายหลังทำผนังหรือเทพื้นอาคารต้องสวมปลอกท่อลอดที่ทาสีกันสนิมภายในไว้ก่อนเสมอ
- 3.3. ปลอกท่อลอดจะต้องทำด้วยท่อเหล็กหรือเหล็กแผ่นม้วนเท่านั้น อาจใช้ท่อที่เทียบเท่าท่อ ERW SCH 20 หรือหนา 4 มิลลิเมตรเป็นอย่างน้อย นอกจากนี้จะต้องติดตั้ง FLASHING ที่ทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตรและกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) สำหรับพื้นหรือผนังที่ต้องการป้องกันการซึม
- 3.4. ขนาดภายในของปลอกท่อลอดต้องโตกว่าขนาดท่อ และฉนวนหุ้มท่อที่ลอดผ่านไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปลายทั้งสองด้านต้องตัดขอบเรียบได้ฉากกับผนังและความยาวเท่ากับความหนาของผนัง หรือสูงกว่าระดับพื้นอาคารที่ยังไม่ได้ตกแต่งอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) หรือสูงเท่ากับความหนาของวัสดุตกแต่งที่จะต้องใช้ สำหรับพื้นที่บริเวณนั้น ๆ

- 3.5. ช่องว่างระหว่าง ปลอกท่อลอดกับท่อ และฉนวนที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องอุดให้แน่นด้วยสารทนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมงสำหรับผนังทนไฟ (FIRE RATED WALL) หรืออุดด้วยสารกันซึมสำหรับท่อที่ผ่านผนังออกสู่ภายนอกอาคาร
- 3.6. แผ่นปิด (ESCUTCHEON) ทั้งสองด้านของปลอกท่อลอดที่ปรากฏแก่สายตา ทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมหรือ STAINLESS ซึ่งได้รับการอนุมัติรูปแบบและวิธีการติดตั้งจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว ขนาดของแผ่นปิดมีดังนี้
- ท่อขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 0.5 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 50 เซนติเมตร (2 นิ้ว)
 - ท่อขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า ความหนาของแผ่นปิด 0.8 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว)

4. การป้องกันการผุกร่อน

วัสดุที่เป็นโลหะที่นำมาใช้ในโครงการนี้ทุกชนิด จะต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิม และการผุกร่อนที่เหมาะสมมาแล้วทั้งสิ้น เช่น การพ่นอบสีจากโรงงาน การทำความสะอาดผิวโลหะและทาสีกันสนิม หรือการชุบสังกะสีตามความเหมาะสมหรือตามที่ระบุไว้ หากใช้สีกันสนิมจะต้องเป็นชนิด RED IRON OXIDE และในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขีดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC CHROMATE PRIMER ก่อนลงสีทับหน้าด้วยสีน้ำมันชนิด ALKYD RESIN GLOSS ENAMEL ด้วยสีหรือรหัสสีที่ต้องการ โดยจะต้องส่งสีที่ต้องใช้ดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการทาสี

5. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

- 5.1. การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสี ให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อสำหรับท่อที่ปรากฏแก่สายตาทั่วไป ยกเว้นถ้าท่อนั้น ๆ มีการหุ้มฉนวนหรือไม่ได้ปรากฏแก่สายตาทั่วไป เช่น ท่อที่อยู่เหนือฝ้าเพดาน ให้ทาท่อเฉพาะสีกันสนิมเท่านั้น
- 5.2. ขนาดแถวรหัสสีและตัวอักษรกำหนดดังนี้

ขนาดท่อ (DIA.) หรือท่อรวม ฉนวน	ความกว้างของแถบรหัสสี	ขนาดตัวอักษร
20 มม. (3/4") – 32 มม. (1 1/2")	150 มม. (8")	15 มม. (1/2")
40 มม. (2") – 50 มม. (2 1/2")	150 มม. (8")	25 มม. (1")
75 มม. (3") – 150 มม. (6")	250 มม. (12")	40 มม. (1 1/2")
200 มม. (8") – 250 มม. (10")	300 มม. (12")	65 มม. (2 1/2")
300 มม. (12") – มากกว่า	500 มม. (20")	90 มม. (3 1/2")

- 5.3. ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทางการไหล ให้ใช้กับทั้งท่อที่ปรากฏและไม่ปรากฏแก่สายตาทั่วไป โดยกำหนดเป็นดังนี้
- ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
 - ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
 - เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
 - เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น
 - บริเวณช่องเปิดบริการ
- กำหนดสีของรหัส และสีสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางดังต่อไปนี้

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

รายละเอียด	สัญลักษณ์อักษร	แถบรหัสสี	สีสัญลักษณ์ตัวอักษรและลูกศร
CHILLED WATER SUPPLY	CHS.	เขียว	ขาว
CHILLED WATER RETURN	CHR.	เขียว	ขาว
CONDENSER WATER SUPPLY	CDS.	ส้ม	ขาว
CONDENSER WATER RETURN	CDR.	ส้ม	ขาว
MAKE-UP WATER	MW.	แดง	เหลือง
SOFTENED WATER	SW.	ขาว	เหลือง
LUBRICATING OIL	LO.	ส้ม	ขาว
REFRIGERANT LINE GAS	RG.	เหลือง	ขาว
REFRIGERANT LINE LIQUID	RL	เหลือง	ขาว

หมายเหตุ: ท่อที่ปรากฏแก่สายตาทั่วไปถ้ามีการระบุให้ใช้สีที่หน้าที่แตกต่างกันจากรหัสสี จากที่ทาสีที่หน้าเสร็จ
ท่อนั้นจะต้องคาดทับด้วยแถบรหัสสีของท่อนั้นพร้อมกับรายละเอียดอื่น ๆ ตามข้อกำหนดในข้อ 5.3 ด้วย

หมวดที่ 4 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1. วาล์วทุกชนิด (ยกเว้น FLOW CONTROL OR PRESSURE CONTROL VALVE) สเทรนเนอร์ และข้อต่ออ่อน ต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่
- 1.2. โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อน้ำในแนวนอน (HORIZONTAL PIPE) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้งเว้นแต่จะมีสาเหตุจำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้งหรือใช้งาน จึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติดตั้งอยู่ในแนวเอียงได้
- 1.3. วาล์วที่ปิด-เปิดขณะใช้งานบ่อยหรือใช้ปิด-เปิดในกรณีฉุกเฉิน หากสามารถทำได้ต้องติดตั้งให้ตัววาล์วไม่สูงกว่า 1.50 เมตรจากพื้น
- 1.4. วาล์วขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า ที่จำเป็นต้องติดตั้งอยู่สูงเกิน 2.50 เมตร จากพื้นและต้องใช้ปิด-เปิดขณะใช้งานบ่อยต้องติดตั้ง CHAIN WHEEL และโซ่ ทำด้วยเหล็กไม่เป็นสนิมห้อยลงมาสูงจากพื้น ประมาณ 1.00 เมตร
- 1.5. วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำทั้งหมดของงานระบบต่าง ๆ ถ้าไม่ได้ระบุไว้ในแบบจะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ตามข้อกำหนด ดังนี้
 - สำหรับระบบปรับอากาศ จะต้องทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า CLASS 200
- 1.6. ผู้รับจ้างจะต้องใส่วาล์วปิด-เปิดตามที่แสดงไว้ในแบบและตามตำแหน่งดังต่อไปนี้ ซึ่งอาจไม่แสดงในแบบ
 - ณ จุดที่ท่อแยกออกจาก RISERS และ MAIN BRANCHES ออกจากท่อ SUPPLY หรือ RETURN MAIN
 - ท่อน้ำเข้าและออกของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เพื่อให้สามารถถอดย้ายเครื่องทำการซ่อมแซมได้ โดยไม่กระทบกระเทือนส่วนอื่น ๆ ที่เหลือของระบบ
 - ข้อต่อเครื่องจักรที่ซึ่งผู้ผลิตระบุไว้ว่าวาล์วจะต้องจัดหา "BY CUSTOMER"
 - จุดสูง และจุดต่ำในแต่ละวงจรที่ซึ่งจะติดตั้งวาล์วน้ำทิ้ง หรือ AUTOMATIC AIR VENT พร้อมวาล์วปิด-เปิด วาล์วทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้แกนหมุนอยู่ในแนวระนาบ หรือตำแหน่งตั้งฉากกับท่อในแนวตั้ง
- 1.7. วาล์วแต่ละประเภทที่ใช้ต้องเป็นยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งเท่านั้นตามรายชื่อผู้ผลิตซึ่งได้ระบุไว้ในรายชื่อผลิตภัณฑ์ฯ วาล์วต้องมี STRUCTURE AND WORKING PRESSURE ถูกต้อง ได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจาก ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2. วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ

2.1. GATE VALVE

- วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย BRONZE แบบ SCREW ENDS, NON RISING STEM สำหรับวาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย BRONZE เป็นแบบ BOLTED BONNET, SCREW BONNET, NON-RISING STEM

2.2. BUTTERFLY VALVE

- ใช้กับท่อขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า หรือตามที่กำหนดในแบบ ตัววาล์ว (BODY) เป็นแบบ FULL LUG TYPE ทำด้วย CAST IRON หรือ ALUMINIUM DIE-CASTING มี ALIGNMENT HOLES สำหรับการยึดหน้าแปลน, SEAT ทำด้วย EPDM, BUNA-N, หรือ RUBBER อื่นๆ DISC ทำด้วย STAINLESS STEEL, SHAFT ทำด้วย STAINLESS STEEL ออกแบบเป็นชิ้นเดียว วาล์วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 100 มม. (4 นิ้ว) ให้เป็น LEVER OPERATE วาล์วขนาดตั้งแต่ 150 มม. (6 นิ้ว) ให้ใช้เป็นชนิด HAND WHEEL GEAR OPERATED

2.3. GLOBE VALVE

- วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย BRONZE แบบ SCREW ENDS, NON-RISING STEM ปลายเป็นแบบขันเกลียว ลักษณะเกลียวเป็นชนิดมาตรฐาน RENEWABLE DISC, BONNET แบบมีเกลียว

2.4. SILENT CHECK VALVE

- เป็นแบบ NON-SLAMMING CHECK VALVE หรือ SPRING LOADED SILENT CHECK VALVE หรือ DUAL DISCS หรือ SWING CHECK วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย BRONZE มี DISC ทำด้วย BRONZE หรือ CAST IRON และมี SPRING ทำด้วย STAINLESS STEEL วาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย CAST-IRON หรือ STEEL เป็นแบบ WAFER หรือ FLANGED ENDS มี SEAT ทำด้วย BUNA-N หรือ EPDM DISC และ STEM ทำด้วย BRONZE หรือ STAINLESS STEEL และมี SPRING ทำด้วย STAINLESS STEEL โดยตัววาล์ว DISC และ SEAT เป็นวัสดุเช่นเดียวกัน สำหรับวาล์วแต่ละขนาดดังกล่าวข้างต้น

2.5. BALL VALVE

- วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย BRONZE หรือ STEEL IRON แบบ SCREW ENDS หรือ FLANGE ENDS

2.6. PRESSURE RELIEF VALVE

- PRESSURE RELIEF VALVE เป็นวาล์วที่รักษาความดันของน้ำในระบบท่อน้ำเย็นให้คงที่ในพิกัดที่ต้องการ และสามารถปล่อยน้ำออกจากระบบได้อัตโนมัติ ในเมื่อความดันของน้ำในระบบสูงเกินกว่าที่พิกัดที่ตั้งไว้ และยังคงรักษาระดับความดันของน้ำในระบบท่อน้ำเย็นให้คงที่อยู่ตลอดเวลา
- PRESSURE RELIEF VALVE เป็นแบบ HYDRAULICALLY OPERATED, PILOT CONTROL, DIAPHRAGM-TYPE, GLOBE VALVE PATTERN
- PILOT CONTROL เป็นแบบ DIRECT-ACTING, ADJUSTABLE, SPRING LOADED, DIAPHRAGM-TYPE VALVE
- PRESSURE RELIEF VALVE ตัววาล์วทำด้วย CAST-IRON หรือ CAST-STEEL ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (FLANGED CONNECTION)

2.7. AUTOMATIC BALANCING VALVE

- วาล์วจะต้องได้รับการออกแบบให้ควบคุมการไหล โดยใช้ชุด CATRIDGE และ SPRING โดยที่อัตราการไหลจะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง +5% ตลอดช่วงค่าความดันตกคร่อมของวาล์วแต่ละชุด
- CATRIDGE และ SPRING จะต้องทำด้วยสแตนเลส
- วาล์วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วยโลหะผสมหรือเหล็กกล้า การติดตั้งใช้วิธี SCREWED ENDS
- วาล์วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ขึ้นไป ตัววาล์วทำด้วยเหล็กกล้า การติดตั้งใช้วิธี FLANGED ENDS
- วาล์วจะต้องมีจุดวัดอุณหภูมิและความดัน (TEMPERATURE AND PRESSURE PORT) เพื่อใช้ในการตรวจวัดโดยสะดวก พร้อมทั้งต้องมีจุดสำหรับ DRAIN น้ำทิ้งมาพร้อมกับตัววาล์ว
- ตัววาล์วจะต้องได้รับการออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนอัตราการไหลจำนวนมาก ๆ ได้โดยการเปลี่ยนชุด CATRIDGE

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำในช่วงต่าง ๆ ตามที่ต้องการจำนวน 2 ชุด เพื่อมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่วาล์วต้องใช้อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำต่างกันออกไป ทั้งนี้อุปกรณ์ดังกล่าวต้องแสดงผลออกมาเป็นอัตราการไหลได้โดยตรง

2.8. WATER STRAINER

- STRAINER ใช้สำหรับต่อต้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ และที่อื่น ๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบตัวสเตรนเนอร์เป็นแบบ Y-PATTERN แผ่นตะแกรงดัดงทำด้วย STAINLESS STEEL สามารถถอดออกล้างได้ โดยไม่ต้องถอด STRAINER ทั้งตัวออกจากระบบท่อน้ำ แผ่นปิดท้าย STRAINER ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าต้องติดตั้งวาล์วสำหรับระบายตะกอนทิ้ง โดยวาล์วต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อสั้นและฝาปิด (CAP) ปลายท่อทิ้งไว้ด้วย
- สเตนเลสขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัวเรือนทำด้วย BRONZE แบบ SCREW ENDS รูตะแกรงไม่โตกว่า 1.6 มิลลิเมตร ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย CAST IRON แบบ FLANGED ENDS
- STRAINER ก่อนท่อน้ำเข้าของเครื่องสูบน้ำ แผ่นตะแกรงประมาณ 50 รู/ตารางนิ้ว สำหรับขนาด 4 นิ้ว - 6 นิ้ว หรือตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีการทดสอบคำนวณค่าความดันตกคร่อมไว้เหมาะสมต่อการใช้งานทั่วไปแล้ว

2.9. AUTOMATIC AIR VENT

- เป็นแบบ DIRECT ACTING FLOAT TYPE ขนาดของท่อต่อเข้า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่กำหนดในแบบ CASING ทำด้วย CAST IRON ลูกกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย STAINLESS STEEL
- การติดตั้งให้ใส่ GATE VALVE หรือ BALL VALVE ไว้ก่อนถึง AUTOMATIC AIR VENT และหากพื้นที่ที่วาล์วติดตั้งอยู่สามารถทำได้ ให้ต่อท่อระบายน้ำจาก AUTOMATIC AIR VENT ไปที่ยังท่อระบายน้ำ FLOOR DRAIN, ROOF DRAIN หรือ GUTTER ที่เหมาะสมและอยู่ใกล้ที่สุด

2.10. FLEXIBLE PIPE CONNECTION

- ข้อต่ออ่อน สำหรับต่อต้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำ และเครื่องทำน้ำเย็น และอุปกรณ์ที่มีความสั่นสะเทือนเพื่อป้องกันการส่งผ่านความสั่นสะเทือนไปยังระบบท่อน้ำหรือโครงสร้างยึดท่อ หรืออุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ เป็นแบบ REINFORCED NEOPRENE RUBBER (BELLOW TYPE DOUBLE SPHERE)
- ขนาดข้อต่ออ่อนตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าต่อแบบหน้าแปลน
- การติดตั้งแบบต่อด้วยหน้าแปลนต้องมี GUIDE และ STOPPER เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยึดตัวของข้อต่ออ่อนมากเกินไป
- ให้ติดตั้งข้อต่ออ่อน ณ จุดที่อาจเกิดปัญหาการทรุดตัวของท่อ อันเกิดขึ้นจากการทรุดตัวที่ไม่เท่ากันของอาคาร (DIFFERENTIAL SETTLEMENT) ไม่ว่าจะแสดงไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม

2.11. EXPANSION JOINTS (ข้อต่อแบบยึดและหดตัว)

- EXPANSION JOINTS เป็นชนิด PACKLESS-CONSTRUCTION EXTERNALLY PRESSURIZED GUIDE EXPANSION CONNECTOR

- EXPANSION JOINTS ใช้ติดตั้งในระบบท่อน้ำซึ่งมีการยึดตัวและหดตัวของท่อน้ำ และในระบบท่อน้ำซึ่งไม่สามารถติดตั้ง EXPANSION LOOPS หรือ OFFSETS ได้
- จุดตรึงยึดที่แน่นหนา (ANCHORS AND PIPE GUIDES) จุดตรึงยึดจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน
- EXPANSION JOINTS เป็นชนิดหน้าแปลนต้องทนแรงดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ WORKING PRESSURE หรือตามที่ระบุในแบบ

2.12. DIFFERENTIAL PRESSURE RELIEF VALVE

- ถ้าระบุให้ใช้สำหรับ BY PASS น้ำในระบบท่อน้ำเย็น จะต้องเป็นแบบระบายออกโดยตรงหรือ BY PASS ซึ่งสามารถที่จะป้องกันไม่ให้อุปกรณ์หรือท่อต่าง ๆ มีความดันสูงเกินกว่าที่จะรับได้ สามารถปรับความดันแตกต่าง (DIFFERENTIAL PRESSURE) ได้ โดยมี FLOW RATE ไม่น้อยกว่า 50 % ของน้ำเย็นที่ต้องการสำหรับ WATER CHILLER 1 ชุด หรือไม่น้อยกว่า 30% ของน้ำเย็นที่ต้องการ ณ จุดที่วาล์วติดตั้ง

2.13. FLOAT VALVE

- เป็นแบบ NON-MODULATING CONTROLLED ใช้สำหรับควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำ ชุดกลุกลอยควบคุมระดับน้ำได้ 2 ระดับ (TWO LEVEL REMOTE FLOAT CONTROL) คือระดับปิดไม่ให้น้ำเข้าและเปิดให้น้ำเข้าถังเก็บน้ำ ประกอบด้วย MAIN VALVE และ NON-MODULATING FLOAT CONTROL, ส่วนของ NON-MODULATING FLOAT CONTROL ประกอบด้วยกลุกลอยซึ่งทำด้วย COPPER, COUNTER WEIGHT และ VERTICAL ROD ส่วนของ MAIN VALVE เป็นแบบ HYDRAULICALLY OPERATED, PILOT CONTROLLED, GLOBE PATTERN, SINGLE CHAMBER, VERTICAL STEM MOUNT, TOP AND BOTTOM GUIDE, HAVE STEM CAP วัสดุ MAIN VALVE ทำด้วย DUCTILE IRON ASTM A536 AND BLUE FUSION BONDED EPOXY COATING INSIDE AND OUTSIDE, SEAT RING ทำด้วย AISI 316 STAINLESS STEEL, STEM ทำด้วย EPDM, RESILIENT DISC ทำด้วย EPDM, FASTENERS ทำด้วย AISI 18-8 STAINLESS STEEL, ขนาดตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าต่อแบบเกลียวส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ต่อแบบหน้าแปลนมาตรฐาน ANSI

2.14. PRESSURE GAUGE

- เป็นแบบ BOURDON TUBE, BRONZE OR STAINLESS STEEL MOVEMENT สำหรับวัดความดันเข้าออกของเครื่องและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ ตัวเรือนทำด้วย STAINLESS STEEL หน้าปัทมกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลหน้าปัทมอยู่ในช่วง 150 % ถึง 200 % ของความดันที่ใช้งานปกติ ACCURACY WITHIN 1% ของสเกลบนหน้าปัทม สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น PSIG หรือ KPA หรือมิลลิเมตรปรอท หรือนิ้วปรอท สำหรับวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ
- เกจความดันแต่ละชุดจะต้องมี SHUT OFF NEEDLE VALVE ทำด้วย BRASS และ SNUBBER

- เกจวัดความดันที่ทางด้านท่อดูด (SUCTION SIDE) อาจเป็น COMPOUND GAUGE หากเครื่องสูบน้ำอยู่สูงกว่าเครื่องส่งลมเย็น ตำแหน่งที่จะต้องติดตั้งเกจวัดความดันมีดังต่อไปนี้
 - ทางน้ำเข้าและน้ำออกของเครื่องสูบน้ำ
 - ทางน้ำเข้าและน้ำออกของเครื่องทำน้ำเย็น

- PRESSURE GUAGES จะต้องสำรองไว้เป็นอะไหล่สำหรับใช้ในงานบำรุงรักษาจำนวน 4 ชุด

2.15. THERMOMETER

- เทอร์โมมิเตอร์เป็นแบบหลอดแก้ว ชนิด ADJUSTABLE ANGLE มีสเกล 23 เซนติเมตร (9 นิ้ว) ติดตั้งไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำที่ด้านเข้า-ออกจากเครื่องและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ ตัวเรือนทำด้วย CAST ALUMINIUM ก้านวัดอุณหภูมิ (STEM) ยาวไม่น้อยกว่า 9 เซนติเมตร (3 1/2 นิ้ว) ACCURACY WITHIN ONE SCALE DIVISION ของสเกลบนหน้าปัทม์ มีสเกลใช้งานที่ครอบคลุมช่วงอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่จะอ่านตั้งแต่ช่วงที่เครื่องหรือระบบยังไม่ทำงานไปจนถึงช่วงที่ทำงานอย่างเต็มที่ และเป็น DUAL SCALE ที่อ่านค่าได้ทั้งองศาฟาเรนไฮต์และองศาเซลเซียส
- เทอร์โมมิเตอร์แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกับ SEPARABLE BRASS WELL โดยมี CONNECTION แบบ SWIVEL NUT หรือแบบ UNION, ตัว WELL จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้อย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่าให้ขยายท่อโดยใช้สามตา หรือข้อต่อต่าง ๆ ประกอบ ในการติดตั้งตำแหน่งที่ติดตั้งให้อยู่ในระดับสายตา สูงประมาณ 1.50 เมตร จากพื้น
- สำหรับเครื่องเป่าส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU) ติดตั้ง THERMOMETER WELL ไว้ที่ท่อน้ำเข้าออกของเครื่อง หรือติดตั้ง P/T TEST PLUG ตามที่ระบุในแบบรูป

หมวดที่ 5 ที่แขวนและรองรับสำหรับท่อน้ำและท่อลม

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและแรงงาน ในการติดตั้งที่แขวนท่อ หรือที่รองรับท่อ
- 1.2. ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ SHOP DRAWING แสดงถึงลักษณะ ขนาด และความหนาของเหล็กที่ใช้ เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อนก่อนดำเนินการทำที่แขวนและที่รองรับท่อ
- 1.3. สำหรับที่แขวนและรองรับท่อน้ำและท่อลมสำเร็จรูป
ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเอกสารที่แสดงคุณสมบัติและตัวอย่างของที่แขวนและรองรับสำเร็จรูปแต่ละแบบจากบริษัทผู้ผลิต ส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติตรวจสอบเห็นชอบตามความต้องการที่จะนำไปใช้งานในจุดต่าง ๆ ของการก่อสร้าง
- 1.4. สำหรับที่แขวนและรองรับท่อน้ำและท่อลมที่ประกอบขึ้นเอง
ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม SHOP DRAWINGS ตลอดจนตัวอย่างของที่แขวนและรองรับ แต่ละชนิดและขนาดที่ประกอบขึ้นเอง ส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติตรวจสอบเห็นชอบตามความต้องการที่จะนำไปใช้งาน
- 1.5. สำหรับการติดตั้งที่แขวนและรองรับท่อน้ำและท่อลม
ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ที่แสดงถึงแนวและระยะรวมทั้งชนิดหรือแบบของที่แขวนและรองรับสำหรับท่อน้ำและท่อลมขนาดต่าง ๆ ตลอดจนตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างของบริเวณที่มีการติดตั้งที่แขวนและรองรับว่าสามารถรับน้ำหนักของท่อน้ำและ/หรือท่อลมได้โดยไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างนั้น ๆ ส่งเพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 1.6. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมและแข็งแรงในการยึดท่อน้ำ ท่อลม และอุปกรณ์ต่าง ๆ กับโครงสร้างอาคาร INSERT, ANCHOR BOLT หรือ EXPANSION BOLT ที่นำมาใช้จะต้องผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักได้ตามต้องการและมี SAFETY FACTOR ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า

2. การแขวนโยงท่อ และการยึดท่อ

- 2.1. ที่แขวนและที่รองรับท่อจะต้องรับน้ำหนักได้อย่างเพียงพอภายใต้ตำแหน่งที่ถูกต้องและสามารถใช้งานได้ดีในสภาพการใช้งานปกติ
- 2.2. ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝัง จะต้องแขวนโยงหรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรง โยกคลอนแกว่งไกวไม่ได้
- 2.3. ที่แขวนยึดถ้าใช้ที่รองรับฝังไว้กับคอนกรีตจะต้องผูกติดกับเหล็กเสริมคอนกรีตอย่างมั่นคง หรืออาจใช้ EXPANSION BOLT แทนก็ได้
- 2.4. การแขวนโยงท่อที่เดินตามแนวราบให้ใช้เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้ แล้วให้แขวนยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง
- 2.5. หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกันเป็นแพ จะใช้เสาแหกรับแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ที่แขวนท่อและเสาแหกรัดท่อนั้นหากในแบบระบุไว้จะต้องมีชะเนาะ (TURNBUCKLE) ประกอบให้ได้เสร็จเพื่อจัดท่อให้ระดับเดียวกันได้ ในกรณีที่ไม่มีอาจใช้ชะเนาะเกลียวได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์อื่นที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน

- 2.6. ที่แขวนรองรับและยึดท่อต้องเป็นชนิดที่สร้างขึ้นเป็นมาตรฐานเพื่อการแขวน รองรับหรือยึดท่อเท่านั้น ห้ามมิให้ใช้การแขวนท่อด้วยโซ่ ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง หรือเกิดจากการดัดแปลงมาใช้เป็นอันขาด
- 2.7. ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ จะต้องสามารถปรับให้สูง - ต่ำได้ตามความต้องการที่เหมาะสม
- 2.8. ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร แต่อยู่เหนือระดับพื้นดิน หรือติดตั้งอยู่บนสะพานเดินท่อ จะต้องเป็น HOT DIP GALVANIZED STEEL นี้อุต, สกรู แหวนและเหล็กรัดท่อจะต้องทำด้วย CADMIUM PLATED STEEL
- 2.9. ในตำแหน่งที่มีการติดตั้ง EXPANSION JOINTS หรือ EXPANSION LOOPS จะต้องมียุกรณ์ยึดท่อไว้ให้แน่นหนาแข็งแรง ในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อการขยายตัวหรือหดตัวของท่อน้ำ โดยไม่เกิดอันตรายกับท่อน้ำและอุปกรณ์ โดยที่ระหว่าง EXPANSION JOINTS หรือ EXPANSION LOOPS ต้องมี ANCHOR ติดตั้งไว้
- 2.10. อุปกรณ์ การยึดและแขวนท่อภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสีกันสนิมและทาสีจริง ภายนอกอาคารหรือฝังดินทำด้วยเหล็กชุบ GALVANIZED หรือ STAINLESS STEEL แล้วทาสีตามรหัสและสัญลักษณ์สีตามหมวด "การทาสีป้องกันการ ผุกร่อนและรื้อสสี"
- 2.11. ที่รองรับท่อที่เป็นเหล็กฉาก, เหล็กทรงน้ำ หรืออุปกรณ์รองรับท่อต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในรางคอนกรีต (CONCRETE TRENCH) จะต้องเป็น HOT-DIP GALVANIZED STEEL นี้อุต, สกรู แหวนและเหล็กรัดท่อจะต้องทำด้วย HOT DIP GALVANIZED STEEL
- 2.12. ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารแต่ติดตั้งอยู่บริเวณที่มีความชื้นและการกัดกร่อน เช่น (ห้องแบดเตอร์รี่, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องทำความเย็น, ห้องล้างจาน, ห้องครัว, และห้องซักรีด) เป็นต้น ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะต้องทาสี EPOXY RED LEAD PRIMER 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้น ด้วย EPOXY BLACK FINISHING PAINT ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารทั่ว ๆ ไปจะต้องทาสี RED LEAD PRIMER 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้น ด้วย ALKYD GREY FINISHING PAINT นี้อุต, สกรู แหวนและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ จะต้องทำด้วย CADMIUM PLATED STEEL
- 2.13. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดหา วาง CONCRETE INSERT และ ANCHOR ROD และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รับท่อต่าง ๆ
- 2.14. ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ จะมีขนาดและรายละเอียดดังที่ระบุไว้ในแบบ แต่ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อและความหนาของเหล็กเพื่อให้เหมาะสมกับน้ำหนักของท่อในส่วนที่จำเป็น

3. ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งและในแนวนอน

- 3.1 ท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวตั้ง (VERTICAL RUN/RISER)
 - ท่อเหล็กอบสังกะสี ท่อทองแดงชนิดแข็งตรง หรือท่อเหล็กดำที่มีขนาดตั้งแต่ 3" ขึ้นไป ทุก ๆ ระยะครึ่งหนึ่งของความยาวของท่อแต่ละท่อนจะต้องมีที่ยึด หรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง หรือระยะตามที่ระบุในแบบใช้งานที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบแล้ว
 - ท่อเหล็กอบสังกะสี ท่อทองแดงชนิดแข็งตรง หรือท่อเหล็กดำที่มีขนาดตั้งแต่ 2 1/2" ลงมา ทุก ๆ ระยะไม่มากกว่า 1.50 ม. จะต้องมียึด หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
 - ท่อ PVC ท่อ HDPE และท่อ PP หรือท่ออื่น ๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกันทุก ๆ ระยะ 1.20 ม. และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมียึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
 - ท่อเหล็กหล่อ จะต้องมียึดหรือรองรับท่อทุก ๆ ชั้นของอาคารหรือไม่น้อยกว่าทุกช่วงของความยาวท่อแต่ละท่อ และตรงฐานล่าง

- ท่อลมที่ทำจากเหล็กแผ่นดำ หรือเหล็กแผ่นอาบสังกะสีทุกขนาดจะต้องมีที่ยึดหรือรองรับท่อลม ทุก ๆ ช่วงของความยาวท่อลมแต่ละท่อน หรือให้เป็นไปตามที่แนะนำในมาตรฐาน SMACNA
- ANCHOR รองรับท่อในแนวตั้งให้เป็นไปตามแบบรายละเอียดเพื่อป้องกัน UNDER STRAIN จะต้องเป็น HEAVY FORGED หรือ WELDED CONSTRUCTION แยกต่างหากจาก SUPPORT
- ท่อในแนวตั้งจะต้องเพิ่มการยึดตรงฐานของท่อบริเวณหักเลี้ยวทุกท่อด้วย

3.2 ท่อที่วางไว้ในแนวราบหรือแนวระดับ (HORIZONTAL RUN)

- ท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อทองแดงเส้นตรง หรือท่อเหล็กดำ จะต้องมียึด หรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่งตามระยะที่ระบุไว้ในตารางของข้อ 4
- ท่อ PVC ท่อ HDPE และท่อ PP หรือท่ออื่น ๆ ที่อยู่ประเภทเดียวกันทุก ๆ ระยะตามที่ระบุไว้ในตารางของข้อ 3 และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมียึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง
- ท่อลมเหล็กแผ่นดำ หรือเหล็กแผ่นอาบสังกะสีทุกขนาดจะต้องมียึดหรือรองรับท่อลมทุก ๆ ช่วงของความยาวท่อลมแต่ละท่อน หรือให้เป็นไปตามที่แนะนำในมาตรฐาน SMACNA
- ท่อน้ำทุกชนิดที่วางอยู่ในดิน จะต้องวางอยู่บนพื้นที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อ และเมื่อกลับดินแล้วจะต้องอัดดินเป็นชั้น ๆ
- ท่อโลหะที่วางอยู่ในดิน จะต้องทำด้วยปลี้นโค้ท 1 ชั้น ก่อนแล้วพ่นด้วยผ้าดิบ จากนั้นให้ทาทับด้วยปลี้นโค้ทอีก 1 ชั้นให้ทั่ว ทั้งนี้ให้รวมทั้งที่รองรับท่อด้วย หรือจะใช้ EPOXY COALTAR แทนก็ได้แต่จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตสินนี้ ๆ
- ANCHOR สำหรับรองรับท่อในแนวนอนเพื่อป้องกัน STRAIN จาก OFFSETS จะต้องเป็น FORGED WROUGHT IRON CLAMPED ยึดอย่างแน่นหนา

4. การแขวนและรองรับน้ำหนักท่อน้ำ

ที่แขวน และที่รองรับท่อน้ำชนิด PIPE ROLLERS และประกับยึดท่อ (CLAMPS) ท่อน้ำทุกท่อ ต้องมีการรองรับอย่างแข็งแรง ท่อที่เดินตามแนวนอนให้ใช้ที่แขวนท่อแบบ CLEVIS หรือ RING หรือ SPLIT RING ชนิดปรับได้ ยึดติดกับโครงสร้างอาคารด้วยก้านเหล็ก (STEEL ROD) อย่างมั่นคง แต่อาจใช้ TRAPEZE HANGER แทนได้ ในกรณีที่ท่อเดินขนานกันหลายท่อ ท่อที่เดินใกล้ระดับพื้นให้ใช้ PIPE STANCHIONS ที่มี BASE FLANGES และ TOP YOKES ที่สามารถปรับระดับได้ หรือจะใช้ ROLLER SUPPORTS ตั้งบนฐานคอนกรีต หรือแบบอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ท่อที่เดินใกล้กำแพงให้ใช้ท้าวแขนเหล็กกล้า (STEEL BRACKET) ที่มีขนาดเหมาะสมรองรับ ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1 1/2 นิ้ว หรือเล็กกว่า อาจใช้ประกับยึดท่อเพียงอันเดียว การแขวนหรือรองรับท่อต้องไม่เกินระยะ 0.50 เมตร จากอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก เช่น ข้อต่อ หรือวาล์ว สำหรับบริเวณท่อแยกทั้งต้นท่อ และปลายท่อต้องยึดห่างไม่เกิน 0.9 เมตร ส่วนบริเวณที่หักเลี้ยวต้องไม่มากกว่า 0.50 เมตร จากที่แขวนหรือรองรับท่ออย่างน้อย 1 จุด และระยะห่างระหว่างที่แขวนและรองรับท่อจะต้องไม่ห่างเกินที่กำหนดในตารางต่อไปนี้

ขนาดท่อ (NOMINAL SIZE) มิลลิเมตร (นิ้ว)	ระยะห่างสูงสุดของช่วงท่อ สำหรับท่อเหล็กดำและท่อเหล็กอบสังกะสี	ระยะห่างสูงสุดของช่วงท่อ สำหรับท่อพีวีซี
25 (1) และเล็กกว่า	2.00	1.20
32 (1 1/4) จนถึง 50 (2)	2.50	1.50
65 (2 1/2) จนถึง 100 (4)	2.50	2.00
125 (5) และใหญ่กว่า	3.00	3.00

- 4.1. ที่แขวน หรือรองรับท่อแต่ละอันต้องสามารถปรับระยะในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว และจะต้องทำการป้องกันสนิมด้วยสีกันสนิมประเภท RED IRON OXIDE หรือ ZINC CHROMATE สำหรับบริเวณภายนอกอาคารหรือที่ที่มีความชื้นสูง เช่น ในห้องเครื่องต่าง ๆ เป็นต้น บริเวณที่ปรากฏแก่สายตาจะต้องทาด้วยสีน้ำมันที่มีสีตามที่ผู้ออกแบบงานสถาปัตย์/ตกแต่งภายในกำหนด ก่อนใช้แขวนหรือรองรับท่อทุกครั้ง
- 4.2. PIPE HANGER & SUPPORT ที่อยู่ใน CHILLER PLANT ROOM จะต้องมีการ VIBRATION ISOLATOR ด้วย (มี MIN. STATIC DEFLECTION 1” หรือ DURAMETER 55) หาก CHILLER PLANT ROOM นั้นอยู่เหนือหรือใต้ HUMAN OCCUPIED AREA
- 4.3. การรองรับท่อตามแนวดิ่ง (VERTICAL PIPING SUPPORTS) จะต้องทำที่รองรับเพิ่มเติมที่ฐานของบริเวณข้อโค้ง (ELBOW) หรือท่อแยก (TEE) ด้วย PIPE STAND ในบริเวณที่มีท่อเดินในแนวดิ่งอยู่ใกล้กันหลายท่ออาจจะใช้ GUIDE ที่เหมาะสมร่วมกันได้ GUIDE และ SPACERS จะต้องทำด้วยเหล็กโครงสร้างและตรึงยึดให้อยู่กับโครงสร้างอาคารอย่างมั่นคง
- 4.4 ห้ามใช้ SLEEVE เป็นตัวรองรับน้ำหนักท่อโดยเด็ดขาด
- 4.5. การติดตั้งท่อที่มีการแขวนด้วย VIBRATION ISOLATOR หรือท่อซึ่งจะต่อไปยังฐานแท่นเครื่องที่รองรับด้วย VIBRATION ISOLATOR ให้คำนวณน้ำหนักน้ำในท่อ แล้วใช้แท่งน้ำหนักที่มีน้ำหนักเท่ากับถ่วงที่ท่อเพื่อให้ท่อมีระยะขยับตัว (DISPLACEMENT) เสมือนกับมีน้ำอยู่ในท่อ หลังจากการติดตั้งระบบท่อทั้งหมดและเติมน้ำเข้าให้ทยอยปลดน้ำหนักถ่วงท่อจนเมื่อน้ำเต็มท่อก็ให้ปลดน้ำหนักถ่วงออกจนหมด แล้วทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง
- 4.6. ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง และท่อแนวราบหรือแนวระดับให้ยึดแขวนตามระยะและขนาดเหล็กที่ ระบุในตารางต่อไปนี้

ตารางสำหรับยึดแขวนท่อแสดงระยะห่างระหว่างจุดยึดแขวน (เมตร)

ขนาดท่อ	ขนาดเหล็กเส้น	ท่อเหล็ก		ท่อพีวีซี	
		แนวราบ	แนวตั้ง	แนวราบ	แนวตั้ง
1/2	9	2.0	2.4	0.9	1.2
3/4	9	2.4	3.0	1.0	1.2
1	9	2.4	3.0	1.0	1.2
1 1/4	9	2.4	3.0	1.2	1.8
1 1/2	9	3.0	3.6	1.3	1.8
2	9	3.0	3.6	1.5	1.8
2 1/2	12	3.0	4.5	1.8	2.4
3	12	3.6	4.5	2.0	2.4
4	15	4.0	4.5	2.4	2.4
5	15	4.8	4.5	2.4	3.0
6	22	4.8	4.5	2.4	3.0
8	22	6.0	4.8	3.0	3.6
	10	22	6.0	4.8	
	12	22	6.0	4.8	
	14	25	6.0	5.4	
	16	25	6.0	5.4	
	18	28	6.0	5.4	
	20	32	6.0	6.0	
	24	32	6.0	6.0	
	30	32	6.0	6.0	

5. การแขวนยึดท่อลม

- 5.1. การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (HANGER ROD) และเหล็กกรอง (SUPPORT) ตามที่ระบุไว้ในแบบการแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวด (WIRE) ในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด
- 5.2. โครงเหล็กต่าง ๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, INSERT, EXPANSION BOLT และอื่น ๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลม
- 5.3. การแขวนยึดท่อ ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน สถานที่ติดตั้ง และน้ำหนักของท่อ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนท่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกชนิด และขนาดของอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวน การยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ EXPANSION BOLT ห้ามใช้ปืนยิงตะปูยึด (POWER ACTUATED PIN)
- 5.4. อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม จะต้องสามารถปรับระดับให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ การทำเกลียวต้องยาวพอให้ปรับระดับ โดยมีเกลียวเหลือจากการขันน็อตปรับระดับแล้วไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ยาวเกินกว่าระดับต่ำสุดของ SUPPORT

- 5.5. อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมสามารถยึดกับโครงเหล็กหรือคอนกรีตได้อย่างมั่นคง โดยท่อลมสามารถยึดและหัดตัวได้อย่างปลอดภัย
- 5.6. ท่อในแนวนอนหังงอขึ้นแนวดิ่งต้องมี SUPPORT รับน้ำหนักท่อใกล้ช่องรับท่อในแนวนอนและแนวดิ่ง
- 5.7. ห้ามใช้ SLEEVE เป็นตัวรองรับน้ำหนักโดยเด็ดขาด
- 5.8. อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลม จะต้องประกอบและทาสีมาจากโรงงาน
- 5.9. ที่รองรับท่อลม (DUCT SUPPORTS) สำหรับท่อลมที่เดินตามแนวนอน และมีขนาดเล็กกว่า 54 นิ้ว จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 8 ฟุต ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก 4 ฟุต ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมา ต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอ และให้ทาสีกันสนิม RED IRON OXIDE 2 ชั้น ถ้าปรากฏแก่สายตาทั่วไปให้ทาทับด้วยสีน้ำมันอีก 2 ชั้น โดยมีสีตามที่อยู่ออกแบบงานสถาปัตยกรรม/ตกแต่งภายในกำหนด ก่อนใช้แขวนหรือรองรับท่อทุกครั้ง
- 5.10. อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลม ซึ่งติดตั้งภายในอาคารตามบริเวณทั่ว ๆ ไป ที่ไม่มีความชื้นและกัดกร่อนจะต้องทาสีด้วย RED LEAD PRIMER 2 ชั้น และทาทับด้วยสี ALKYD GREY FINISHING PAINT อีก 1 ชั้น นี้อต สกรู และแหวนปริงจะต้องเป็น CADMIUM PLATE STEEL
- 5.11. อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคาร แต่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ชื้น และถูกกัดกร่อนได้ง่าย (เช่น ห้องแบตเตอรี่, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องปรับอากาศ, ห้องครัวและห้องซักรีด เป็นต้น) จะต้องทาด้วย EPOXY RED LEAD PRIMER 2 ชั้น และทาทับด้วยสี EPOXY BLACK FINISHING PAINT อีก 1 ชั้น
- 5.12. ถ้าอุปกรณ์เหล็กยึด เหล็กแขวนและรองรับท่อลมปรากฏแก่สายตาให้ทาทับด้วยสีน้ำมันอีก 2 ชั้น โดยมีสีตามที่อยู่ออกแบบงานสถาปัตยกรรม/ตกแต่งภายในกำหนดก่อนใช้แขวนหรือรองรับท่อทุกครั้ง
- 5.13. หลังจากการติดตั้งระบบท่อลมทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง

หมวดที่ 6 การหุ้มฉนวนท่อน้ำ ท่อลมเครื่องจักรและอุปกรณ์ MECHANICAL INSULATION

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ท่อน้ำเย็นและท่อน้ำทิ้งต้องได้รับการทดสอบรอยรั่วก่อนหุ้มฉนวน
- 1.2 การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นจะต้องหุ้มห่อตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินลอด ที่สวมสอดท่อ ตามข้อต่อหน้าแปลน และวาล์วต่าง ๆ ฉนวนจะต้องหุ้มให้แนบติดผิวท่อไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน
- 1.3 ฉนวนที่ใช้หุ้มอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นซึ่งอาจจะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (COLD SURFACE) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อ

2. คุณสมบัติของฉนวนที่ใช้ท่อน้ำเย็น ท่อน้ำร้อน ท่อน้ำทิ้ง

- 2.1 ฉนวนหุ้มท่อ จะต้องใช้เป็น CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION ซึ่งไฟไม่ลาม (SELF EXTINGISHING) หรือ HALOGEN-FREE CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION
- 2.2 ฉนวนที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการต่อไปนี้

คุณสมบัติ	ความต้องการ
FIRE RATING	ไฟดับได้เองตาม ASTM D635, BS 476
สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (THERMAL CONDUCTIVITY)	ไม่เกิน $0.26 \text{ BTU} \cdot \text{IN} / \text{FT}^2 \cdot \text{HR} \cdot ^\circ\text{F}$ ($0.0375 \text{ W} / \text{M} \cdot ^\circ\text{K}$) อุณหภูมิเฉลี่ย -75°F
WATER ABSORPTION	ASTM D1056
WATER VAPOR PERMEABILITY	ตาม ASTM C355
LINEAR SHRINKAGE	ตาม ASTM C534
ความหนาแน่น	3-6 ปอนด์/ลบ.ฟุต

3. ขนาดความหนาของฉนวน

ขนาดหนาของฉนวนที่ใช้หุ้มท่อน้ำขนาดต่าง ๆ จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ดังนี้

ขนาดท่อน้ำเย็น	ขนาดความหนาของฉนวน
25 มม. (1 นิ้ว) และเล็กกว่า	25 มม. (1 นิ้ว)
32 มม. (1 1/4 นิ้ว) - 100 มม. (4 นิ้ว)	32 มม. (1 1/2 นิ้ว)
125 มม. (5 นิ้ว) - 200 มม. (8 นิ้ว)	40 มม. (1 1/2 นิ้ว)
250 มม. (10 นิ้ว) และใหญ่กว่า	50 มม. (2 นิ้ว)

ท่อน้ำทิ้งใช้ฉนวนหนา

40 มม. (1 1/2 นิ้ว) และเล็กกว่า

20 มม. (3/4 นิ้ว)

50 มม. (2 นิ้ว) และใหญ่กว่า

25 มม. (1 นิ้ว)

เครื่องสูบน้ำ

40 มม. (1 1/2 นิ้ว)

CHILLER COOLER

50 มม. (2 นิ้ว)

4. การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อน้ำ

- 4.1 ท่อน้ำทุกท่อที่ต้องการหุ้มฉนวน จะต้องผ่านการทดสอบจนแน่ใจว่าไม่มีรอยรั่วก่อน จึงจะทำการหุ้มฉนวน การหุ้มฉนวนต้องหุ้มให้ทั่วถึงไม่เฉพาะตัวท่อเท่านั้น แต่คลุมตลอดไปถึงหน้าแปลน ข้อต่อ FLEXIBLE CONNECTION ท่อส่วนที่ลอดผ่าน SLEEVE หรือ GUIDE และอื่น ๆ ของระบบด้วย
- 4.2 ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ PREFORMED TUBE หรือแบบ SHEET โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ ซึ่งรอยต่อของฉนวนจะต้องไม่มีรอยพับหรือรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบท่อน้ำ และรอยต่อจะต้องไม่เป็นรอยบากรูปตัววี
- 4.3 ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี ไม่มีคราบน้ำปูน สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่ จะทำให้ผิวขรุขระ รอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ
- 4.4 ใช้กาวตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนติดให้สนิทไม่มีรอยปริ รอยต่อจะต้องได้แนวเรียบร้อยไม่เอียง หรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องทาทำให้ผิวฉนวนติดสัมผัสกับผิวอุปกรณ์ ไม่ให้มีโพรงอากาศ
- 4.5 ฉนวนที่หุ้มแล้ว จะต้องมีความตึงพอดีไม่หย่อน หรือตึงจนสังเกตได้ชัด
- 4.6 ตรงส่วนของท่อที่รองรับด้วยที่แขวนท่อหรือรองรับท่อ ให้ใช้ฉนวนเนื้อแข็งที่เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับฉนวนหุ้มท่อ ขึ้นรูปเข้ากับท่อสำเร็จมาจากโรงงาน และความหนาเท่ากับฉนวนที่ใช้หุ้มตัวท่อ จากนั้นจึงหุ้มชนด้วยฉนวน CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION โดยรอบ และต้องรองรับข้างใต้ด้วยแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. ม้วนเป็นวงครึ่งวงกลมมีความยาวตามแนวท่อยาวกว่าความยาวของฉนวนรองออกไปข้างละ 3 ซม.
- 4.7 ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ฉีกขาด ผิวถลอก หรือสกปรกจะถูกตัดทิ้งไม่อนุญาตให้นำมาใช้ในการติดตั้ง โดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อ และอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วแต่ได้รับความเสียหายมีรอยถลอก รอยกรีด ฉีกขาด หลายแห่ง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะ ช่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- 4.8 ให้ผู้รับจ้างตรวจสอบกับผู้ผลิตว่าความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อน้ำ ในกรณีที่ท่อน้ำเย็นเดินอยู่นอกอาคารผ่านบริเวณที่มีความชื้นสูงเป็นพิเศษก่อนทำการติดตั้ง ถ้าฉนวนมีความหนาไม่เพียงพอให้ผู้รับจ้างเลือกฉนวนที่มีความหนามากกว่าที่ระบุไว้ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- 4.9 ท่อที่หุ้มฉนวนที่บริเวณต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ให้หุ้มทับด้วยพลาสติกอลูมิเนียมความหนา 0.5 มม.
 - ท่อติดตั้งภายนอกอาคาร
 - ท่อเดินลอยที่ปรากฏแก่สายตา

- 4.10 การหุ้มฉนวนท่อน้ำภายในอาคารให้หุ้มด้วยฉนวน CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION ดังกำหนดข้างต้นและผู้รับจ้างต้องรับประกันและแก้ไขปัญหาใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับฉนวนท่อน้ำนี้เป็นเวลา 5 ปีนับแต่วันส่งมอบงาน

5. ฉนวนหุ้มท่อลม

ทางเลือกที่ 1 ฉนวนใยแก้ว

- 5.1 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 BTU-IN/HR-SQ.FT- F
- 5.2 การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (BLANKET TYPE) มีความหนา และความหนาแน่นเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด CONDENSATION ได้ และต้องไม่น้อยกว่า 1” และ 1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต ตามลำดับ ปะทับหลังด้วยแผ่นกระดาษ KRAFT ซึ่งมีผิวด้านนอกเป็นอลูมิเนียมพอยด์ชนิดไม่ลามไฟได้ ทำหน้าที่เป็น VAPOR BARRIER

ทางเลือกที่ 2 ฉนวน EPDM หรือ PE FOAM

- 5.3 ฉนวนหุ้มท่อลม จะต้องใช้เป็น CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION ซึ่งไฟไม่ลาม (SELF EXTINGISHING) หรือ HALOGEN-FREE CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION หรือ PE FOAM ที่เคลือบด้วย ALUMINIUM FOIL หุ้มอยู่ภายนอกโดยรอบจากโรงงานผู้ผลิต ฉนวนที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการต่อไปนี้
- ค่าการนำความร้อน (THERMAL CONDUCTIVITY) ไม่เกิน 0.034 W/M^o K (ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 23 °C) ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM C518
 - ความหนาแน่น 25-48 Kg/m³
 - ค่าการดูดซึมน้ำ (WATER ABSORPTION) ไม่เกิน 0.2% โดยปริมาตร ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM C1763
 - ค่าการแทรกซึมความชื้น(WATER VAPOUR PERMEABILITY) 2.3 X10⁻¹⁵ KG/PA.S.M ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM E96
 - ค่าการลามไฟ (FLAME SPREAD INDEX) มีค่าไม่เกิน 25 ตามมาตรฐาน ASTM E 84
 - ค่าปริมาณควัน (SMOKE DEVELOPED INDEX) มีค่าไม่เกิน 50 ตามมาตรฐาน ASTM E 84
 - ค่าการติดไฟ CLASS 0 (BS 476 PART 6,7)
- 5.4 การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลมที่ใช้เป็น EPDM หรือ PE FOAM เคลือบด้วย ALUMINIUM FOIL มีความหนา และความหนาแน่นเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด CONDENSATION ได้และต้องไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว

6. การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม

- 6.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมดจะต้องหุ้มฉนวนใยแก้ว ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (RETURN AIR CHAMBER) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดาน และในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น RETURN AIR CHAMBER จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็นไม่ต้องหุ้มฉนวนยกเว้นท่ออากาศที่ผ่านการทำความเย็นเบื้องต้นโดยผ่านคอยล์เย็นแล้ว (PRE-COOLED FRESH AIR) จะต้องหุ้มฉนวน และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวน ยกเว้นที่เดินอยู่ในช่องลมกลับและท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ
- 6.2 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลมต้องทำความสะอาดแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง จะต้องอุดตามตะเข็บ และทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อนด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ ตรงรอยต่อของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) สำหรับท่อลมที่มีมิติใดมิติหนึ่งเกินกว่า 24" ต้องคาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียม หรือพลาสติกขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนใยแก้วที่หุ้มท่อลมทุก ๆ ระยะ 1.2 เมตร และถ้ามีมิติใดมิติหนึ่งเกินกว่า 30 นิ้ว จะต้องเพิ่มหมุดยึดฉนวนทุก ๆ ระยะ 0.40 เมตร และวางห่างจากด้านข้างท่อลมไม่เกิน 0.20 เมตร ป้องกันไม่ให้ฉนวนใต้ท่อลมตกแอ่นลง การคาดแถบสายรัดจะต้องทำทันทีหลังจากการหุ้มฉนวนท่อลมแต่ละช่องเสร็จสิ้นลง และจะต้องติดตั้งฉากที่ทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี หรืออลูมิเนียมป้องกันตรงมุมท่อลมไม่ให้สายรัดขาด ALUMINIUM FOIL ของฉนวนฉนวนฉีกขาด ส่วนฉลอกฉีกขาดของ ALUMINIUM FOIL จะต้องปิดซ่อมด้วย เทปอลูมิเนียม
- 6.3 ทุก ๆ จุดที่แขวนรองรับท่อลมจะต้องใช้ยึดขั้มบอร์ดนขนาดกว้าง 15 ซม. (6 นิ้ว) หนาอย่างน้อย 6 มิลลิเมตร หรือแผ่นสังกะสีพับหนาไม่น้อยกว่า 0.50 มม. รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบนจากการแขวน

7. การหุ้มฉนวนภายในท่อลม

- 7.1 พื้นที่ต่อไปนี้ต้องหุ้มฉนวนภายในท่อลม
 - ภายในชุดท่อลมแบบ TRANSFER AIR GRILLE
 - พื้นที่หรืออุปกรณ์อื่นๆตามที่ระบุหรือกำหนดในแบบ
- 7.2 ฉนวนสำหรับการหุ้มภายในท่อให้ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดแข็ง (RIGID TYPE) มีความหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว สำหรับท่อลม และไม่น้อยกว่า 2 นิ้วสำหรับกล่องลม (AIR CHAMBER OR AIR PLENUM) มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 3 ปอนด์ / ลบ.ฟุต จากนั้นหุ้มด้วยผ้าใยแก้ว (GLASS CLOTH)

8. การหุ้มฉนวนท่อระบายควันจากครัว

- 8.1 การหุ้มฉนวนท่อระบายควันให้หุ้มตลอดทั้งเส้นท่อระบายควันนับจากจุดที่ออกจากพัฒนาไปจนถึงจุดปล่อยควันออก
- 8.2 ฉนวนสำหรับการหุ้มท่อระบายควันจากครัวให้เป็นฉนวนใยแก้ว (FIBERGLASS) ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 10.48 BTU-IN/HR-SQ.FT-°F
- 8.3 แผ่น ALUMINIUM FOIL ต้องประกอบด้วยฟอยล์ด้านนอก, ฟอยล์ด้านใน, กระดาษคราฟ, เส้นใยไฟเบอร์กลาสส์เสริมแรงซึ่งทั้งหมดถูกยึดเข้าด้วยกันตามกรรมวิธีการผลิต ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ติดไฟและมีคุณสมบัติเทียบเท่าไม่ต่ำกว่า ACI SISALATION 431 หรือ FLAME STOP 524

หมวดที่ 7 งานท่อลมจากโลหะ

1. ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1.1. ข้อกำหนดทั่วไป

- ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี มีความหนา วิธีการประกอบและการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE STANDARD
- ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่น ๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง
- ข้อโค้งงอ ต้องเป็นแบบ FULL RADIUS และมีรัศมีมีความโค้งที่กลางท่อน้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (MITRE BEND) มี TURNING VANE ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (ROUND DUCT) อาจใช้ ROUND FLEXIBLE DUCT ขนาดเดียวกันแทนได้
- ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ CROSS BREAK หรือ BEADED หรือ REINFORCED และทุกทางแยกของท่อลม (BRANCH DUCT) จะต้องติดตั้ง SPLITTER DAMPER หรือ VOLUME DAMPER ณ จุดแยกท่อ
- ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้น หรือกำแพงต้องมีวงกบ (DUCT SLEEVE) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ หรือติดไฟแต่ไม่ลุกลาม หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน
- ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตา ต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวด การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
- ท่อลมที่ต่อกับพัดลม และเครื่องปรับอากาศ ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE DUCT CONNECTION) ทำด้วยวัสดุ FIBER GLASS CLOTH เคลือบด้วย NEOPRENE หรือ POLYESTER ชนิด FIRE RETARDANT ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่องข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว)

- รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (TRANSVERSE JOINT) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวภายนอก และ/หรือ ภายในท่อลมด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟ รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลับอ่อนกับท่อลมอ่อน หรือท่อลม กลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียด หรือใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อท่อลมผลิตขึ้น สำหรับใช้ ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- จะต้องมีช่องเปิดบริการ (ACCESS DOOR) ติดตั้งที่ด้านข้าง หรือด้านใต้ท่อลมขนาดประมาณ 300 มิลลิเมตร X 300 มิลลิเมตร (12 X 12 นิ้ว) ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิดบริการ FIRE DAMPER ทุกชุด SPLITTER DAMPER และ VOLUME DAMPER ที่มีขนาดในโตกว่า 1.0 ตารางเมตร ทุกชุด ACCESS DOOR จะต้องเป็นแบบบานพับ (HINGE) มี SASH LOCK อย่างน้อยสองตัว มีขอบ เป็นรูปหน้าแปลนและมีประเก็น NEOPRENE ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศ รั่ว และ ACCESS DOOR ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกันที่ใช้หุ้มท่อลม
- ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่อการตรวจสอบ และบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิด ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างงานฝ้าหรืองานสถาปัตย์
- สกรู (SCREW) สลักเกลียว (BOLT) น็อต (NUT) และหมุดย้ำ (RIVET) ที่ใช้กับงานท่อลม จะต้องทำ ด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม
- ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (INSTRUMENT INSERT HOLES) ท่อลม หรือ PLENUM ส่วนใดที่ติดตั้ง PITOT TUBES หรือ เครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศ และ BALANCE ระบบลม นั้น ต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนด หรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วย ฉนวน หรืออุดด้วยยาง และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด

1.2. วัสดุท่อลม

- ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลม หรือท่อรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสีปริมาณ สังกะสีที่อาบเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.50-2538 หรือเป็นไปดังต่อไปนี้ คือ

ความหนาแผ่นเหล็ก (มิลลิเมตร)	ปริมาณสังกะสีที่ชุบ (กรัม/ตารางเมตร)
> 0.39	> 220
> 0.47 < 1.27	> 275
> 1.58	> 275

ถ้ารอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาทับด้วย ZINC CHROMATE และทาสีภายนอก

- แผ่นโลหะ (SHEET METAL) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี ความหนาของแผ่นโลหะ น้ำหนักของสังกะสีที่ชุบ ขนาดและระยะห่างของเหล็กเสริมความแข็งแรงของท่อลมต้องเป็นไปตามที่

ระบุในแบบโดยเคร่งครัด การเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษอาจจำเป็นขึ้นอยู่กับลักษณะการแขวน และรองรับท่อลม ความหนาแน่นของแผ่นโลหะขึ้นอยู่กับความกว้างของท่อลมดังต่อไปนี้

LARGEST DIMENSION	GAUGE NO. ตามที่ระบุในแบบ
12" AND LESS	NO.26
13" TO 30"	NO.24
31" TO 54"	NO.22
55" TO 84"	NO.20
85" AND ABOVE	NO.18

- ท่อลมแบบกลมชนิด FLEXIBLE DUCT จะต้องทำด้วย ALUMINIZED INNER CORE, DOUBLE LAMINATION OF POLYESTER ENCAPSULATING A COATED SPRING STEEL WIRE HELIX, COMPLY WITH THE REQUIREMENTS OF UL181 NFPA90 ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ท่อลมกลม สามารถทนความดันลมได้ไม่เกินกว่า 2.45 KPA (10" WG) และทนความร้อนได้ถึง 82 องศาเซลเซียส (180 องศาฟาเรนไฮต์)
- ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก HOOD ของครัว (KITCHEN EXHAUST DUCT)
 - ท่อลมระบายอากาศจากครัวจะมีแนวทาง รูปร่างและขนาดดังที่แสดงไว้ในแบบ ซึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ของผู้ผลิตเครื่องครัวแต่ละยี่ห้อ
 - ท่อลมสำหรับระบายอากาศจากครัวจะต้องเดินแยกต่างหากจากท่อลมประเภทอื่นๆและห้ามมิให้ต่อท่อลมประเภทอื่นใดเข้ากับท่อระบายอากาศจากครัว
 - ท่อลมประกอบขึ้นรูปจากแผ่นสังกะสีที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร โดยใช้วิธีต่อตะเข็บตามแนวยาว (LONGITUDINAL SEAM) ด้วยวิธีเชื่อมเท่านั้น เพื่อเตรียมท่อเป็นท่อนๆตามความยาวของสังกะสีที่นำมาเชื่อม จากนั้นให้ต่อท่อแต่ละท่อนเข้าด้วยกันโดยใช้หน้าแปลน (FLANGE CONNECTION)
 - การเดินท่อลมต้องให้มีความลาดเอียงในแนวนอนไม่น้อยกว่า 1:500 ที่จุดต่ำสุดของท่อลม โดยเฉพาะบริเวณปลายด้านล่างสุดของท่อในแนวตั้งให้ติดตั้งท่อเหล็กชุบสังกะสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2-1/2 นิ้ว (65 มิลลิเมตร) ซึ่งส่วนปลายติดตั้ง BALL VALVE ขนาดเท่ากันอยู่เพื่อใช้ในการปิดเปิดระบายไขมันในท่อทิ้ง นอกจากนี้ในส่วนที่ท่อเปลี่ยนระยะในแนวนอนอย่างกะทันหัน ให้ติดตั้ง ACCESS DOOR เพื่อให้สามารถเปิดเพื่อการระบายไขมันหรือเข้าไปทำความสะอาดภายในท่อได้

- การติดตั้ง และอุปกรณ์แขวนและรองรับท่อระบายอากาศจากห้องครัว และวัสดุอุดรอยรั่วให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต และมาตรฐานที่เทียบเท่ากันสำหรับท่อลมปกติ

1.3. ท่อลมทนไฟ (FIRE RATED DUCT)

- ระบบท่อลมที่ใช้งานขณะเกิดอัคคีภัย เช่น ระบบระบายควัน (SMOKE EXHAUST), ระบบอัดอากาศในขณะเกิดเพลิงไหม้ (PRESSURIZED SYSTEM), ระบบระบายควันสำหรับห้องครัว (KITCHEN SMOKE EXHAUST) ต้องเป็นระบบท่อลมทนไฟที่ได้รับการทดสอบและรับรองตามมาตรฐาน BRITISH STANDARD หรือ UL
- ท่อลมทนไฟต้องสร้างตามมาตรฐาน DW142/DW144 หรือ SMACNA โดยเป็นสังกะสีที่มีความหนาอย่างน้อย 0.8 มิลลิเมตร และหุ้มด้วยฉนวนที่ทำจากใยแร่ (MINERAL WOOL, NON-ASBESTOS) ชั้นเดียว โดยมีความหนา 90 มิลลิเมตร และมีความหนาแน่น 165 KG/M3
- ระบบท่อลมทนไฟต้องได้รับการทดสอบเท่านั้น (ไม่ยอมรับการประเมินผล) ตามมาตรฐาน BS476 PART 24 TYPE A AND TYPE B : 1987 โดยทดสอบกับสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นองค์กรอิสระ เช่น LPC เพื่อให้ได้ความสามารถในการทนไฟอย่างน้อย 120 นาที โดยท่อลมจะต้องไม่เสียรูปร่าง (STABILITY), ไม่มีรอยรั่วทำให้ความร้อนวิ่งเข้าท่อลม (INTEGRITY) และยังคงความเป็นฉนวนไม่ให้อุณหภูมิในท่อลมสูงเกินไป (INSULATION) โดยต้องผ่านเงื่อนไขทั้งหมด ตามมาตรฐาน BS 476 PART 24, CLAUSE 9.1 และจะต้องแนบผลการทดสอบมาด้วย
- ฉนวนท่อลมทนไฟต้องมีคุณสมบัติไม่ติดไฟ ตามมาตรฐาน BS476 PART 4 และมี WATER REPELLENT น้อยกว่า 0.02% โดยปริมาตร ณ ความชื้นสัมพัทธ์ 95%
- ฉนวนจะต้องปิดผิวภายนอกด้วยอลูมิเนียมพอยด์ที่มาจากผู้ผลิตฉนวนทนไฟ โดยต้องมีคุณสมบัติไม่ลามไฟ ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS 476 PART 7, CLASS "O"
- วิธีการติดตั้งให้ใช้ STUD WELDING PINS และกาวทนไฟโดยจะต้องมาจากผู้ผลิตรายเดียวกัน การเก็บรอยต่อฉนวนให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งของผู้ผลิต วัสดุที่ใช้สำหรับอุดรอยรั่วต่างๆ จะต้องเป็นมีคุณสมบัติทนไฟเทียบเท่าหรือดีกว่าโครงสร้างที่อยู่ติดกัน
- อุปกรณ์ที่ใช้ยึดและแขวนท่อลมทนไฟทั้งหมด จะต้องทนไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ฉนวนที่ใช้หุ้มท่อลมทนไฟทำจากใยแร่ (MINERAL WOOL) ซึ่งผ่านการทดสอบและการรับรองจากมาตรฐาน BS 5422 : 1990 และ BS 5970 : 1992 ระบบบริหารคุณภาพตามมาตรฐาน BS EN ISO 9001 : 1994

- ผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้ ต้องไม่มีอันตรายต่อร่างกาย (NON-ASBESTOS) และสิ่งแวล้อม (NO CFCS OR HCFC)

1.4. DAMPER

- SPLITTER DAMPER จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดความหนาตามเบอร์เก็ทหนากว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นเหล็กทาสี (PUSH ROD) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
- VOLUME DAMPER เป็นแบบเดี่ยว (SINGLE BLADE) หรือหลายใบ (MULTI BLADE) โดยใบปรับแต่ละใบของ MULTI BLADE จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลม แต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ BALANCE TYPE ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร (16 GAUGE) ขอบใบพับรอย (HEMMED) เป็นแบบ INTERLOCKING EDGE แกนปรับใบ (DAMPER ROD) จะต้องมียลายด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถังลอดผ่าน BEARING PLATE ชนิดที่เป็น LEVER TYPE LOCKING DEVICE แกนใบจะต้องมี NYLON PUSHING หรือ BRONZE BEARING SLEEVE รองรับ DAMPER ที่มีหลายใบจะต้องจัดใบเป็นแบบ OPPOSED BLADE และจะต้องได้รับการทดสอบที่เป็นไปตามมาตรฐานจากสถาบันที่มีชื่อเสียง เช่น AMCA
- FIRE DAMPER จะต้องทำขึ้นและติดตั้งโดยสอดคล้องตามมาตรฐาน NFPA 90A และต้องติดตั้งที่แนวกำแพง และขาพท์ต่างๆต่อกับท่อลมที่เดินทะลุผ่านรวมทั้งที่พื้นคอนกรีตที่ท่อลมทะลุผ่านทุกๆจุดภายในผนังหรือพื้นทนไฟไม่ว่าจะมีระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม

ตัวเรือน (CASING) และใบทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีทั้งโครงสร้าง ความหนาเทียบเท่า หรือไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตรมีอัตราการทนไฟ สำหรับผนังทนไฟน้อยกว่า หรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องไม่น้อยกว่า 1 ½ ชั่วโมง และสำหรับผนังทนไฟมากกว่า 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง และจะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีชื่อเสียง เช่น UL (UL 555 LISTED) FUSIBLE LINK ของ FIRE DAMPERS เป็นชนิดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส (165 องศาฟาเรนไฮต์) ที่เพดานทุกจุดที่มีลิ้นกันไฟติดตั้งอยู่ จะต้องมียช่องบริการขนาดไม่น้อยกว่า 0.60 X 0.60 ตารางเมตร ติดตั้งไว้ใกล้ๆ เสมอ เพื่อสามารถขึ้นดูแลรักษาได้ และที่ท่อลมจะต้องมีช่องเปิดชนิด AIR TIGHT เพื่อเข้าเปลี่ยน FUSIBLE LINK ได้

- LOW LEAKAGE VOLUME DAMPER ทำด้วยเหล็กแผ่นที่มีลักษณะเป็น AIR FOIL BLADEจะต้องมีความหนาของใบไม่น้อยกว่า 14 GAGE (2 MM) และได้รับการทดสอบการรั่วซึมในขณะที่ปิด โดยจะต้องรั่วไม่เกินค่าต่อไปนี้

MAX.LEAKAGE	AT 250 PA	AT500 PA
L/S M ²	23	30

- ทั้งนี้การทดสอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 500
- SMOKE DAMPER
 - ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันจะต้องติดตั้งภายในท่อลมซึ่งใช้กับระบบระบายควัน (SMOKE EXHAUST SYSTEM) ทำหน้าที่ป้องกันหรือควบคุมการแพร่กระจายของควันที่เกิดจากเพลิงไหม้ ชุดแผ่นปรับลมป้องกันจะต้องสอดคล้องตามมาตรฐาน NFPA 90A, 92A, 92.
 - ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันจะต้องมีความสามารถในการป้องกันการรั่วของควันได้เป็นอย่างดีผ่านการรับรองตามมาตรฐาน AMCA และ UL555S LEAKAGE RATING OF CLASS I มอเตอร์ที่ให้เป็น มอเตอร์ที่ผ่านการทดสอบและรับรอง (UL LISTED) จากสถาบัน UL สำหรับใช้งานกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันโดยเฉพาะ สามารถทำงานได้ที่ อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 250 องศาฟาเรนไฮต์ (121 องศาเซลเซียส) ต้องติดตั้งและทดสอบมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันมาจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน UL555S
 - ใบ (BLADE) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีชนิด AIR FOIL BLADE ซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 14 GAGE (2 MM) เสริมความแข็งแรงตลอดความยาวใบมีแกนยึดใบชนิดป้องกันการหลุดลื่นออกของใบ ปลายใบติดตั้งปะเก็นกันรั่วผลิตจากวัสดุยางสังเคราะห์ (SILICONE RUBBER) ยึดติดอยู่อย่างถาวรกับใบ
 - COMBINATION FIRE AND SMOKE DAMPER
 - ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันจะต้องติดตั้งภายในท่อลมซึ่งใช้กับระบบระบายควัน (SMOKE EXHAUST SYSTEM) ทำหน้าที่ป้องกันหรือควบคุมการแพร่กระจายของควันที่เกิดจากเพลิงไหม้ ชุดแผ่นปรับลมป้องกันจะต้องสอดคล้องตามมาตรฐาน NFPA 90A, 92A, 92.
 - ชุดแผ่นชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟ และควันจะต้องมีความสามารถในการป้องกันการรั่วของควันได้เป็นอย่างดีผ่านการรับรองตามมาตรฐาน AMCA และ UL555-UL555S LEAKAGE RATING OF CLASS I มอเตอร์ที่ให้เป็น มอเตอร์ที่ผ่านการทดสอบและรับรอง (UL LISTED) จากสถาบัน UL สำหรับใช้งานกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟ และควันโดยเฉพาะ สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 250 องศาฟาเรนไฮต์ (121 องศาเซลเซียส) ต้องติดตั้งและทดสอบมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันมาจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน UL555S
 - ใบ (BLADE) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟและควัน ทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีชนิด AIR FOIL BLADE ซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 14 GAGE (2 MM) เสริมความแข็งแรงตลอดความยาวใบ มีแกนยึดใบชนิดป้องกันการหลุดลื่นออกของใบ ปลายใบติดตั้งปะเก็นกันรั่วผลิตจากวัสดุยางสังเคราะห์ (SILICONE RUBBER) ยึดติดอยู่อย่างถาวรกับใบ

- COUNTERWEIGHT RELIEF DAMPER
- COUNTERWEIGHT RELIEF DAMPER จะใช้สำหรับควบคุมความดันในระบบบันไดหนีไฟ โดยสามารถตั้งค่าความดันแตกต่างไม่ต่ำกว่า 40 PA.
- COUNTERWEIGHT RELIED DAMPER จะ ต้องทำ มา จาก ALUMINUM และ มี COUNTERWEIGHT ที่มีลักษณะ เป็น SPRING เพื่อสามารถปรับค่าที่แน่นอนตามความดันที่ ต้องการในระบบ
- COUNTERWEIGHT RELIED DAMPER จะต้องได้รับการทดสอบที่เป็นไปตามมาตรฐานจาก สถาบันที่มีชื่อเสียง เช่น AMCA

1.5. อุปกรณ์ลดเสียง (SOUND ABSORBER)

- หากต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงอุปกรณ์ลดเสียง จะต้องมีการสร้างตามที่แสดงไว้ในแบบและ รายละเอียด ความเร็วลมที่ผ่านอุปกรณ์ลดเสียงต้องไม่เกิน 15 เมตรต่อวินาที (3,000 ฟุตต่อวินาที)
- ก่อ (CASING) ของอุปกรณ์ลดเสียงพับทำขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ขนาดความหนาใช้เบอร์เกจ์ เดียวกันกับท่อลมที่ต่ออยู่ด้วยกัน แต่จะไม่บางกว่า 0.7 มิลลิเมตร
- วัสดุดูดกลืนเสียง เป็นวัสดุพวกใยแก้ว ผิวของวัสดุดูดกลืนเสียงที่อยู่ในทางผ่านของลม (AIR FLOW PASSAGE) จะต้องเคลือบผิวด้วยNEOPRENE และมีตาข่ายอลูมิเนียม หรือเหล็กชุบสังกะสีเป็นตาราง ขนาดประมาณ 8 X 8 มม. ปิดทับ

1.6. ความสะอาดท่อลม

- ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ใน ระบบท่อลม
- ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (PORTABLE FAN) หรือพัดลมของ เครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่น หรืออุปกรณ์ที่สามารถจับเศษ ฝุ่นผงออกจากท่อลมให้หมด
- ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศ จะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำ ความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าหน้าที่โครงการ

หมวดที่ 8 หน้ากากลมและแผงกรองอากาศ

1. หน้ากากลม

- 1.1. ตำแหน่งหน้ากากลมต่าง ๆ ให้พิจารณาตำแหน่งติดตั้งจริงจากแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบตกแต่งภายในประกอบ และหากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้สีของหน้ากากตามลักษณะของฝ้าเพดาน ดังนี้
 - ฝ้าสีขาว ใช้หน้ากาก POWDER COAT สีขาว
 - ฝ้าสีไม้ ใช้หน้ากาก POWDER COAT สีดำ
 - ฝ้าโลหะ ใช้ NATURAL ALUMINIUM ANODIZED
 - ฝ้าเทา, ดำ ใช้หน้ากากสีดำ
- 1.2. หัวจ่ายลมแบบ CEILING DIFFUSER ไม่ว่าจะ เป็นแบบกลม หรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุ ในแบบทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM, REMOVABLE CORES ติดตั้งแบบฝ้าเพดานแบบ FLUSH MOUNT หรือด้านขอบ หน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น SURFACE MOUNT มี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลม สามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 1.3. หน้ากากแบบ SUPPLY AIR REGISTER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้ง ในแนวตั้ง และแนวนอน (DOUBLE DEFLECTION) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละ ใบโดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวนอน (ADG-H) ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้ง จะต้องมี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 1.4. หัวจ่ายลมแบบ LINEAR SLOT DIFFUSER ทำด้วย EXTRUDE ALUMINIUM มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลาย ช่อง ต้องมีขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- 1.5. หน้ากากลมกลับแบบ (RETURN AIR GRILLE) ทำด้วย EXTRUDE ALUMINIUM มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากาก ในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา
- 1.6. หน้ากากลมกลับแบบ TRANSFER มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังหน้า ต้องมีหน้ากาก ติดตั้งสองด้านของผนัง
- 1.7. หน้ากากลมบริสุทธิ์ (FRESH AIR GRILLE) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ แต่จะเป็นชนิด RAIN TIGHT พร้อมทั้งมี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถ ปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 1.8. OUTSIDE AIR LOUVER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM มีใบยึดติดแน่นกับโครงแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาด ความหนาของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า 5 ตาราง เซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วย สารกันน้ำทั้งสองด้าน
- 1.9. หน้ากากลมระบายอากาศ (EXHAUST AIR GRILLE) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งที่ผนัง ภายนอก อาคารจะต้องเป็นชนิด RAIN TIGHT ด้วย

2. ระบบกรองอากาศ (AIR FILTRATION SYSTEM)

2.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศตามรายละเอียดที่ปรากฏในแบบรายการและตามข้อกำหนดที่จะกล่าวต่อไปนี้ แผงกรองอากาศต้องอยู่ในสภาพดีในขณะทำการติดตั้ง ทดสอบและส่งมอบ แผงกรองอากาศที่ใช้ทดสอบจะต้องเป็นคนละชุดกับที่ใช้ส่งมอบ ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงกรองอากาศสำหรับทดสอบในจำนวนที่เพียงพอ สำหรับชุดที่ส่งมอบ หากตรวจพบภายหลังว่าแผงกรองอากาศอันใดอันหนึ่งรั่วหรือฉีกขาด ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนอันใหม่ที่มีสภาพดีกว่าให้ทันที

2.2 ประเภทของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามการใช้งานดังนี้

(1) PRE FILTER ความหนา 1 นิ้ว

ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	PANEL FILTER
การใช้งาน	:	เป็น FILTER สำหรับเครื่องปรับอากาศ หรือ เครื่อง ส่งลมเย็นขนาดเล็กที่มีขนาดทำความเย็นไม่เกิน 17.5 กิโลวัตต์ (60 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 52.1

(2) PRE FILTER ความหนา 2 นิ้ว

ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	PANEL FILTER หรือ PLEATED TYPE
การใช้งาน	:	เป็น PRE-FILTER สำหรับเครื่องปรับอากาศ หรือ เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ที่มีขนาดทำความเย็น เกิน 17.5 กิโลวัตต์ (60 MBH) หรือ ใช้เป็นแผง กรองอากาศสำหรับระบายอากาศทั่วไป
MEDIA	:	SYNTHETIC FIBER ความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)
FACE VELOCITY	:	ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)
MEDIA VELOCITY	:	ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที (300 ฟุต/นาที)
INITIAL AIR PRESSURE DROP	:	ไม่เกิน 100 ปาสคาล (0.4 นิ้วของน้ำ)
FINAL AIR PRESSURE DROP	:	ไม่เกิน 250 ปาสคาล (1.0 นิ้วของน้ำ)
EFFICIENCY	:	ไม่น้อยกว่า 85% ARRESTANCE วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52.1

(3) MEDIUM EFFICIENCY FILTER

ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	EXTENDED SURFACE POCKET TYPE MEDIUM FILTER แบบ BOX หรือ BAG FILTER
การใช้งาน	:	เป็น SECONDARY FILTER สำหรับเครื่องส่ง ลมเย็นขนาดใหญ่
MEDIA	:	GLASS FIBER ความลึกไม่น้อยกว่า 550 มิลลิเมตร (22 นิ้ว)
FACE VELOCITY	:	ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)
INITIAL AIR PRESSURE DROP	:	ไม่เกิน 125 ปาสคาล (0.5 นิ้วของน้ำ)
FINAL AIR PRESSURE DROP	:	ไม่เกิน 255 ปาสคาล (1.02 นิ้วของน้ำ)
EFFICIENCY	:	ตามที่กำหนดไว้ในแบบที่กำหนดเป็น MERV (MINIMUM EFFICIENCY REPORTING VALUE) โดยวิธีวัดของ ASHRAE 52.2

(4) HIGH EFFICIENCY FILTER

ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	HEPA FILTER
การใช้งาน	:	เป็น FINAL FILTER สำหรับระบบจ่ายลม ตามที่ระบุในแบบ
MEDIA	:	FIRE RETARDANT GLASS FIBER ชนิด ละเอียดที่มี ALUMINIUM SEPARATOR โดย เลือกใช้ที่ความลึกของ MEDIA 1) ไม่น้อยกว่า 145 มิลลิเมตร (5 7/8 นิ้ว) 2) ไม่น้อยกว่า 290 มิลลิเมตร (11 1/2 นิ้ว)
CASING	:	GALVANIZED STEEL SHEET
GASKET	:	NEOPRENE RUBBER
RATED CAPACITY	:	1) ไม่น้อยกว่า 1,060 L/S (2,200 CFM) ที่ ความดัน INITIAL 250 ปาสคาล (1 นิ้วของ น้ำ) ที่ความลึก MEDIA ไม่น้อยกว่า 145 มิลลิเมตร (5 7/8 นิ้ว) 2) ไม่น้อยกว่า 2,118 L/S (4,400 CFM) ที่ ความดัน INITIAL 250 ปาสคาล (1 นิ้วของ น้ำ) ที่ความลึก MEDIA ไม่น้อยกว่า 290 มิลลิเมตร (11 1/2 นิ้ว)
TESTING	:	SCAN TESTED
EFFICIENCY	:	ไม่น้อยกว่า 99.97% DOP EFFICIENCY วัดที่ อนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52.1

(5) ACTIVATED CARBON FILTER

ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค

สินค้า	:	ถ่านกะลามะพร้าวแบบเกร็ด
เกรด	:	PHO 4 X 8
วิธีทดสอบ	:	ASTM
การใช้งาน	:	ใช้สำหรับการฟอกอากาศและดูดซับสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (TOTAL VOC)
คุณสมบัติทางกายภาพ	:	ข้อมูลจำเพาะ
ค่ากระจายตัวของอนุภาคถ่าน : +4 (4.75 มม.)	:	น้อยกว่า. 5%
(ASTM MESH / MM.) 4 X 8 (4.75 - 2.36 มม.)	:	มากกว่า 90%
- 8 (2.36 มม.)	:	น้อยกว่า. 5%
ค่าความหนาแน่น (G / CC)	:	มากกว่า 0.47
ความชื้น (% W / W) (ตามขนาดบรรจุ)	:	น้อยกว่า. 8
ค่าเถ้า (% W / W) (ตามขนาดบรรจุ)	:	น้อยกว่า. 3.5
ค่าความเป็น กรดต่าง (PH)	:	9-11
พื้นที่ผิว (M ² / G) (BET)	:	มากกว่า 1100
จำนวนไอโอดีน (MG / G) (AWWA B 604)	:	มากกว่า 1050
การดูดซับ CARBON TETRACHLORIDE (% W / W)	:	มากกว่า50 (ASTM 3467 - 88)
ค่าความแข็ง (%) (ASTM 3802 - 79)	:	มากกว่า 98
ขนาดบรรจุ	:	25 กก. / ถุง (บรรจุในกระสอบกระดาษคราฟท์ 4 ชั้นพร้อมโพลีไธนด้านใน) 500 กก. ในถุงจัมโบ้ที่มีรางจ่ายด้านล่างสามารถใช้ได้

(6) CHEMICAL FILTER

ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค

สินค้า	:	ถ่านกะลามะพร้าวแบบทรงกระบอก
รุ่น	:	TERRACARB
วิธีทดสอบ	:	ASTM
การใช้งาน	:	ใช้สำหรับการฟอกอากาศและดูดซับสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (TOTAL VOC)
คุณสมบัติทางกายภาพ	:	ข้อมูลจำเพาะ
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ TERRACARB	:	3.5 - 4.5 มิลลิเมตร
ค่าความหนาแน่น (G / L)	:	500 +/- 10%
ค่าความหนาแน่น (G / CC)	:	0.5 +/- 10%
ความชื้น (% W / W) (ตามขนาดบรรจุ)	:	น้อยกว่า 4
ค่าเถ้า (% W / W) (ตามขนาดบรรจุ)	:	น้อยกว่า 12

ค่าความเป็น กรดต่าง (PH)	:	NA
พื้นที่ผิว (M2/ G) (BET)	:	มากกว่า 1100
จำนวนไอโอดีน (MG / G) (AWWA B 604)	:	NA
การดูดซับ CARBON TETRACHLORIDE (% W / W)	:	มากกว่า 60 (ASTM 3467 - 88)
ค่าความแข็ง (%) (ASTM 3802 - 79)	:	มากกว่า 95
ความสามารถในการดูดซับ TOLUENE	:	มากกว่า 33% โดยน้ำหนัก
ความสามารถในการดูดซับ CHLORINE	:	มากกว่า 10% โดยน้ำหนัก
ความสามารถในการดูดซับ TRICHLOROETHANE	:	มากกว่า 20% โดยน้ำหนัก
ประสิทธิภาพการกรอง	:	มากกว่า 99.5%
ขนาดบรรจุ	:	30 ปอนด์ต่อกล่อง ขนาด 305X305X305 mm

2.3 โครงของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศที่นำมาประกอบกันเป็น FILTER BANK จะต้องใช้โครง (FRAME) ของแผงกรองอากาศที่เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของแผงกรองอากาศยี่ห้ออื่น ๆ ในกรณีที่มีแผงกรองอากาศมีจำนวนมาก โครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีการเสริมความแข็งแรง (STIFFENER) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต การเลือกโครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีขนาดเหมาะสมกับแผงกรองอากาศชนิดนั้น ๆ และต้องเลือกให้เหมาะสมกับที่ติดตั้งซึ่งรวมไปถึงความยากง่ายของการถอดหรือใส่ ซึ่งจะเป็นแบบ FRONT SERVICE เมื่อนำแผงกรองอากาศประกอบเข้ากับโครงแล้วจะต้องแนบสนิทไม่มีรอยรั่วของอากาศแต่ประการใด โครงของแผงกรองอากาศจะต้องเป็นแบบ SPRING LOADED TYPE

2.4 อุปกรณ์ประกอบ

(1) INCLINED MANOMETER

ใช้เป็น LOCAL INDICATOR วัดความดันลดของแผงอากาศ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง INCLINED MANOMETER ให้กับเครื่องส่งลมเย็นที่ติดตั้งในห้องเครื่องส่งลมทุกชุด มีช่วงสเกล 0 - 3 นิ้วของน้ำตามจำนวนและตำแหน่งที่ระบุในแบบ

(2) DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH ที่มีช่วงสเกล 0 - 500 ปาสคาล (0 - 2 นิ้วของน้ำ) ตามจำนวน และตำแหน่งที่ระบุในแบบเพื่อแสดงสถานะความดันลดของแผงกรองอากาศ สัญญาณแจ้งสถานะการอุดตันของแผงกรองอากาศให้มีออก 2 สัญญาณ สัญญาณหนึ่งเป็นหลอดไฟสีแดงติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องนั้น ๆ สัญญาณที่สองเป็น DRY CONTACT เพื่อแจ้งสถานะให้ระบบจัดการอาคาร (BAS) ทราบ ข้อกำหนดด้าน PHYSICAL ของ DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH

- OPERATING RANGE : 0-600 ปาสคาล (0 - 2.4 นิ้วของน้ำ)
- MAXIMUM PRESSURE : ไม่เกิน 70 KPA. (24 ฟุตของน้ำ)
- DIAPHRAGM : SILICONE RUBBER
- SWITCH : SPDT.
- ACCESSORIES : ALUMINIUM OR STEEL BRACKET FOR MOUNTING
PRESSURE SWITCH ON SUITABLE LOCATION

หมวดที่ 9 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ หมายถึงระบบควบคุมที่ใช้กับระบบการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ (AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL) ระบบควบคุมสำหรับพัดลม ระบบน้ำเย็น (CHILLED WATER) ระบบน้ำระบายความร้อน (CONDENSER WATER) คลุ่ลิ่ง ทาวเวอร์ และระบบควบคุมอัตโนมัติของอุปกรณ์ที่ใช้กับ วาล์ว, เทอร์โมสแตท, แดมเปอร์, รีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้ ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบและรายการ ไม่ว่าจะในแบบและรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานดังกล่าวไว้ หรือไม่ก็ตาม การเลือกอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมที่ติดตั้ง
- 1.2 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด ถ้าเป็นอุปกรณ์ประเภทเดียวกันหรือใกล้เคียงกันต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายเดียวกัน และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมาจากยุโรป, สหรัฐอเมริกา, ญี่ปุ่น หรือประเทศอื่นๆ ที่บริษัทแม่เป็นผู้ไปตั้งโรงงานผลิตที่ได้มาตรฐานเท่าเทียมกัน ซึ่งจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศและมีอะไหล่ของอุปกรณ์ พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ พร้อมทั้งรายการคำนวณ, การเลือกอุปกรณ์แบบแสดงแนวทางเดิน, ขนาดและลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์มาขอความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการติดตั้ง
- 1.4 บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ และอยู่ภายใต้ความควบคุมของวิศวกรผู้ชำนาญงานด้านนี้
- 1.5 ระบบควบคุมเป็นแบบ ELECTRONIC ทั้งหมด ยกเว้นที่แบบระบุระบุให้ใช้เป็น PNEUMATIC หรือ HYDRAULIC ซึ่งมีความจำเป็นในพื้นที่ HAZARDOUS AREA

2. วาล์วควบคุมแบบปรับหรือได้และปรับสมดุลน้ำร่วมกันแบบความดันอิสระ

(MODULATING PRESSURE INDEPENDENT BALANCING AND CONTROL VALVE)

- 2.1 วาล์วทุกตัวต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G PRESSURE RATING) ได้ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือตามที่กำหนดในแบบ โดยต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งานจากบริษัทผู้ผลิต
- 2.2 วาล์วควบคุมและปรับสมดุลน้ำแบบความดันอิสระ สามารถปรับตั้งค่าที่กำหนดเพื่อปรับสมดุลน้ำ ได้, เป็นวาล์วที่สามารถวัดอัตราการไหลและควบคุมแบบปรับหรือได้ (MODULATING PROPORTIONAL) ติดตั้งตามที่ปรากฏบนแบบแปลนที่ออกแบบไว้เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้สมดุลน้ำ และฟังก์ชันการ ควบคุมอัตราการไหลของน้ำเป็นไปตามที่ออกแบบไว้
- 2.3 ชุดควบคุมความดันแตกต่างที่ติดตั้งอยู่ภายใน ทำหน้าที่ควบคุมผลต่างแรงดันที่ตกคร่อมตัววาล์ว (DIFFERENTIAL PRESSURE) ให้คงที่ในขณะที่ไหลเปลี่ยนแปลงไป โดยใช้หลักการของสปริงและไดอะแฟรม
- 2.4 ชุดหัวขับ สำหรับสั่งงานชุด VALVE ให้เปิด หรือ ปิด ตาม ROOM THERMOSTAT หรือระบบควบคุมส่วนกลาง (BAS)

- 2.5 ตัววาล์วมีลักษณะการควบคุมการไหลแบบ EQUAL PERCENTAGE CHARACTERISTIC (EQM) ระหว่าง ระยะยกของวาล์ว (VALVE LIFT) กับ อัตราการไหล (FLOW) เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้ เหมาะสมกับ FCU/AHU ในทุกสภาวะของโหลดที่เปลี่ยนไป
- 2.6 มีช่องเสียบวัดค่า (MEASURING NIPPLE) สามารถวัดค่าความดันที่แตกต่างกัน (DIFFERENTIAL PRESSURE) อัตราการไหล (FLOW RATE) และอุณหภูมิ (TEMPERATURE) จะต้องมาพร้อมกับตัวเรือน วาล์วจากโรงงานผู้ผลิต และสามารถปิดช่องเสียบวัดค่าให้สนิทได้ การวัดค่าอัตราการไหลโดยตรง จากวาล์วต้องสามารถทำได้จากเครื่องมือวัดและปรับสมดุลแบบคอมพิวเตอร์โดยมีความคลาดเคลื่อนของค่าอัตราการไหล (ACCURACY) ไม่เกิน $\pm 10\%$ ขณะที่วาล์วเปิดเต็มที่
- 2.7 ผู้แทนจำหน่าย จะต้องส่งรายการคำนวณระบบไฮดรอนิกส์ (HYDRONICS) ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติ โดยรายละเอียดจะต้องระบุ แรงดันตกคร่อมตัววาล์ว, ตำแหน่งที่เป็นตัวชี้บ่ง INDEX CIRCUIT, การสูญเสียจากแรงเสียดทานในท่อ (PIPE FRICTION LOSS) และการ ปรับตั้งค่าวาล์วก่อนการติดตั้ง (PRE-SETTING) นำค่ามาปรับการตั้ง วาล์วก่อนการติดตั้ง และทำการติดป้าย (TAG) ที่วาล์วตามตำแหน่งก่อนการติดตั้ง เพื่อให้มั่นใจว่า วาล์วทั้งหมด สามารถปรับสมดุลย์น้ำของระบบทั้งหมดอย่างถูกต้อง
- 2.8 วัสดุ (MATERIAL) และระดับความดัน (PRESSURE RATINGS)
- วาล์วเชื่อมต่อแบบเกลียวขนาดตั้งแต่ 32 ถึง 50 มม. ทำจากโลหะผสมทองแดงทนทาน ต่อการผุกร่อน (DEZINCIFICATION RESISTANT COPPER ALLOY OR AMETAL) หรือ เทียบเท่า เพื่อให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและสามารถความดันในตัวเรือนวาล์วสูงสุด (PRESSURE CLASS) ไม่น้อยกว่า 16 บาร์(232 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
 - วัสดุของหัววาล์ว (VALVE PLUG) ,สปริงและก้านหมุน (SPINDLE) ทำจากสแตนเลส
 - วาล์วเชื่อมต่อแบบหน้าแปลนจาก 65 ถึง 150 มม.ต้องทำเป็นเหล็กหล่อ เทียบเท่าและ ทนระดับอุณหภูมิความดันอย่างน้อย
- 2.9 หัวขับเคลื่อนมอเตอร์จะต้องเป็นวัสดุที่ป้องกันการกัดกร่อนของสนิม เพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนาน จะถูกติดตั้งกับวาล์วควบคุมแบบเปิดสุด/ปิดสุด และปรับสมดุลน้ำร่วมกัน
- 2.10 วาล์วจะถูกติดตั้งโดยอ้างอิงการปรับค่าสัมประสิทธิ์ของวาล์ว (KV) ตามอัตราการไหลตามแบบของโครงการโดยตัววาล์วมีที่ปิดปรับรอบแสดงเป็นตัวเลข เพื่อปรับค่า KV แบบมือหมุน
- 2.11 คอนโทรลวาล์วจะต้องถูกเลือกให้เหมาะสมกับหัวขับเคลื่อนมอเตอร์ที่สำคัญจะต้องสามารถปิดได้ที่ แรงดัน 400 KPA (MAX DIFFERENTIAL PRESSURE) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบหัวขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ทำงานที่ 24VAC และควบคุมสัญญาณด้วยการรับสัญญาณควบคุม 0-10 VDC หรือ 2-10 VDC หรือ 0-20 MA หรือ 4-20 MA
- 2.12 ACTUATOR จะต้อง มี OUTPUT FEEDBACK มีสัญญาณกลับมาเพื่อเช็คสถานะของการทำงานและ ตำแหน่งการเปิดของวาล์วได้โดยมีสัญญาณ 0-10 VDC OUTPUT
- 2.13 เครื่องมือวัดค่าน้ำ ประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดพกพา มีปุ่มกดเพื่อป้อนค่า และ แสดงผลแบบ LED DISPLAY สามารถวัดค่าความดันที่แตกต่างกัน (DIFFERENTIAL PRESSURE) อัตรา การไหล (FLOW RATE) และอุณหภูมิ (TEMPERATURE) ได้โดยแยกระหว่างชุดแสดงผล (DISPLAY) กับ ชุดตรวจวัด (SENSOR)

3. วาล์วควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL VALVES)

- 3.1 วาล์วทุกตัวต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G PRESSURE RATING) ได้ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน จากบริษัทผู้ผลิต
- 3.2 วาล์วควบคุมแบบ ON-OFF จะเลือกโดยมีอัตราการไหล (FLOW RATE) ผ่านเครื่องส่งลมเย็นตามที่กำหนดและมีความดันลด (PRESSURE DROP) คร่อมวาล์วไม่เกิน 12 ฟุตน้ำ ส่วนวาล์วควบคุมแบบ PROPORTIONAL จะเลือกโดยมีอัตราการไหล (FLOW RATE) ผ่านเครื่องส่งลมเย็นตามที่กำหนดและมีความดันลด (PRESSURE DROP) คร่อมวาล์วไม่เกิน 15 ฟุตน้ำ
- 3.3 วาล์วขนาดตั้งแต่ 15 มม วาล์วขนาดตั้งแต่ 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม. (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย BRONZE หรือ METAL ALLOY ต่อแบบเกลียว ส่วนขนาด 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วยเหล็กหล่อ ต่อแบบหน้าแปลน
- 3.4 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น โดยทั่วไปสำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่มีขนาดการทำความเย็นไม่เกิน 60,000 บีทียู ต่อชั่วโมงให้ใช้วาล์วควบคุมชนิด ON-OFF ส่วนเครื่องส่งลมเย็นที่มีขนาดการทำความเย็นที่ใหญ่กว่านั้นให้ใช้วาล์วควบคุมประเภท PROPORTIONAL
- 3.5 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สำหรับวาล์วอัตโนมัติทั่วไปให้ใช้เป็นชนิด 2-WAY ยกเว้นสำหรับในจุดใดจุดหนึ่งที่ระบุในแบบเท่านั้นจึงให้ใช้เป็น 3-WAY VALVE
- 3.6 คุณสมบัติอื่นๆของวาล์วให้เป็นไปตามตารางดังต่อไปนี้

CHARACTER	2-WAY ON-OFF	3 WAY ON-OFF	2-WAY PROPORTIONAL	3-WAY PROPORTIONAL
FLOW CHARACTERISTIC	EQUAL PERCENTAGE	LINEAR	EQUAL PERCENTAGE	LINEAR
CONTROL ACTION	2 POSITION	3 WAY MIXING 2 POSITION	2 WAY PROPORTIONAL	3-WAY PROPORTIONAL
VALVE TONGE	AS MANUFACTURER	AS MANUFACTURER	GLOBE OR PLUG PATTERN OR BALL VALVE	
BODY MATERIAL	BRONZE	BRONZE	CAST BRONZE FOR 15 -50 MM DIAMETER	
CAST IRON FOR 65 MM DIAMETER				
CONNECTION	FLARE OR SWATHE	FLARE OR SWATHE	FLANGE CONNECTION	FLANGE CONNECTION
VALVE STEM	AS MANUFACTURER	AS MANUFACTURER	STAINLESS STEEL	STAINLESS STEEL
NORMAL POSITION	NORMALLY CLOSED	NORMALLY CLOSED	NORMALLY CLOSED	NORMALLY CLOSED
ACTUATOR	SPRING RETURN	SPRING RETURN	SPRING RETURN	SPRING RETURN
POWER SUPPLY	24V OR 220 V,50Hz		24V ,50Hz	
RUNNING TIME	APPROXIMATELY 60 SECOND/STROKE			

4. ELECTRIC ACTUATOR/MOTOR

- 4.1 การเลือกมอเตอร์จะต้องให้สามารถส่งแรงบิด (TORQUE) ได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของแรงบิดใช้งาน
- 4.2 มอเตอร์จะต้องยังคงทำงานได้ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าแปรเปลี่ยนระหว่าง + 5 เปอร์เซ็นต์
- 4.3 มอเตอร์แบบ 2 POSITION จะต้องเป็นแบบ SINGLE DIRECTION SPRING RETURN มอเตอร์แบบ PROPORTIONAL จะต้องเป็นแบบ REVERSING SHADED POLE หรือ CAPACITOR INDUCTION TYPE สามารถที่จะหยุดหรือสตาร์ทที่ตำแหน่งใดก็ได้ มอเตอร์แบบ REVERSING และ PROPORTIONAL จะต้อง มี LIMIT SWITCH เพื่อให้มอเตอร์กลับทางเมื่อถึง LIMIT SWITCH
- 4.4 ELECTRIC ACTUATOR สำหรับวาล์วจะต้องมีคุณสมบัติเพิ่มเติมดังต่อไปนี้คือ
 - ความเร็วในการทำงานของมอเตอร์ของวาล์ว จะต้องเลือกหรือปรับแต่งให้เหมาะสมกับ CONTROLLER เพื่อไม่ให้เกิดการ HUNTING เมื่อเกิด LOAD VARIATION
 - สำหรับ 2 WAY ON/OFF VALVE ต้องเป็นแบบ TWO POSITION OPERATION และออกแบบมาให้สามารถถอดออกจากตัววาล์วได้โดยง่าย เป็นแบบ DIRECT COUPLING โดยไม่ต้องใช้ LINKAGE และจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับค่า CLOSED OFF PRESSURE ของ VALVE แต่ละรุ่น และจะต้องมี VALVE POSITION INDICATOR เพื่อบอกตำแหน่งการปิดเปิด CONTROL VALVE ด้วย และสามารถ ใช้ MANUAL OPERATED หรือ MANUAL CLUTCH สามารถปิดหรือเปิดวาล์วด้วยมือขณะที่มอเตอร์ ใช้งานไม่ได้ หรือสูญเสียพลังงานไฟฟ้า
 - สำหรับ 2 WAY PROPORTIONAL VALVE ต้องเป็นแบบ PROPORTIONAL OR INCREMENTAL CONTROL (PI CONTROL) เหมาะสำหรับระบบไฟ 24 V.AC. VALVE LINKAGE (ถ้ามี) จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับ CONTROL VALVE แต่ละรุ่น การเลือกขนาดของ ACTUATOR จะต้องเลือกขนาดที่มี TORQUE ที่เหมาะสมกับค่า CLOSED OFF PRESSURE ของ VALVE แต่ละชุดด้วย ACTUATOR แต่ละตัวจะต้องมี VALVE POSITION INDICATOR เพื่อบอกตำแหน่งการปิดเปิด CONTROL VALVE ด้วย และสามารถ ใช้ MANUAL OPERATED หรือ MANUAL CLUTCH สามารถปิดหรือเปิดวาล์วด้วยมือ ขณะที่มอเตอร์ใช้งานไม่ได้ หรือสูญเสียพลังงานไฟฟ้า

5. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (THERMOSTAT)

- 5.1 เทอร์โมสแตท แบบ ROOM THERMOSTAT สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU) กรณีที่ไม่ได้ต่อท่อลม กลับเข้าเครื่อง ให้ประกอบด้วยปั๊มปรับอุณหภูมิใช้กับระบบไฟ 24 V.AC. TEMPERATURE SENSOR เป็นแบบ ELECTRONIC ELEMENT การควบคุมเป็นแบบ PROPORTIONAL หรือ PROPORTIONAL INTEGRAL สามารถปรับช่องของอุณหภูมิได้จาก 60-90 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 5-30 องศาเซลเซียส THROTTLING RANGE 3-8 องศา สามารถส่งสัญญาณ OUTPUT เป็น 0-10 V.DC. หรือ 4-20 MA. โดยมีค่า CONTROL DEVIATION ไม่เกิน + 0.7 K หรือค่า P-BAND 0.5 K
- 5.2 เทอร์โมสแตทแบบตรวจจับอุณหภูมิเท่านั้น (SENSOR ONLY THERMOSTAT) เป็นเทอร์โมสแตทสำหรับใช้เพื่อ การตรวจจับอุณหภูมิเท่านั้น โดยมีการแสดงอุณหภูมิ แต่การปรับตั้งอุณหภูมิจะต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ พิเศษหรือต้องผ่านการใช้คอมพิวเตอร์หรือซอฟต์แวร์ซึ่งผู้ใช้ปกติไม่สามารถปรับตั้งได้เองแต่ไม่รวมถึงการใช้ วิธีการทางกลหรือฝาครอบซึ่งไม่อนุญาตให้ใช้ เทอร์โมสแตทชนิดนี้ใช้เพื่อป้องกันการรบกวนการปรับอุณหภูมิ จากผู้ใช้ที่มีได้รับอนุญาต จึงจะใช้กับกล่อง VAV BOX และพื้นที่สาธารณะที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศซึ่งผู้คน ทั่วไปอาจเข้าถึงได้

- 5.3 เทอร์โมสแตทแบบดิจิตอลแสดงผลด้วยจอ LCD (DIGITAL TYPE THERMOSTAT WITH LCD DISPLAY) ให้สามารถแสดงผลด้วยตัวเลขและตัวอักษร (CHARACTER) ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและอ่านได้ง่าย หน้าจอต้องสามารถแสดงอุณหภูมิของพื้นที่ปรับอากาศและอุณหภูมิที่ตั้ง ตัวเทอร์โมสแตทให้ประกอบด้วยปุ่มแบบสัมผัสหรือปุ่มแบบกดสำหรับการเพิ่มลดอุณหภูมิที่ตั้ง พร้อมทั้งการแสดงผลอุณหภูมิในพื้นที่ติดตั้งด้วยหน้าจอ LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY) จอ LCD ให้มีแสงสว่างด้านหลัง (BACK LIGHT) ซึ่งเมื่อมีการกดปุ่ม หน้าจอปุ่มใดปุ่มหนึ่งให้มีแสงสว่างขึ้นที่หน้าจอเพื่อช่วยในการมองเห็นและแสงสว่างจะดับไปเองเมื่อปล่อยมือจากปุ่มกดในเวลาไม่เกิน 60 วินาที ช่วงอุณหภูมิที่ตั้งได้คือ 10-30 องศาเซนติเกรดและช่วงอุณหภูมิที่สามารถอ่านค่าได้คือ 0-35 องศาเซนติเกรด ความเที่ยงตรงในการวัดค่าคือ 1 องศาเซนติเกรด
- 5.4 เทอร์โมสแตทแบบดิจิตอลที่ใช้เพื่อการปิดเปิดเครื่องส่งลมเย็นให้มีปุ่มปิด/เปิดเครื่องในตัว สำหรับเทอร์โมสแตทที่ใช้กับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กที่ปรับความเร็วรอบได้ 3 ระดับให้มีปุ่มกดหรือปุ่มสัมผัสเพื่อปรับรอบพัดลมตามความต้องการ พร้อมทั้งหน้าจอแสดงผลระดับการส่งลมของเครื่องส่งลมเย็น ส่วนเทอร์โมสแตทที่ใช้กับเครื่องส่งลมเย็นแบบแขวนที่ไม่มีห้องเครื่องซึ่งปรับรอบความเร็วไม่ได้ให้มีปุ่มปิด/เปิดเครื่องส่งลมเย็นโดยไม่ต้องแสดงระดับการส่งลม
- 5.5 เทอร์โมสแตทชนิดตรวจจับการเคลื่อนที่ (MOTION TYPE THERMOSTAT) ให้มีรายละเอียดเช่นเดียวกับเทอร์โมสแตทแบบดิจิตอล โดยมีเซนเซอร์เพิ่มเติมเพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่ภายในห้อง เช่น INFARED MOTION SENSOR เพื่อการตรวจจับความร้อนในห้อง เทอร์โมสแตทให้ประกอบด้วยชุด CONTROLLER และ TIME-OUT DELAY ซึ่งจะสวิตซ์ CONTROLLER เข้าสู่ MODE UNOCCUPIED โดยอัตโนมัติเมื่อตรวจไม่พบความร้อนจากคนในห้องและได้ผ่านพ้นเวลาหน่วงที่ต้องเอาไว้ เทอร์โมสแตทให้มี CONTACT เพื่อให้นำไปควบคุมระบบเครื่องส่งลมเย็นในห้องหรือควบคุมการปิดเปิดไฟในห้องเพื่อการประหยัดพลังงานใน MODE UNOCCUPIED
- 5.6 AVERAGING TEMPERATURE SENSOR สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศภายในท่อลม ซึ่งประกอบด้วยสายสัญญาณมีความยาวสายไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร ชนิดเข้าไปภายในท่อลม เพื่อวัดอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในท่อตามพื้นที่หน้าตัดของบริเวณที่ติดตั้ง เพื่อส่งสัญญาณไปยัง CONTROLLER
- 5.7 DUCT MOUNTED TEMPERATURE SENSOR สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศภายในท่อลม มีลักษณะเป็นก้าน โดยมี TEMPERATURE SENSOR แบบ THERMISTER หรือ THERMOCOUPLE หรือ PTC/NTC. (POSITIVE/NEGATIVE TEMPERATURE COEFFICIENT) หรือ BIMETAL หรือ RTD (RESISTIVE TEMPERATURE DETECTOR) ติดตั้งอยู่ที่ปลายก้านเสียบทะลุท่อลม (PROBE) โดยตัวกล่องยึดติดกับผนังท่อลม เพื่อวัดอุณหภูมิของอากาศภายในท่อลม ในจุดที่ติดตั้งเพื่อส่งสัญญาณไปยัง CONTROLLER
- 5.8 กรณีที่มีกำหนดในแบบให้ใช้เทอร์โมสแตท สำหรับควบคุมการปิดเปิดพัดลม เป็นแบบ SPACE THERMOSTAT โดยตั้ง SET POINT ที่ 30-35°C การเลือกช่วงการทำงานของ THERMOSTAT จะต้องเลือกให้มี SET POINT อยู่ในช่วงกึ่งกลางของช่วงการทำงาน (TEMPERATURE RANGE) ของ SPACE THERMOSTAT นั้น
- 5.9 เทอร์โมสแตทชนิดติดตั้งในพื้นที่ปรับอากาศ (ROOM THERMOSTAT) ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถรับรู้อุณหภูมิของลมกลับเข้าเครื่องปรับอากาศ (RETURN AIR PATH) เช่นตำแหน่งเสาหรือผนัง ซึ่งจะต้องไม่ได้รับผลจากแหล่งความร้อนที่ทำให้การตรวจวัดค่าในพื้นที่ปรับอากาศผิดพลาดไปเช่น ถูกกับแสงแดด หรืออุปกรณ์ที่มีความร้อน โดยจะต้องมีการเดินสายสัญญาณไปที่ชุดควบคุม ไม่ว่าจะในกรณีใดๆ ไม่อนุญาตให้ใช้เทอร์โมสแตทชนิดไร้สาย (REMOTE THERMOSTAT)

หมายเหตุ

- 1) เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (AIR HANDLING UNIT) ที่มีห้องเครื่องขนาดใหญ่กว่า 10 ตันขึ้นไปให้ใช้วิธีควบคุมอุณหภูมิด้วย DUCT SENSOR THERMOSTAT ที่ติดตั้งที่ท่อลมกลับเข้าเครื่องโดยให้มี MIXING BOX รับอากาศเข้าเครื่อง (และรวมด้วย อากาศบริสุทธิ์ถ้ามี)
- 2) เครื่องส่งลมเย็นขนาดปานกลาง (AIR HANDLING UNIT) ที่มีห้องเครื่องขนาด 5-10 ตันถ้าไม่ได้ต่อท่อลมกลับเข้าเครื่องโดยตรงให้ใช้สวิทช์ปิดเปิดในห้องเครื่องที่ต่อ REMOTE การปิดเปิดเข้าหาระบบ BAS และใช้เทอร์โมสตัทติดตั้งในห้องเครื่อง
- 3) เทอร์โมสตัทนอกนั้นทั้งหมดให้ใช้เป็นชนิดติดผนัง (WALL MOUNTED) ห้ามใช้ชนิด REMOTE โดยเทอร์โมสตัทเป็นระบบ ELECTRONIC ชนิด DDC ที่สามารถต่อสายสัญญาณเข้าระบบ BAS เพื่อการตรวจรับรู้การใช้งานเครื่องปรับอากาศ
- 4) เทอร์โมสตัทสำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FAN COIL UNIT) สำหรับเครื่องขนาด 1 ถึง 5 ตันที่มอเตอร์พัดลมปรับรอบได้ 3 ความเร็วให้เป็นชุดที่ปิดเปิดเครื่องส่งลมเย็น พร้อมทั้งชุดแสดงอุณหภูมิในห้อง, อุณหภูมิที่ตั้งไว้โดยสามารถกดปุ่มปรับลดอุณหภูมิที่ตั้งได้ พร้อมแผง LCD แสดงผล และรอบความเร็วพัดลม
- 5) เทอร์โมสตัทสำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FAN COIL UNIT) ขนาด 5 ตัน ขึ้นไปและเครื่องส่งลมขนาดใหญ่ (AIR HANDLING UNIT) ชนิดแขวน ที่มอเตอร์พัดลมปรับรอบไม่ได้ให้เป็นชุดที่มีเทอร์โมสตัทพร้อมสวิทช์ปิดเปิดที่ต่อเข้าวงจรสตาร์ทเครื่องส่งลมเย็น พร้อมทั้งชุดแสดงอุณหภูมิในห้อง, อุณหภูมิที่ตั้งไว้โดยสามารถกดปุ่มปรับเพิ่มลดอุณหภูมิที่ตั้งได้ พร้อมแผง LCD แสดงผล (ยกเว้นกรณีที่เครื่องตั้งในพื้นที่ที่เข้าถึงโดยบุคคลภายนอกอันเป็นพื้นที่สาธารณะเช่นทางเดินและโถงลิฟต์ให้ใช้เทอร์โมสตัทชนิดรับรู้อุณหภูมิอย่างเดียวและให้ปิดเปิดเครื่องโดยต่อเข้ากับ BAS)

6. ELECTRONIC SENSOR/CONTROLLER

- 6.1 SENSOR หรือ CONTROLLER จะต้องประกอบเป็นชุดเรียบร้อยมาจากโรงงาน ส่วนประกอบภายในต้องถอดเปลี่ยนและถอดตรวจสอบได้ง่าย และส่วนประกอบทั้งหมดต้องประกอบอยู่ใน HOUSING ที่เหมาะสม
- 6.2 สัญญาณที่ส่งออก TRANSMITTER เข้า CONTROLLER จะต้องเป็นสัญญาณมาตรฐาน 4-20 MA หรือ 0-10 VDC หรือ สัญญาณ DIGITAL ตามที่ระบุในแบบ
- 6.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าในระดับที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ควบคุมที่ต่อเข้า
- 6.4 หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องมาจากแผงสวิทช์ควบคุมที่อยู่ใกล้ที่สุด
- 6.5 ชุดควบคุมจะต้องสามารถต่อ และส่งข้อมูลได้โดยตรงกับระบบ BAS โดยใช้ PROTOCOL ชนิดเดียวกัน การส่งข้อมูลทำได้โดยตรง โดยไม่ต้องมี INTERFACE SOFTWARE ใด ๆ ทั้งสิ้น
- 6.6 อุปกรณ์ ELECTRONIC SENSOR/TRANSMITTER ให้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - TEMPERATURE TRANSMITTER (TT)
 - TEMPERATURE TRANSMITTER ตามที่ระบุในแบบมีไว้เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำในระบบ

- TEMPERATURE TRANSMITTER โดยทั่วไปมีรายละเอียดดังนี้
 - ก. TRANSMITTER เป็นแบบ RTD ทำด้วย PLATINUM
 - ข. เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ มี BUILT-IN CONVERTER ขนาด 4-20 MA
 - ค. MEASURING RANGE 0°C ถึง 100°C (32-212°F)
 - ง. PRESSURE RATING 1,034 หรือ 2,068 กิโลปาสคาล (150 หรือ 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ตามจุดการใช้งานที่ติดตั้งอยู่
 - ช. POWER SUPPLY 24 VDC

- WATER FLOW TRANSMITTER (FT)
 - ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง AVERAGING PITOT-TYPE FLOW ELEMENT FLOW SENSOR OR FOUR-BLADE OPEN CELL ROTOR INSERTION PADDLEWHEEL ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้
 - ก. UPSTREAM HIGH PRESSURE CHAMBER
 - ข. HIGH PRESSURE INTERPOLATING TUBE
 - ค. DOWNSTREAM LOW PRESSURE TUBE

 - ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งมิเตอร์อ่านอัตราการไหลตามช่องที่กำหนดในหน่วยลิตรต่อวินาทีหรือลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงหรือแกลลอนต่อนาที ตามจำนวนและตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ มิเตอร์เป็นแบบไดอะแฟรม DIFFERENTIAL PRESSURE TYPE

 - ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER เข้ากับ FLOW ELEMENT FLOW SENSOR เพื่อแสดงผลออกทางระบบจัดการอาคาร (BAS) หรือ CHILLER MANAGER DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER มีรายละเอียดดังนี้
 - ก. เป็นแบบ VARIABLE CAPACITANCE DP TRANSMITTER
 - ข. EXTERNAL POWER SUPPLY
 - ค. OUTPUT SIGNAL 4-20 MADC
 - ง. ACCURACY < 0.5%

- WATER FLOW SWITCH (WFS) สำหรับเครื่อง CHILLER

WATER FLOW SWITCH ใช้แจ้งสถานะการทำงานของ CHILLER หรือใช้แจ้งสถานะการไหลของน้ำตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ

TYPE	:	PADDLE OR VANE OPERATED
OPERATING PRESSURE	:	NOT LESS THAN 1725 KPA
SWITCH BODY	:	BRASS OR STAINLESS STEEL
PADDLE	:	STAINLESS STEEL
SWITCH	:	SPDT SNAP ACTION
ACCESSORIES	:	STANDARD THREDOLET SOCKET
	:	24 VAC POWER SYSTEM

- WATER FLOW SWITCH (WFS) สำหรับเครื่องสูบน้ำ

WATER FLOW SWITCH ใช้แจ้งสถานะการทำงานของ PUMP หรือใช้แจ้งสถานะการไหลของน้ำตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ

TYPE	:	DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
HOUSING	:	METAL
SENSING ELEMENT	:	HI/LO PRESSURE BELLOW WITH OPPOSE SPRING MECHANISM
OPERATING PRESSURE	:	30-500 KPA WITH SET POINT ADJUSTMENT SCREW
MAXIMUM OPERATING	:	1725 KPA
SWITCH	:	SPDT FLOATING ACTION
ACCESSORIES	:	SENSING TUBE
	:	MOUNTING BRACKET
	:	24 VAC POWER SYSTEM

- WATER PRESSURE TRANSMITTER (PT)
PRESSURE TRANSMITTER ใช้สำหรับส่งสัญญาณ แบบ ANALOG ไปยัง VSD หรือ DDC CONTROLLER เพื่อปรับความเร็วรอบ SECONDARY CHILLED WATER PUMP ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ

- TYPE : PRESSURE CONTROLLER
- PRESSURE SET POINT : DYNAMIC PUMP HEAD
- INPUT SIGNAL : DYNAMIC PUMP HEAD
- OUTPUT SIGNAL : 0-10 VDC OR 2-15 VDC OR 4-20 MA TO CONTROL VARIABLE SPEED CONTROL
- HOUSING : METAL OF ALUMINIUM
- SENSING ELEMENT : NEOPRENE / SILICONE DIAPHRAGM
- SENSING PORT : HI/LO PRESSURE PORT
- ACCESSORIES : SENSING TUBE
- : MOUNTING BRACKET
- : 24 VAC POWER SYSTEM

- AIR FLOW SWITCH (AFS)

- TYPE : DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
- HOUSING : GALVANIZED STEEL SHEET
- SENSING ELEMENT : Ø1000 mm. NEOPRENE DIAPHRAGM
- SENSING PORT : HI/LO PRESSURE PORT
- OPERATING PRESSURE : 0-1000 PA WITH SET POINT ADJUSTMENT SCREW
- SWITCH : SPDT SNAP ACTION
- ACCESSORIES : SENSING TUBE
- : MOUNTING BRACKET
- : 24 VAC POWER SYSTEM

- FILTER CLOG SWITCH (FCS)

FILTER CLOG SWITCH ใช้แจ้งสถานะการอุดตันของแผงกรองอากาศตามตำแหน่งและจำนวนที่ระบุในแบบ

TYPE	:	DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
HOUSING	:	GALVANIZED STEEL SHEET
SENSING ELEMENT	:	Ø1000 mm. NEOPRENE DIAPHRAGM
SENSING PORT	:	HI/LO PRESSURE PORT
OPERATING PRESSURE	:	0-1000 PA WITH SET POINT ADJUSTMENT SCREW
SWITCH	:	SPDT SNAP ACTION
ACCESSORIES	:	SENSING TUBE
	:	MOUNTING BRACKET
	:	24 VAC POWER SYSTEM

- DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH (DPS)

DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH ใช้ควบคุมความดันภายในบันไดหนีไฟ โดยควบคุมการเปิด/ปิดของ MOTORIZED VOLUME DAMPER ตามตำแหน่งและจำนวนที่ระบุในแบบ

TYPE	:	DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
HOUSING	:	GALVANIZED STEEL SHEET
SENSING ELEMENT	:	Ø1000 MM. NEOPRENE DIAPHRAGM
SENSING PORT	:	HI/LO PRESSURE PORT
OPERATING PRESSURE	:	25-125 PA WITH SET POINT ADJUSTMENT SCREW
SWITCH	:	SPDT SNAP ACTION
ACCESSORIES	:	SENSING TUBE
	:	MOUNTING BRACKET
	:	24 VAC POWER SYSTEM

- AIR PRESSURE TRANSMITTER (PT)
PRESSURE TRANSMITTER ใช้ควบคุม STATIC หรือ VELOCITY PRESSURE ภายในระบบท่อส่งลม เพื่อควบคุมค่าความดันให้คงที่ สัญญาณส่งออกจะต้องเป็นสัญญาณ ANALOG เพื่อใช้ควบคุมความเร็วรอบของ VARIABLE SPEED CONTROL ตามจำนวนและตำแหน่งที่ระบุในแบบ

TYPE	:	STATIC PRESSURE CONTROLLER
STATIC PRESSURE SET POINT	:	0-125 PA WITH SET POINT ADJUSTMENT SCREW
INPUT SIGNAL	:	0-125 PA STATIC PRESSURE
OUTPUT SIGNAL	:	0-10 VDC OR 2-15 VDC OR 4-20 MA TO CONTROL VAIABLE SPEED CONTROL
HOUSING	:	METAL OR ALUMINIUM
SENSING ELEMENT	:	NEOPRENE/SILICONE DIAPHRAGM
SENSING PORT	:	HI/LO PRESSURE PORT
OPERATING RANGE	:	25-125 PA WITH SET POINT ADJUSTMENT SCREW
SWITCH	:	SPDT SNAP ACTION
ACCESSORIES	:	SENSING TUBE
	:	MOUNTING BRACKET
	:	24 VAC POWER SYSTEM

- AIR TEMPERATURE SENSOR AND TRANSMITTER

เป็น TEMPERATURE SENSOR และ/หรือ TRANSMITTER แบบติดผนัง และ/หรือแบบติดตั้งในท่อลม เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศและส่งสัญญาณแบบอนาลอกไปยัง DDC CONTROLLER เพื่อใช้ในการควบคุมค่าอุณหภูมิในอากาศ

TEMPERATURE SENSING ELEMENT	:	ELECTRONIC PROBE OR SENSING ELEMENT
TEMPERATURE RANGE	:	0-100 DEGREE FARENHEIT
RATING	:	100 MA-2.5 AMP AT 24 VAC
COVER	:	ALL METAL WITH CONDUIT OPENING
OUTPUT RANGE	:	4-20 MA
ACCESSORIES	:	SENSING TUBE; MOUNTING BRACKET
	:	POWER SUPPLY
	:	24 VAC POWER SYSTEM

- AIR HUMIDITY SENSOR AND TRANSMITTER

เป็น TEMPERATURE SENSOR และ/หรือ TRANSMITTER แบบติดผนัง และ/หรือแบบติดตั้งในท่อลม เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศและส่งสัญญาณแบบอนาล็อกไปยัง DDC CONTROLLER เพื่อใช้ในการควบคุมค่าอุณหภูมิในอากาศ

TEMPERATURE SENSING ELEMENT	:	NYLON RIBBONS POLYMER CAPACITIVE OR HIGH MOLECULAR FILM
TEMPERATURE RANGE	:	0-100 % RELATIVE HUMIDITY
RATING	:	100 MA-2.5 AMP AT 24 VAC
COVER	:	ALL METAL WITH CONDUIT OPENING
OUTPUT RANGE	:	4-20 MA
ACCESSORIES	:	SENSING TUBE; MOUNTING BRACKET
POWER SUPPLY	:	24 VAC POWER SYSTEM

- HIGH SENSITIVITIES AIR TEMPERATURE TRANSMITTER

TYPE	:	ROOM SENSOR OR DUCT MOUNTED, INCLUDING NECESSARY ACCESSORIES.
SENSING ELEMENT	:	HIGH SENSITIVITY PLATINUM ELEMENT, PT 100 FOR +/-0.2 TO 0.5 °C : NORMAL SENSITIVITY THERMISTOR 19 KΩ FOR +/-1.0 TO 1.5 °C
OUTPUT SIGNAL	:	4-20 MA
POWER SUPPLY	:	24 VAC / 50 Hz. OR 220 VAC / 50 Hz.

- DUCT SMOKE DETECTOR

DUCT SMOKE DETECTOR เป็นชนิดที่ออกแบบ สำหรับตรวจจับควันภายในท่อลมด้าน SUPPLY ของพัดลมระบบอัดอากาศโถงลิฟต์ดับเพลิง หรือ MAKE UP AIR ต่าง ๆ ในระบบ SMOKE CONTROL, SMOKE DETECTOR จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณแบบ ANALOG ไปยัง CONTROLLER เพื่อสั่งการให้หยุดการทำงานของพัดลมอัดอากาศถ้า SMOKE DETECTOR ตรวจจับได้ว่ามีควันในกระแสลม ในระดับความเข้มข้นมากกว่าค่ากำหนด (สามารถตั้งค่าได้) หลังจากนั้นถ้า SMOKE DETECTOR ตรวจจับได้ว่าระดับความเข้มข้นของควันในกระแสลมมีค่าต่ำกว่าค่ากำหนด CONTROLLER ก็จะสั่งการให้พัดลมเดินขึ้นใหม่ทันที

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

- CARBON MONOXIDE SENSOR (CO SENSOR)

CARBON MONOXIDE SENSOR ใช้เพื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศ โดยการส่งสัญญาณไปที่ชุดควบคุม เพื่อควบคุมอุปกรณ์พัดลมสำหรับการระบายอากาศในพื้นที่จอดรถ และพื้นที่อื่นตามที่มีการระบุให้ติดตั้ง เช่น เซอร์ชินดี้

ข้อกำหนดของ CARBON MONOXIDE SENSOR

TYPE	:	ELECTRONIC SYSTEM CARBON MONOXIDE TRANSDUCER AND METER
RANGE	:	0-400 PPM WITHIN OSHA FOR CO EXPOSURE (INPUT SIGNAL)
POWER	:	4-20 MA DC, 0-10 VDC, 24 VAC POWER SUPPLY
HOUSING	:	METAL
ACCESSORIES	:	TEST SWITCH
	:	AUTOMATIC CALIBRATION
	:	SIGNAL OF CO LEVEL TO DDC CONTROLLER
	:	CO LEVEL DIGITAL DISPLAY

- CARBON DIOXIDE SENSOR (CO₂ SENSOR)

CARBON DIOXIDE SENSOR ใช้เพื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ โดยการส่งสัญญาณไปที่ชุดควบคุม เพื่อควบคุมการปรับปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่กล่อง VAV BOX เพื่อจ่ายเข้าสู่พื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่อื่นตามที่มีการระบุให้ติดตั้ง เช่น เซอร์ชินดี้

ข้อกำหนดของ CARBON DIOXIDE SENSOR

TYPE	:	ELECTRONIC SYSTEM CARBON DIOXIDE TRANSDUCER AND METER
RANGE	:	0-1000 PPM
POWER	:	4-20 MA DC, 0-10 VDC, 24 VAC POWER SUPPLY
ACCESSORIES	:	TEST SWITCH
	:	AUTOMATIC CALIBRATION
	:	SIGNAL OF CO ₂ LEVEL TO DDC CONTROLLER

- REFRIGERANT SENSOR

REFRIGERANT SENSOR ใช้เพื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของสารทำความเย็น (REFRIGERANT) ภายในห้องเครื่อง CHILLER โดยการส่งสัญญาณไปที่ชุดควบคุม เพื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของสารทำความเย็นรั่วไหลภายในห้อง เมื่อสารทำความเย็นมากเกินไปปริมาณที่ตั้งไว้ให้ CONTROLLER ส่งสัญญาณแจ้งเหตุ ALARM SIGNAL เพื่อส่งสัญญาณไปยัง BAS พร้อมทั้งมี LOCAL ALARM เพื่อส่งสัญญาณเสียงเตือนในห้อง จากนั้นให้ทำการปิดเครื่องส่งลมเย็นในห้องและสั่งการให้พัดลมระบายอากาศในห้องเครื่อง CHILLER ทำงาน

ข้อกำหนดของ REFRIGERANT SENSOR

TYPE	:	ELECTRONIC SYSTEM REFRIGERANT TRANSDUCER AND METER สำหรับตรวจจับสาร ทำความเย็นหลักที่ใช้ในเครื่อง CHILLER
RANGE	:	0-100 PPM
POWER	:	4-20 MA DC, 0-10 VDC, 24 VAC POWER SUPPLY
ACCESSORIES	:	TEST SWITCH : AUTOMATIC CALIBRATION : SIGNAL OF REFRIGERANT LEVEL TO DDC CONTROLLER : REFRIGERANT LEVEL DIGITAL DISPLAY IN MACHINE ROOM

- TIMER SWITCH

ผู้รับเหมาจะต้องจัดหาและติดตั้ง TIMER SWITCH ตามที่ระบุในแบบเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานโดยอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งค่าไว้ สวิตช์เวลาจะเป็นแบบ DIGITAL และ/หรือความต้องการในการควบคุมอุปกรณ์ แนวทางเลือกสวิตช์เวลาระบุให้เป็นที่ไปดังต่อไปนี้

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 °C, 0-90%RH
ACCESSORIES	:	LCD DIGITAL OUTPUT
	:	(ON-AUTO-OFF) SWITCH (ADDITIONAL SWITCH)
	:	BATTERY BACKUP UPON LOSS OF POWER

หมวดที่ 10 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าแรงต่ำ สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ และแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์

1. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1.1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดท้าววัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

1.2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ผ่านกระบวนการชุบ HOT-DIP GALVANIZED ป้องกันการเกิดสนิมมีความหนาไม่น้อยกว่า 20 ไมครอน ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสี ตามมาตรฐาน ANSI (80.3-1983) หรือ UL 797 หรือ TIS 770-2531 หรือเทียบเท่ามีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียหายได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท.
- ท่อโลหะชนิดหนานปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก หรือทำมาจากเหล็กชุบสังกะสีผิวภายนอกเคลือบด้วย CHROMATE และผิวภายในเคลือบด้วย EXPOXY RESIN ตามมาตรฐาน UL 6 ANSI (80.1-1983) หรือ TIS 770-2533 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในผนังหรือพื้น หรือเข้า-ออกจากแผงไฟฟ้า แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท.
- ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) ผลิตมาจากวัสดุเช่นเดียวกับท่อ IMC ผลิตตามมาตรฐาน UL 1242 สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน วสท.
- ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสี ผลิตตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่าขนาดท่อใช้งานต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 1/2" เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ขึ้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน วสท.
- ท่อโลหะชนิด HDPE จะต้องเป็นท่อที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณผลิตจากวัสดุโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง มีสีดำ คุณสมบัติทนแรงกด แรงดึง แรงกระแทกได้ดี มีความยืดหยุ่นสูงไม่แตกร้าวไม่หักง่าย ในกรณีที่เกิดการกดทับ ฝังกลบ หรือมีการทรุดตัวของพื้นดิน ผิวภายนอกและภายในมีความลื่น เรียบมัน เหมาะสำหรับการใช้งานร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณ และจะต้องได้มาตรฐาน มอก. 982-2548

- อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR และข้อต่อของท่อ EMT ทำจากเหล็กชุบสังกะสี ท่อ IMC และ RSC จะต้องทำเกลียวปลายทั้งสองด้านตามมาตรฐาน ANSI B2 20.1-1968 และ ANSI B1 20.1-1983 ตามลำดับหรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การติดตั้งท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ วสท.
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วน หรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน วสท. ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ช. แนวการติดตั้งต้องเป็นแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
 - ซ. ท่อชนิด EMT, IMC และ RSC จะต้องมีความหนาตามกำหนดของ ANSI และได้รับการตรวจสอบจาก UL และได้รับมาตรฐาน มอก.

1.3. WIREWAY

- WIREWAY ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร สำหรับความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร และหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร สำหรับความกว้างเกิน 100 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิด ผ่านการป้องกันสนิมและทาสี EPOXY
- การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม วสท. และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร การมัดสายไฟฟ้า ให้ใช้ CABLE TIE เท่านั้น
- ภายใน WIRE WAY ต้องมี CABLE SUPPORT ทุกระยะ 0.50 เมตร
- ผลิตตามมาตรฐาน ASTM A570 & A611 หรือเทียบเท่า อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ข้อต่อ ข้อแยก และฝาปิด ต้องผลิตตามมาตรฐานโรงงานเท่านั้น
- ระหว่างรางเดินสาย จะต้องต่อชั่วคราวด้วย

1.4. CABLE LADDER และ CABLE TRAY

- CABLE LADDER และ CABLE TRAY ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตรทั้งตัวรางและตัวค้ำของราง และฝาปิดราง และประกอบเข้ากันอย่างมั่นคง และแข็งแรงขอเป็นขอบมนไม่มีคม
- การป้องกันสนิมใช้วิธี HOT-DIP GALVANIZED
- การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.

1.5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเด้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน วสท. รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ ELECTRO-GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ ELECTRO-GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 373
- กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

1.6. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

1.7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

2. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

2.1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

2.2. มาตรฐาน

- สายไฟฟ้าจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน มอก.
- สีของฉนวนสายไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท.

2.3. ชนิดของสายไฟฟ้า

- โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก.

11-2531

- สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ WIREWAY โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 ชนิด THW.
- สายไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารชั้น B1, B2 และ MB สำหรับวงจรที่ต้องการความปลอดภัยให้ใช้สายชนิด FLAME RETARDANT, LOW SMOKE, ZERO HALOGEN (LSOH) และฉนวนของสายไฟต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 90 °C และจะต้องได้มาตรฐาน IEC 60332-3C, 60754-1,2, 601034-2 และจะต้องมีผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น LPCB ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาประกอบการขออนุมัติ
- สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน UNDERGROUND DUCT ทั้งแบบตัวนำแกนเดียว (SINGLE-CORE) และตัวนำหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซี อย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 6, 7, 8 หรือ 14, ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี
- สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟชนิด FLEXIBLE CABLE หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้น ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 9 หรือตารางที่ 15 ชนิด VCT หรือ VCT-GRD
- สำหรับสายไฟภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP), HIGH INTENSITY DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน ASBESTOS หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- ในกรณีที่มีประกาศใช้ มอก. ใหม่สำหรับสายไฟฟ้าให้ผู้รับจ้าง ใช้มาตรฐานสายไฟฟ้าตาม มอก. ใหม่ทั้งชนิด, สีของสายไฟฟ้า, พิกัดกระแสใช้งาน, พิกัดอุณหภูมิ เพื่อให้รองรับระบบได้ดั้งเดิม
- สายไฟชนิด CV ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60228 และ 60502-1 สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น XLPE ขนาดแรงดัน 600/1000V. อุณหภูมิใช้งาน 90 °C มีเปลือกนอกเป็น PVC

2.4. การติดตั้ง

- การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้
 - ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
 - ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่นโดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
 - ง. การตัดโค้งหรือออสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในมาตรฐาน วสท.
- การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า
 - ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในท่อโดยเด็ดขาด
 - ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์

- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ SPLIT BOLT CONNECTOR ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK นี้ TERMINAL BLOCK ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับการต่อสายไฟฟ้า ทำด้วยฉนวนไฟฟ้าอย่างดี มีแฉงกันระหว่าง TERMINAL BLOCK และหมายเลข TERMINAL กำกับ

2.5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างดังนี้

- สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม ในทุกๆ กรณี
- สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

3. สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANT CABLE)

3.1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้รับครอบคลุมถึงการจัดการ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (LOW SMOKE, ZERO HALOGEN, FIRE RESISTANCE CABLE) ตามที่ระบุในแบบและรายละเอียด

3.2. มาตรฐาน

สายทนไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 6387, CWZ และ IEC

3.3. เทคนิคการผลิต

- ตัวนำเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (FIRE RESISTANCE TAPE) เช่น MICA TAPE หรือวัสดุทนไฟ อื่นพันหุ้มรอบตัวนำทองแดงและชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท MINERAL POLYMER CROSS LINKED POLYETHYLENE ชนิด LSOH ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (MULTICORE CABLE) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี FILLER เพื่อความแข็งแรงของสาย
- สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ นี้ ต้องมี RATED VOLTAGE 600/1,000V มี MAXIMUM CONDUCTOR OPERATING TEMPERATURE ที่ 90°C สำหรับ CONTINUOUS DUTY และ 250°C ภายใต้อุณหภูมิสถานะ SHORT-CIRCUIT
- ไม่ทำให้เกิด CORROSIVE GASES ขณะเกิดเพลิงไหม้

3.4. มาตรฐานการทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ตามมาตรฐาน BS 63 จากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น LPCB ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาประกอบการขออนุมัติด้วย

3.5. การติดตั้ง

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อร้อยสาย หรือเดินใน CABLE TRAY หรือ WIREWAY ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค CURRENT AMPERE RATING ตลอดจน TEST REPORT หรือรายละเอียดอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานเรียกขอเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

4. แผงสวิตช์ควบคุมมอเตอร์

4.1. SAFETY SWITCHES

เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อความปลอดภัยในขณะทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ และต้องเป็นชนิด QUICK MAKE, QUICK BREAK, HEAVY DUTY มีขนาดพิกัดตามที่ระบุในแบบ

- ตัวตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันและก้ำจัดสนิม พร้อมทั้งเคลือบสีอย่างดีโดยมีระดับการป้องกัน NEMA 1 สำหรับติดตั้งในอาคารและ NEMA 3R สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร
- ตัวสวิตช์จะต้องมีกระเบื้องลือคอยู่ เมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง OFF จึงจะสามารถเปิดฝาได้
- ขนาด AMPERE RATING จำนวนขั้วสายและจำนวน PHASE ให้เป็นไปตามระบุในแบบ
- ชุดที่กำหนดให้มี FUSE ให้ใช้ FUSE CLIPS เป็นแบบ SPRING REINFORCED โดยขนาดของ FUSE ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อที่ระบุข้างต้น

การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 0.80 ม. ถึงระดับบนของสวิตช์ หรือติดตั้งที่ความสูงตามที่ระบุในแบบ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนังหรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้ สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 0.80 ม. ถึงระดับบนของสวิตช์

4.2. CIRCUIT BREAKER

- CIRCUIT BREAKER ทั้งหมดผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE, IEC, UL
- เป็นชนิดที่ผลิตขึ้นมาต้องสามารถทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 240 VOLT สำหรับ 1 เฟส และไม่น้อยกว่า 415 VOLT สำหรับ 3 เฟส
- ขนาดเฟรม (FRAME SIZE) ไม่เกิน 250 AMP. ต้องเป็นชนิด MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER, THERMAL MAGNETIC OR SOLID STATE TRIP 0.8 – 1.0 IN, ICS = 100% ICU
- ขนาดเฟรมมากกว่า 250 AMP. เป็นชนิด MOLDED CASE หรือ OPEN FRAME โดยมี RELEASING DEVICE เป็นแบบ SOLID STATE TRIP UNIT 0.4 – 1.0 IN, ICS = 100% ICU
- MAIN CIRCUIT BREAKER ที่มีพิกัดตั้งแต่ 1000 AMP. ขึ้นไป จะต้องมียระบบ GROUND FAULT PROTECTION โดยมีค่าปรับตั้งแต่ไม่เกิน 1200 AMP. สำหรับ GROUND FAULT CURRENT ตั้งแต่ 3000 AMP. ขึ้นไปและจะต้องปลด วงจรภายในเวลาไม่เกิน 1 วินาที
- MOUNTING เป็นชนิดติดตั้งแบบ FIXED, PLUG-IN หรือ DRAW-OUT ตามที่ระบุในแบบ
 - ก. FIXED TYPE เป็นแบบติดตั้งถาวรยึดติดกับโครงโลหะของตู้
 - ข. DRAW-OUT TYPE สำหรับเฟรมเกิน 400 AMP. ต้องติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออก โดยมี HAND CRANK เพื่อช่วยผ่อนแรงและต้องมีระบบ SAFETY TRIP MACHANISM CIRCUIT BREAKER จะ

TRIP ทันทีโดยอัตโนมัติถ้ามีการ PLUG-IN หรือ DRAW-OUT ในขณะที่ CIRCUIT BREAKER อยู่ในตำแหน่ง “ON” โดยมีตำแหน่งเลื่อนเข้าออก 3 ตำแหน่ง คือ

- CONNECTED : CIRCUIT BREAKER อยู่ในตำแหน่งใช้งานปกติ
- TEST : MAIN CONTACT ไม่ต่ออยู่กับระบบแต่ชุด CONTROL ยังไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ
- DISCONNECTED : MAIN CONTACT และชุด CONTROL ถูกตัดขาดจากระบบ

- OPERATING MECHANISM ต้องเป็นชนิดใดชนิดหนึ่งตามที่ระบุในแบบดังนี้
 - MANUAL OPERATED เป็นแบบสับเข้าและออกได้ด้วยมือ โดยวิธีบิดหรือสับขึ้นลง ซึ่งอาจจะเป็นแบบมีสปริง (SPRING LOADED) ก็ได้
 - MOTOR OPERATED เป็นแบบ CHARGE SPRING ด้วยมอเตอร์และสับเข้าออกด้วย SOLENOID หรือใช้มอเตอร์สับเข้าออกโดยตรงก็ได้ตามที่ระบุในแบบ แต่จะต้องมี CLEARING CONTACT สำหรับจับไฟจากมอเตอร์หรือ SOLENOID เมื่อสับหรือปลดแล้ว

4.3. ชนิดของ ENCLOSURE

ชนิดของ ENCLOSURE (ตู้เหล็ก) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ตามที่ระบุในแบบเป็นมาตรฐานของ NEMA ประเทศสหรัฐอเมริกา ชนิดของ ENCLOSURE ที่ใช้มีดังต่อไปนี้

NEMA	TYPE 1	GENERAL PURPOSE สำหรับการติดตั้งภายในอาคาร
NEMA	TYPE 3	R RAIN TIGHT สำหรับการติดตั้งภายนอกอาคารหรือกลางแจ้งเพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากฝน
NEMA	TYPE 4	WATER TIGHT สำหรับการติดตั้งภายในหรือภายนอกอาคารเพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากฝน หรือน้ำซึ่งมีแรงดัน
NEMA	TYPE 12	DUST TIGHT AND DRIP TIGHT สำหรับติดตั้งภายในอาคารเพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากสิ่งแปลกปลอมภายนอก เช่น ฝุ่นละออง ผง หรือน้ำ

4.4. A/C MOTOR CONTROL CENTER (AMCC)

- ความต้องการทั่วไป
 - ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งผลิตขึ้นตามมาตรฐาน มอก 1436 – 2540, VDE, IEC, NEMA หรือ ANSI สำหรับระบบไฟฟ้า 380/220 VOLT 3 PHASE 4 WIRE 50 Hz INSULATION CLASS 600V มีคุณสมบัติตามความต้องการของ NE CODE ARTICLE 384 และมีคุณสมบัติ/ลักษณะที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมให้ใช้งานได้
 - สวิตช์หรือ CIRCUIT BREAKER ทุกชุดที่ใช้ในตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น MAIN SWITCH, MAIN AND TIE CIRCUIT BREAKER หรือ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH อาจใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายอื่นได้ถ้าจำเป็น แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อน

- สวิตช์ตัดตอนที่ใช้ในตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด และสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ
- รายละเอียดทางโครงสร้าง
 - ตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำผ่านการทดสอบ FULLY TYPE TEST LICENSE หรือ FULLY TYPE TEST ตามมาตรฐาน IEC 439-1
 - โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากหนาอย่างน้อย 2 มม. หรือโครงตู้ทำด้วยเหล็กพับเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความแข็งแรงเชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียวถ้าตู้มีหลายส่วนและตั้งเรียงติดกัน ต้องยึดติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียว พร้อมมีแผ่นโลหะกั้นแยกส่วนภายในตู้ออกจากกัน
 - แผ่นโลหะรอบนอกต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิมโดยวิธี ELECTRO GALVANIZE แล้วพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน
 - ตัวตู้ประกอบขึ้นเป็น COMPARTMENT FORM 3 B ประกอบด้วย BUSBARS, CIRCUIT BREAKER, CABLE และ METERING COMPARTMENT โดยมีแผ่นโลหะกั้นระหว่าง COMPARTMENT และต้องมีฐานสำหรับยึด CIRCUIT BREAKER ด้วย
 - ตัวตู้ต้องสามารถเปิดได้ทั้งด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน และด้านข้างแผงประตูด้านหน้าของช่องใส่อุปกรณ์ ต้องติดบานพับชนิดซ่อน ด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแผง ๆ ละสองชั้นพับขอบมีแผ่นยาง SEAL และยึดกับโครงสร้างของตู้โดยใช้สกรู
 - ฝาด้านข้างและด้านหลัง จะต้องมีเกล็ดสำหรับระบายอากาศอย่างเพียงพอ โดยภายในช่องเกล็ดให้บุด้วยตาข่ายกันแมลง (INSECT SCREEN) และมี FILTER สำหรับป้องกันฝุ่นด้วย
 - ฝาดูด้านหน้าต้องมีป้ายชื่อทำด้วยพลาสติก พร้อมทั้ง MIMIC BUS DIAGRAM ติดให้เห็นอย่างชัดเจนและไม่หลุดง่าย
 - ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิมโดยวิธี ELECTRO GALVANIZE แล้วพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้ง (STOVE-ENAMELLED PAINT)
 - ฝาดูทุกบานที่มีบานพับปิดเปิดได้ ต้องมีการต่อลงดินด้วยสายดินชนิดลวดทองแดงถักต่อลงดินที่โครงตู้
 - ตัวโครงสร้างจะต้องขันสกรูหรือเชื่อมอย่างแข็งแรง ตัวเมน BUSBAR และโครงสร้างจะต้องสามารถทนแรงบิดหากเกิดการลัดวงจรในระบบไฟฟ้า ได้อย่างต่ำ 50,000 แอมแปร์
 - รูปแบบ (FORM) ของเมนแรงต่ำ ให้มีการแบ่งแยกส่วนต่าง ๆ ภายในตู้รูปแบบ 3B (FORM 3B)
- รายละเอียดทางด้านเทคนิค
 - ก. BUSBAR ที่ใช้ต้องทำจากทองแดงมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดและ AMPACITY ตามตารางที่แนบท้ายหมวดนี้ และจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ สะดวกต่อการเข้าสาย และมีระยะห่างจากฝาดูอย่างเพียงพอสำหรับการเดินสายไฟฟ้า นอกจากนี้ต้องมี GROUND BUS อยู่ด้านหลังมุมล่าง และ NEUTRAL BUS อยู่ด้านหลังมุมบนของตู้ หรือติดตั้งบริเวณอื่นของตู้แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน BUS ดังกล่าวจะต้องวางยาวตลอดความยาวของตู้และเจาะรูเตรียมสำหรับการต่อสายไว้

- ข. การจัดเฟสของ BUSBARS เมื่อมองจากด้านหน้าให้อยู่ในลักษณะดังนี้ A,B,C เรียงจากหน้าตู้ไปหลังตู้จากบนล่าง หรือจากซ้ายไปขวา
- ค. เมน BUSBARS เชื่อมระหว่างเมนกับ CIRCUIT BREAKER ต่าง ๆ จะต้องเป็นทองแดงขนาดโตพอสำหรับกระแสไฟฟ้า โดยไม่ทำให้อุณหภูมิของทองแดงสูงเกิน 70 องศาเซลเซียส
- ง. BUSBARS ภายในตู้ให้ทาสีหรือพ่นสีด้วยสีทนความร้อน เพื่อระบุเฟสดังนี้

เฟส A	:	สีดำ (BLACK)
เฟส B	:	สีแดง (RED)
เฟส C	:	สีน้ำเงิน (BLUE)
NEUTRAL	:	สีขาวหรือสีเทา
GROUND	:	สีเขียวหรือสีเขียวคาดเหลือง

- จ. จุดต่อหรือจุดสัมผัสระหว่าง BUSBAR กับ BUSBAR หรือ BUSBAR กับ TERMINAL PAD ให้ทาเคลือบจุดสัมผัสด้วย ELECTRICAL COMPOUND เพื่อป้องกันการเกิดออกไซด์
- ฉ. GROUND BUS จะต้องทำด้วยทองแดงที่ทน SHORT CIRCUIT ได้ไม่น้อยกว่า 50 KA
- ช. BOLTED NUT & WASHER สำหรับต่อ BUSBAR ให้ใช้ชนิด HIGH TENSION STEEL CLASS (8.8) และ BUSBAR SUPPORT จะต้องมีความเหมาะสม มีความแข็งแรงที่จะยึดอุปกรณ์ โดยสามารถรองรับกระแส SHORT CIRCUIT ที่ค่า SHORT CIRCUIT STRESS 50 KA.
- ซ. ที่ทางปลาเข้าสายให้สวมด้วย VINYL WIRE END CAP โดยเลือกขนาดให้เหมาะสมกับสายและทางปลาที่ใช้ และใช้รหัสตามเฟสนั้น ๆ ไม่น้อยกว่าให้ใช้เทปสีพันแทน เพราะจะทำให้ไม่คงทนและหลุดง่าย
- ณ. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า กับ TERMINAL BLOCK ภายในตู้ให้ใช้สายชนิด STRANDED ANNEALED COPPER WIRE 300V, 70DEG.C PVC-INSULATED ขนาดของสายไฟ ต้องมีรหัสสีและต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้

- CURRENT CIRCUIT	:	ใช้สายสีดำ ขนาด 4 ตร.มม.
- VOLTAGE CIRCUIT	:	ใช้สายสีแดง ขนาด 2.5 ตร.มม.
- AC. CONTROL CIRCUIT	:	ใช้สีเหลือง ขนาด 1.5 ตร.มม.
- DC. CONTROL CIRCUIT	:	ใช้สายสีน้ำเงิน ขนาด 1.5 ตร.มม.

SLEEVE และ CAP หุ้มปลายสายก็ให้ใช้รหัสสีเดียวกับสายด้วย

- สายไฟทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางเดินสาย (TRUNKING) เพื่อความเรียบร้อย และเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน สายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดต่าง ๆ และห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด

- สาย CONTROL ทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีเครื่องหมายกำกับเป็นระบบปลอกสวม (FERRULE) ซึ่งยากแก่การลอกหรือหลุดหายเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาภายหลัง
- สาย CONTROL ที่แยกออกจาก CABLE TRUNCKING ต้องจัดหรือรัดสายด้วย CABLE TIE ให้เป็นระเบียบ

CONTINUOUS CURRENT-CARRYING CAPACITY OF COPPER CONDUCTORS (IEC 439 - 1)
COPPER CONDUCTORS OF RECTANGULAR CROSS-SECTION INDOOR INSTALLATIONS, AMBIENT
TEMPERATURE 35 °C, TEMPERATURE RISE 70 °C CONDUCTOR TEMPERATURE 105 °C.
CONDUCTOR WIDTH VERTICAL, CLEARANCE BETWEEN CONDUCTS EQUAL TO CONDUCTOR
THICKNESS: WITH ALTERNATING CURRENT, PHASE CENTRE-LINE DISTANCE >0.8 X CLEARANCE
BETWEEN PHASES.

WIDTH X THICKNESS MM.	CONTINUOUS CURRENT IN A AT AMBIENT TEMP. 35 °C AND CONDUCTOR TEMP. 105 °C			
	BARE			
	NUMBER OF BAR / PHASE			
	1	2	3	4
12X3	212	373	487	-
12X5	286	546	786	-
12X10	468	923	1294	-
15X10	545	1046	1445	-
20X5	430	777	1072	-
20X10	787	1405	1863	-
25X5	513	910	1235	-
25X10	787	1405	1663	-
30X5	595	1044	1392	-
30X10	899	1564	2037	-
40X5	756	1298	1693	-
40X10	1122	1683	2386	-
50X5	1009	1716	2207	-
50X10	1337	2187	2706	-
60X5	1079	1786	2237	-
60X10	1552	2474	3012	-
80X5	1388	2252	2718	-
80X10	1945	3003	3578	-
100X5	1694	2687	3184	-
100X10	2336	3500	4114	-
120X10	2730	4009	4659	-
140X10	3110	4501	5191	-
150X10	3297	4724	5452	-
160X10	3483	4979	5710	-
200X10	4220	5929	6736	-

4.5. การทดสอบ

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดเครื่องมือ พนักงาน และดำเนินการทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งหมด โดยการทดสอบต่าง ๆ จะต้องกระทำผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- หากการทดสอบแสดงความบกพร่องของวัสดุ หรืออุปกรณ์ หรือการติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยน แก้ไขอุปกรณ์หรือการติดตั้ง ดังนั้นแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ ใหม่จนเป็นที่ยอมรับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- การทดสอบระบบไฟฟ้าแรงต่ำจะประกอบด้วย
 - RESISTANCE TO GROUND ของระบบสายดิน
ผลการทดสอบที่ยอมรับ = ไม่สูงกว่า 5 โอห์ม
 - INSULATION RESISTANCE TEST
เมื่อใช้ INSULATION TESTER 500 VDC
ผลการทดสอบเป็นที่ยอมรับ :
 - ก. MINIMUM INSULATION RESISTANCE TO EARTH = 1 เมกะโอห์ม
 - ข. MINIMUM INSULATION RESISTANCE BETWEEN PHASES = 1 เมกะโอห์ม
 - ค. MINIMUM INSULATION RESISTANCE BETWEEN LIVE PART ของ
FIXED EQUIPMENT กับ FRAME (เมื่อปลดสายออก) = 0.5 เมกะโอห์ม

4.5.4. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าทั้งหมดเพื่อให้ถูกต้องตามแบบและข้อกำหนด

5. ระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM)

5.1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ พร้อมทั้งนำอุปกรณ์นี้เชื่อมต่อกับระบบ BAS ตามขอบเขตที่ระบุในแบบ

5.2. มาตรฐานอ้างอิง

- ANSI/NFPA 70 : NATIONAL ELECTRICAL CODE
- EN50178 : ELECTRONIC EQUIPMENT FOR USE IN POWER INSTALLATION
- CSA C22.2 NO. 14-M91 : INDUSTRIAL CONTROL EQUIPMENT
- IEC 68 PART 2-3 : BASIS ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES PART 2: TESTS – TEST CA : DAMP HEAT
- IEC 146.1 : SEMICONDUCTOR CONVERTERS – GENERAL REQUIREMENTS AND LINE COMMUTATED CONVERTERS PART 1-1: SPECIFICATIONS OF BASIC REQUIREMENTS
- IEC 664 : INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS

- IEC 447	:	MAN-MACHINE INTERFACE ACTUATING PRINCIPLES
- IEC 439 PART 1	:	LOW VOLTAGE SWITCH GEAR AND CONTROL GEAR COMPONENTS
- IEC 364	:	ELECTRICAL INSTALLATION OF BUILDINGS
- IEC 204/NFPA 79	:	ELECTRICAL EQUIPMENT OF INDUSTRIAL MACHINES/INDUSTRIAL MACHINERY
- IEC 106	:	GUIDE FOR SPECIFYING ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR EQUIPMENT PERFORMANCE RATING
- IEC 529	:	DEGREES OF PROTECTION PROVIDED BY ENCLOSURE
- IEC 1000	:	ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY
- IEC 1800	:	ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS
- IEC 721	:	CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS
- IEC 255-8	:	OVERLOAD RELAYS
- IEC 801-2,-3,-4,-5	:	IMMUNITY TESTS
- NEMA ICS PART 4	:	OVERLOAD RELAYS
- NEMA ICS7	:	INDUSTRIAL CONTROL AND SYSTEMS VARIABLE SPEED DRIVES
- UL 508C	:	UL STANDARD FOR SAFETY POWER CONVERSION EQUIPMENT

5.3. คุณสมบัติทางสภาพแวดล้อม

- ได้รับมาตรฐาน EMC IMMUNITY STANDARDS:
 - IEC 1000-4-2 / EN 61000-4-2 LEVEL 3
 - IEC 1000-4-3 / EN 61000-4-3 LEVEL 3
 - IEC 1000-4-4 / EN 61000-4-4 LEVEL 4
 - IEC 1000-4-5 / EN 61000-4-5 LEVEL 3
 - IEC 1800-3 / EN 61800-3, ENVIRONMENT 1 AND 2

- ได้รับมาตรฐาน EMC CONDUCTED AND RADIATED EMISSIONS:
 - IES 1800-3 / EN 61800-3, ENVIRONMENT 1 (PUBLIC SECTOR) AND 2 (INDUSTRIAL SECTOR)
 - EN55011 CLASS A AS STANDARD
 - EN55022 CLASS B WITH ADDITIONAL FILTERS
- ได้ติดตั้ง CLASS A RFI FILTERS ไว้ภายใน
- ได้ติดตั้ง LINE CHOKE เป็นมาตรฐานไว้ภายในเครื่อง
- คุณสมบัติทางอุณหภูมิ
 - สามารถใช้งานได้ในที่มีอุณหภูมิแวดล้อมตั้งแต่ -10°C ถึง 40°C (14°F ถึง 104°F)
 - สามารถเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิ -25°C ถึง 70°C (-13°F ถึง 158°F)
- ทนความชื้นสัมพัทธ์ ได้สูงสุด 93% โดยที่ไม่มีการเกาะตัวเป็นหยดน้ำ
- สามารถใช้งานได้ในระดับที่มีความสูงจากพื้นดินจนถึง 1000 เมตร (3300 ฟุต) สำหรับการใช้งานในระดับที่สูงกว่า 1000 เมตร (3300 ฟุต) จะต้องลดระดับค่ากระแสสูงสุดของเครื่องลง 1% ทุก 100 เมตร (330 ฟุต) ที่เพิ่มขึ้น
- ได้รับมาตรฐาน IEC 60068-2-6 OPERATIONAL VIBRATION SPECIFICATION

5.4. คุณสมบัติทางไฟฟ้า

- ใช้งานได้กับขนาดแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ตั้งแต่ 380 ถึง 460 VAC +10%
- ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าที่มีช่วงความถี่ตั้งแต่ 47.5 ถึง 63 Hz
- ขนาดของกำลังไฟฟ้าของ VARIABLE SPED DRIVE SYSTEM จะต้องไม่น้อยกว่ากำลังมอเตอร์
- ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ได้ไม่น้อยกว่า 0.95 LAGGING ภายใต้อุปกรณ์ ความเร็วหรือสภาวะของโหลด
- ค่าประสิทธิภาพที่ 100% ของความเร็วและสภาวะของโหลด มีค่าไม่น้อยกว่า 96%
- สามารถให้แรงบิดได้สูงสุด 110% หรือมากกว่าของแรงบิดปกติของมอเตอร์เป็นเวลา 1 นาที
- สามารถปรับค่าความถี่สวิตช์ได้ และสามารถปรับค่าความถี่ได้อัตโนมัติเมื่อเครื่องมีความร้อนสูงขึ้นเพื่อลดเสียงรบกวนของมอเตอร์
- ในกรณีที่อุณหภูมิของ HEATSINK สูง ค่าความถี่สวิตช์ซึ่งสามารถปรับค่าลงได้อัตโนมัติเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวน ซึ่งจะยังคงรักษาความเร็วรอบของมอเตอร์ตามค่าความเร็วอ้างอิงได้

5.5. การป้องกัน

- เมื่อจ่ายไฟเข้าระบบ ตัวเครื่องจะทำการตรวจสอบการทำงานของหน่วยความจำ, อนุาล็อกอินพุต, ระบบติดต่อสื่อสาร, ระบบจ่ายไฟ DC และระบบควบคุมอย่างอัตโนมัติ
- สามารถใช้งานกับระบบที่ทนกระแสลัดวงจรได้สูงสุด 20,000 A RMS
- สามารถป้องกันการลัดวงจร (SHORT CIRCUITS) ระหว่างเฟสเอาต์พุต และระหว่างเฟสกับกราวนด์ได้
- สามารถป้องกันมอเตอร์ ในกรณีที่เกิดเฟสของมอเตอร์หาย (MOTOR PHASE LOSS) ได้
- สามารถตั้งฟังก์ชัน AUTO RESTART ซึ่งจะ RESTART ได้หลังจากเกิด FAULT ภายในเวลา 30 วินาที และสามารถ RESTART ได้สูงสุดเป็นจำนวน 6 ครั้ง
- มีฟังก์ชันที่สามารถบังคับให้ทำงาน (FORCED RUNNING) ในกรณีฉุกเฉินเมื่อเกิด FAULT ขึ้น

- กรณีที่สัญญาณอ้างอิงนาฬิกาหายไป สามารถที่จะตั้งโปรแกรมให้แสดงเป็น FAULT เกิดขึ้นได้
- มีการป้องกัน OVERLOAD CLASS 20 โดยการคำนวณค่า I2T ตามมาตรฐาน IEC 60947 และสามารถปรับค่ากระแส OVERLOAD ของมอเตอร์ได้ตั้งแต่ 0.25 ถึง 1.1% ซึ่งค่าสถานะความร้อนของมอเตอร์จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ และจะลดลงได้เมื่อมีการ OFF ระบบไฟ
- สามารถต่อกับ PTC PROBES เพื่อป้องกันปัญหาความร้อนที่เกิดกับมอเตอร์ โดยต่อผ่านทาง I/O EXTENSION CARD WITH ANALOG INPUT
- มีการตรวจสอบอุณหภูมิภายในตัวเครื่อง ด้วยการวัดอุณหภูมิที่ HEATSINK ด้วย THERMISTOR ซึ่งเมื่อมีอุณหภูมิ สูงเกินก็จะเกิด FAULT ขึ้น
- สามารถป้องกันปัญหาระบบไฟอินพุตหาย (MAINS PHASE LOSS) ได้
- มีช่วงความถี่ข้ามได้ 3 ช่วง ซึ่งสามารถโปรแกรมค่าความถี่ได้ และมีช่วงแบนวิดธ์ + 2.5 Hz เพื่อแก้ไขปัญหาเครื่องจักรสั่นจาก ความถี่ RESONANCE ทางกล ที่อาจเกิดขึ้นได้
- มี HARMONIC FITTER ประกอบเพื่อป้องกันและ/หรือลดคลื่น HARMONIC โดยจะต้องคำนวณขนาดของ HARMONIC ที่ติดตั้งลงไปทุกจุดที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ และทำการวัดทดสอบโดยอุปกรณ์วัดคลื่น HARMONIC และทำการปรับปรุงแก้ไขจนค่าที่เกิดขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่ออุปกรณ์ทั้งหมดในอาคารถูกใช้งานในสภาพปกติทั่วไปแล้ว

5.6. การปรับค่า

- สามารถตั้งค่าความเร็วของมอเตอร์ได้ตั้งแต่ 0.1 Hz ถึง 320 Hz หรือมากกว่า
- ค่าอัตราเร่งและอัตราลดความเร็วสามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่ 0.05 ถึง 999.9 วินาที หรือมากกว่าสามารถเก็บค่า FAULT ที่เกิดขึ้นก่อนหน้าได้ไม่น้อยกว่า 8 ค่า
- ในโปรแกรมมีฟังก์ชันประหยัดพลังงาน (ENERGY SAVING) โดยจะทำการปรับค่าแรงดันของมอเตอร์สำหรับโหลดแบบแรงบิดแปรผันอย่างอัตโนมัติ โดยที่ยังมีแรงบิดเพียงพอกับโหลด และยังคงรักษาอัตราส่วน VOLTS/Hz ในช่วงเร่งความเร็วไว้
- มีฟังก์ชันในปรับค่าอัตราเร่งความเร็วอย่างอัตโนมัติ โดยการยืดระยะเวลาในการลดความเร็วออกไปเมื่ออุปกรณ์ทางกลมีความฝืดมากขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการทริปได้
- สามารถควบคุมการหยุดของมอเตอร์ได้ ในขณะที่เกิดไฟฟ้าดับขึ้น

5.7. การแสดงผล

- มี KEYPAD DISPLAY ที่สามารถใช้งานในการแสดงค่าทางไฟฟ้า, ปรับค่าพารามิเตอร์, กำหนด I/O, แสดง FAULTS, ควบคุมแบบ LOCAL และสามารถเก็บค่าการปรับตั้งเป็น FILE ได้
- สามารถที่จะติดตั้งอุปกรณ์ KEYPAD DISPLAY ที่หน้าตู้คอนโทรล (REMOTE) โดยต่อเป็นอุปกรณ์เพิ่มเติมได้
- สามารถป้องกันการปรับค่าพารามิเตอร์ได้ด้วยการใส่ PASSWORD
- สามารถที่จะเก็บค่าพารามิเตอร์ของผู้ใช้งานได้ถึง 4 ชุด
- มีไฟ LED ติดตั้งหน้าเครื่อง เพื่อแสดงสถานะการทำงาน ซึ่งมีไฟสีเขียวแสดงว่ามีไฟเข้าระบบ และไฟสีแดงแสดงถึงความผิดปกติ (FAULT)

5.8. การควบคุม

- แหล่งจ่ายไฟภายใน (POWER SUPPLY) สามารถป้องกันการต่อผิดหรือ SHORT ได้ และ TRANSISTOR LOGIC OUTPUTS มีวงจรมีจำกัด กระแสซึ่งจะไม่เกิดความเสียหายเมื่อมีการ SHORT ขึ้น
- มี RELAY OUTPUT 230 V ภายใน 2 ตัว: CONTACT ที่ 1 จะแสดงสถานะของเครื่อง (FAULT), CONTACT ที่ 2 จะแสดงสถานะขณะ RUN ซึ่งสามารถเลือกโปรแกรม (PROGRAMMABLE) ได้
- มี ANALOG INPUT ที่สามารถโปรแกรมเลือกค่าต่างๆ ในการแสดงผลได้
 - VOLTAGE INPUT สามารถกำหนดรูปแบบการทำงานในช่วงความเร็วต่ำ (LSP) ได้ ในรูปแบบของ PEDESTAL หรือ DEAD BAND ได้
 - CURRENT INPUT สามารถโปรแกรมช่วงกระแสใช้งานได้ (X-Y MA) และมีการป้องกันเมื่อเกิดกระแสหายได้ (FAULT)
- มี ANALOG OUTPUT เป็นค่ากระแสที่สามารถโปรแกรมได้ (X-Y MA)
- มี PI REGULATOR รวมไว้ในตัวเครื่อง
- สามารถใช้งานฟังก์ชัน REFERENCE SWITCHING เพื่อสลับแหล่งอินพุตอ้างอิง และ AUTOMATIC / MANUAL เมื่ออยู่ในโหมด PI REGULATOR ได้
- สามารถกำหนดช่วงเวลาการทำงานในช่วงความเร็วต่ำสุด (LSP) ได้ ซึ่งมอเตอร์จะหยุดเองเมื่อทำงานเป็นเวลานานเกินกว่าเวลาที่ตั้งไว้ (SLEEP MODE) และมอเตอร์จะหมุนได้อีกครั้งเมื่อค่าความเร็วอ้างอิงมากกว่าค่าความเร็วต่ำสุด (LSP)
- มีระบบสื่อสารแบบ RS485 MULTI-DROP และเป็น MODBUS PROTOCOL เป็นมาตรฐานในตัวเครื่อง
- สำหรับระบบสื่อสารแบบอื่นๆ จะต้องใช้อุปกรณ์สื่อสารเพิ่มเติม ซึ่งระบบที่รองรับมีดังนี้
 - ETHERNET TCP/IP - CAN OPEN
 - MODBUS PLUS - FIPIO
 - DEVICE NET - LONWORKS
 - PROFIBUS DP - JOHNSON CONTROL N2
 - BACNET

5.9. การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต และตามผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างสมควร โดยมีผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเข้าร่วมทดสอบด้วย

6. ระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวล (SOFT START SYSTEM)

6.1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวล พร้อมทั้งนำอุปกรณ์เชื่อมต่อกับระบบ BAS หรือ PLC ตามขอบเขตที่ระบุในแบบ การเริ่มและหยุดการทำงานของมอเตอร์อะซิงโครนัส 3 เฟส สามารถทำได้ทั้งแบบ IEC หรือ NEMA

6.2. มาตรฐานอ้างอิง

- ระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวลได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของ EN/IEC60947-4-2

- ได้รับ CE MARKED ซึ่งเข้ากันได้กับ HARMONISED STANDARD EN/IEC 60947-4-2.
 - ความเข้ากันได้กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) ในส่วนของการแผ่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามมาตรฐาน EN/IEC 60947-4-2
 - CLASS A LEVEL
 - CLASS B LEVEL สำหรับรุ่นที่มีกระแสไม่เกิน 170 A ซึ่งต้องใช้ร่วมกับคอนแทคเตอร์ BYPASS เมื่อมอเตอร์ สตาร์ทเสร็จแล้ว
 - ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL 508 และ CSA “INDUSTRIAL CONTROL EQUIPMENT”
 - โรงงานผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 VERSION 2000 และ ISO 14001
- 6.3. คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์
- หลักการทำงานของระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวลใช้หลักการลิมิตกระแสหรือการปรับระดับแรงดัน และใช้หลักการควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ (TORQUE CONTROL) ซึ่งสามารถปรับระดับแรงบิดได้ตลอดช่วงการเร่งความเร็ว และสามารถปรับแรงบิดให้มีค่าคงที่ตลอดตั้งแต่สตาร์ทจนถึงความเร็วสูงสุด
 - สำหรับระบบงานที่ใช้กับปั๊ม จะต้องสามารถลดการกระแทกของน้ำ (WATER HAMMER) ได้ โดยการลดความเร็วด้วยวิธีการปรับแรงบิด
 - มีระบบการป้องกันมอเตอร์โดยการวัดค่ากระแสจริงที่จ่ายออกจากตัวเครื่อง
 - มีการเดินสายไฟเข้าทางด้านบนของเครื่อง และด้านล่างเป็นส่วนที่ต่อสายไปยังมอเตอร์
 - สามารถใช้งานร่วมกับคอนแทคเตอร์ BYPASS ได้ โดยที่ฟังก์ชันการป้องกันมอเตอร์ โอเวอร์โหลด ความร้อน อันเดอร์โหลด) ยังทำงานได้ปกติ
 - มีการแยกระบบจ่ายไฟสำหรับวงจรควบคุมออกมาต่างหาก
- 6.4. คุณสมบัติของสภาพแวดล้อม
- สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิภายนอกที่ -10 ถึง 40°C และยังสามารถทำงานที่อุณหภูมิ 40 ถึง 60°C โดยการลดระดับค่ากระแสสูงสุดของเครื่องลง 2% ทุกองศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิสูงกว่า 40°C
 - ทนความชื้นได้สูงสุด 95% โดยที่ไม่มีการเกาะตัวเป็นหยดน้ำ ตามมาตรฐาน IEC 60947-4-2
 - สามารถเก็บตัวเครื่องได้ในที่อุณหภูมิระหว่าง -25 ถึง 70°C
 - สามารถใช้งานได้ในระดับที่สูงจากพื้นดินสูงสุด 1000 เมตร (3280 ฟุต) โดยที่ต้องมีการลดระดับค่ากระแสสูงสุดของเครื่องลง 2.2% ทุก 100 เมตรที่เพิ่มขึ้น
 - มีเสียงรบกวนสูงสุดไม่เกิน 65 DBA
 - สามารถทนภาวะมลพิษสูงสุดได้ถึง ระดับ 3 ตามมาตรฐาน IEC 60664-1 (หรือ IEC 60947-4-2)
- 6.5. คุณสมบัติทางไฟฟ้า
- THE UTILISATION CATEGORY OF THE STARTERS WILL BE AC 53A CONFORMING TO THE PRODUCT STANDARD EN/IEC 60947-4-2.
 - ใช้งานได้กับระบบไฟหลายระดับ ตั้งแต่ 230 ถึง 415 V (230 -15% ถึง 415 +10%) หรือ 208 ถึง 690 V (208 -15% ถึง 690 +10%)
 - ระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวลจะต้องมีขนาดกระแสหรือกำลังไฟฟ้าเหมาะสมกับมอเตอร์

- ใช้ได้กับระบบไฟความถี่ 50 และ 60 Hz ที่ความแตกต่าง +5% และยังสามารถปรับให้เป็น +20% เมื่อใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - ลอจิกอินพุต; มีให้ใช้งาน 4 อินพุต ใช้กับไฟ 24 VDC
 - รีเลย์เอาต์พุต; มีให้ใช้งาน 3 รีเลย์ คอนแทคแบบปกติเปิด (N/O)
 - ลอจิกเอาต์พุต; มีให้ใช้งาน 2 เอาต์พุต ใช้กับไฟ 24 VDC
 - อนาล็อกเอาต์พุต; มีให้ใช้งาน 1 เอาต์พุต มีทั้งแบบกระแส 0 - 20 MA หรือ 4 - 20 MA
 - มีแหล่งจ่ายไฟ 24 VDC สำหรับลอจิกอินพุต/เอาต์พุต ภายในตัวเครื่อง
- 6.6. การป้องกัน
- สามารถใช้งานร่วมกับหัววัดอุณหภูมิ (PTC PROBE) เพื่อป้องกันความร้อนของมอเตอร์
 - มีการคำนวณความร้อนของมอเตอร์อย่างต่อเนื่อง โดยคำนวณจากกระแสที่วัดจริง อีกทั้งยังสามารถใช้ระบบป้องกันความร้อนหลายๆระดับตามมาตรฐาน EN/IEC 60947-4-2 : ระดับ 10A, 10, 20, 30 นอกจากนี้การคำนวณการป้องกันความร้อนยังสามารถทำได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีไฟจ่ายให้กับตัวเครื่อง
 - สามารถตรวจจับการทำงานของมอเตอร์แบบไม่มีโหลด (UNDERLOAD) โดยตรวจสอบจากแรงบิดที่เปลี่ยนแปลงไป และยังสามารถปรับระดับการตรวจจับของมอเตอร์ขณะไม่มีโหลด (UNDERLOAD) ได้
 - สามารถตรวจจับการทำงานของมอเตอร์แบบโหลดเกิน (OVERLOAD) โดยตรวจสอบจากกระแสที่เพิ่มขึ้น และยังสามารถปรับระดับการตรวจจับของมอเตอร์ขณะโหลดเกิน (OVERLOAD) ได้
 - มีระบบป้องกันมอเตอร์หมุนกลับทาง และตรวจจับความผิดปกติของระบบไฟฟ้าของระบบจ่ายไฟ หรือของมอเตอร์
 - สามารถตรวจจับความผิดปกติภายนอกที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ตัวเครื่องหยุดการทำงานได้
 - ฟังก์ชันการป้องกันสามารถทำงานได้ปกติถึงแม้ว่าจะมีการใช้คอนแทคเตอร์ BYPASS ก็ตาม
- 6.7. การสื่อสาร
- มีพอร์ตสื่อสารแบบ MODBUS แบบ RTU เป็นมาตรฐานทุกรุ่น ซึ่งสามารถต่อเป็นแบบ MULTIDROP ได้
 - สามารถสื่อสารผ่านทางระบบ ETHERNET หรือระบบเน็ตเวิร์คอื่นๆ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารเพิ่มเติม
 - มีระบบการสื่อสาร เพื่อใช้ในการควบคุมใช้แสดงสถานะการทำงานของเครื่องและสามารถปรับเปอร์เซ็นต์ค่าต่าง ๆ ได้
- 6.8. การควบคุม
- สามารถใช้เริ่มหมุนและลดความเร็วมอเตอร์หลายๆ ตัวในการต่อแบบ CASCADE
 - สามารถตั้งค่าคุณสมบัติของมอเตอร์ตัวที่ 2 ซึ่งแตกต่างจากตัวที่ 1 ได้
 - มีฟังก์ชันการอุ่นมอเตอร์ไล่ความชื้น เพื่อป้องกันมอเตอร์ลัดวงจรเนื่องจากความชื้น เมื่อหยุดมอเตอร์เป็นเวลานาน และยังสามารถปรับระดับกระแสสำหรับอุ่นไล่ความชื้นได้
 - สามารถควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์ BYPASS คือคอนแทคเตอร์จะปิดลงเมื่อมอเตอร์สตาร์ทเสร็จและจะเปิดออกเมื่อมีคำสั่งหยุดหมุน
 - สามารถควบคุมการทำงานของไลน์คอนแทคเตอร์ คือคอนแทคเตอร์จะปิดลงเมื่อมีคำสั่งเริ่มหมุนและจะเปิดออกเมื่อมีคำสั่งหยุดหมุน
 - สามารถตั้งรหัสเพื่อป้องกันการแก้ไขข้อมูลในตัวเครื่องได้

- มีหน้าจอและปุ่มกดสำหรับการโปรแกรม และเป็นอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการต่อเป็นอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล
- ข้อมูลที่สามารถตรวจสอบผ่านทางหน้าจอของเครื่องได้มีดังนี้
 - กระแสของมอเตอร์
 - แรงบิดของมอเตอร์
 - ความร้อนของมอเตอร์
 - เพาเวอร์แฟคเตอร์ (COSINE Φ)
 - กำลังงาน
 - สถานะการทำงานขณะนั้น (เร่ง, ลดความเร็ว หรืออื่นๆ)
 - ระยะเวลาการใช้งานของเครื่อง
 - ความผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังสุด
- ข้อมูลที่สามารถส่งผ่านมาทางอนาล็อกเอาต์พุต มีดังนี้
 - กระแสของมอเตอร์
 - แรงบิดของมอเตอร์
 - ความร้อนของมอเตอร์
 - เพาเวอร์แฟคเตอร์ (COSINE Φ)
 - กำลังงาน

6.9. การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวล ตามคำแนะนำของผู้ผลิต และตามผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมทดสอบด้วย

7. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ระบุให้ใช้เป็นชนิดประสิทธิภาพสูงให้เป็นไปตามตารางดังต่อไปนี้
ตารางค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงตามมาตรฐาน NEMA (%)

HP	2 POLES	4 POLES	6 POLES	8 POLES
1	75.5	82.5	80.0	75.5
1.5	82.5	84.0	85.5	77.0
2	84.0	84.0	86.5	82.5
3	85.5	87.5	87.5	84.0
5	87.5	87.5	87.5	85.5
7.5	88.5	89.5	89.5	85.5
10	89.5	89.5	89.5	88.5
15	90.2	91.0	90.2	88.5
20	90.2	91.0	90.2	89.5
25	91.0	92.4	91.7	89.5
30	91.0	92.4	91.7	91.0
40	91.7	93.0	93.0	91.0
50	92.4	93.0	93.0	91.7
60	93.0	93.6	93.6	91.7
75	93.0	94.1	93.6	93.0
100	93.6	94.5	94.1	93.0
125	94.5	94.5	94.1	93.6
150	94.5	95.0	95.0	93.6
200	95.0	95.0	95.0	94.1
250	95.4	95.0	95.0	94.5
300	95.4	95.4	95.4	94.5
400	95.4	95.4	95.4	94.5
500	95.4	95.8	95.4	94.5

หมายเหตุ : ค่าคลาดเคลื่อนค่าประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ + 0.5%

ที่มา : กองภาคอุตสาหกรรม สำนักงานการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

หมวดที่ 11 ระบบป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือน

NOISE AND VIBRATION CONTROL SYSTEM

1. อุปกรณ์และระบบลดแรงสั่นสะเทือน (VIBRATION CONTROL)

- 1.1. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนให้กับเครื่องจักรกลทุกชิ้นของระบบปรับอากาศตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์หรือตามข้อกำหนดในเรื่องที่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนและเสียงไปตามโครงสร้างของอาคาร
- 1.2. การเลือกขนาดของแท่นกันสะเทือนหรืออุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนต้องเหมาะสมกับการกระจายน้ำหนัก (WEIGHT DISTRIBUTION) ของเครื่องจักรกลที่เสนอเพื่อทำให้เกิด STATIC DEFLECTION อย่างสม่ำเสมอตามต้องการ
 - แท่นและอุปกรณ์กันสะเทือนของเครื่องทำความเย็น (REFRIGERATION MACHINE FOUNDATION AND ISOLATORS)
 - ตัวแท่นเป็นคอนกรีตมีความกว้างรอบตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว สูงจากพื้นโครงสร้างไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว
 - เครื่องที่ติดตั้งอยู่ ณ ชั้นล่างสุดของอาคารและสามารถส่งถ่าย การสั่นสะเทือนลงสู่พื้นดินโดยตรงให้ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนเป็นแผ่น NEOPRENE FRICTION PAD
 - เครื่องทำความเย็นซึ่งติดตั้งอยู่ ณ ชั้นอื่น ๆ ที่มีใช้ชั้นใต้ดินของตัวอาคาร อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนต้องเป็นแบบขดสปริงอยู่ใน HOUSING เพื่อป้องกันการเกิด BINDING ของสปริงทางด้านข้าง ด้านบนของตัวกันสะเทือนต้องมีที่ปรับระดับ และตัวกันมิให้ขดสปริงยึดหรือหดตัวไม่ว่าน้ำหนักขณะใช้งานของเครื่องทำความเย็นจะแปรเปลี่ยนไปอย่างไร ส่วนด้านล่างซึ่งสัมผัสกับพื้นต้องเป็นแผ่น NEOPRENE FRICTION PAD เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของตัวเครื่องและเพื่อป้องกันคลื่นความถี่สูง
 - การติดตั้งให้ทำตามคำแนะนำทั้งของผู้ผลิตเครื่องและผู้ผลิตอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนโดยเคร่งครัด
 - แท่น และอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องสูบน้ำ (PUMP FOUNDATION AND ISOLATORS)
 - แท่น INERTIA BASE ประกอบด้วยฐานคอนกรีตเสริมเหล็กกรุปลีเหล็กแผ่นผิว รองรับไว้ให้ลอยอยู่กับที่ด้วยอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบขดสปริง
 - ขนาดของแท่น INERTIA BASE ต้องใหญ่พอที่จะรองรับข้องอต่อ น้ำส่วนที่ต่อเข้ากับด้านดูด และด้านส่งของเครื่องสูบน้ำได้ และต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว แต่ไม่เกิน 12 นิ้ว ยกเว้นผู้ผลิตอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนจะแนะนำให้ใช้แท่นคอนกรีตหนากว่านี้เพื่อเพิ่มมวลและความมั่นคงในการรองรับ
 - การหล่อแท่น INERTIA BASE ให้ใช้เหล็กโครงสร้างรูปตัว I หรือตัว C คัดรัดโดยรอบแล้ววางเหล็กเสริมซึ่งอาจใช้เหล็กเส้นกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว หรือเหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว เชื่อมสายกันเป็นตาข่ายทุกๆ 6 นิ้ว ชั้นของเหล็กเสริมนี้วางห่างจากผิวด้านล่างของตัวฐานประมาณ 1 1/2 นิ้ว
 - ขดสปริงที่ใช้เป็นแบบ FREE STANDING และมีความสมดุลทางด้านข้างโดยไม่ต้องใช้ HOUSING ด้านล่างของสปริงต้องเป็นแบบแผ่น NEOPRENE FRICTION PAD เพื่อกันแท่นเลื่อน การยึดขดสปริงให้ติดกับฐานคอนกรีตให้ใช้ HEIGHT SAVING BRACKET เพื่อให้ส่วนล่างของแท่น INERTIA BASE อยู่สูงจากพื้นโครงสร้างประมาณ 1 นิ้ว
 - แท่น COOLING TOWER (COOLING TOWER FOUNDATION)
 - ตัวแท่นเป็นคอนกรีต ขนาด และจำนวนของแท่นต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิต COOLING TOWER แนะนำ เพื่อให้ตัว COOLING TOWER ตั้งได้ระดับ พร้อมทั้งมี SPRING ISOLATOR และโครงสร้างเหล็กปรับระดับน้ำ

- กรณี COOLING TOWER ติดตั้งอยู่ที่ซึ่งจะมีลมพัดแรง SPRING ISOLATOR จะต้องเป็นแบบชนิดที่มี HOUSING เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของแกน ISOLATOR เมื่อเวลาเกิดลมพัด
- อุปกรณ์กันสะเทือนสำหรับเครื่องส่งลม (AIR HANDLING UNIT ISOLATORS)
 - เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่แบบตั้งพื้น (AHU) ให้รองหนุนใต้เครื่องด้วยอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบ RUBBER - IN - SHEAR หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าที่ผู้ผลิตแนะนำ ผิวด้านบนและด้านล่างของอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนต้องมีลักษณะเป็น FRICTION PAD เพื่อตรึงเครื่องให้อยู่กับที่โดยไม่ต้องใช้สลักเกลียวยึด
 - เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่แบบแขวน (AHU) สำหรับด้านบนของเหล็กแขวนเครื่องส่วนที่ยึดติดกับเพดาน ให้ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบที่มี RUBBER - IN - SHEAR และชดสปริงอยู่ใน HANGER BOX เดียวกัน รูปร่างด้านล่างของ HANGER BOX ส่วนที่ก้านเหล็กแขวนสามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้บ้าง โดยไม่แตะถูกขอบรูอันจะทำให้เกิดการลัดวงจรของแรงสั่นสะเทือนผ่านชดสปริง
 - เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) ให้ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบ NEOPRENE IMPREGNATED DUCK WASHER ร้อยผ่านเหล็กแขวนและยึดติดด้านบนและด้านล่างของเหล็กแขวนเครื่อง
 - พัดลมระบายอากาศแบบตั้งพื้น ให้รองหนุนใต้เครื่องด้วยอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบชดสปริงชนิด FREE STANDING ด้านล่างของชดสปริงเป็นแบบแผ่น NEOPRENE FRICTION PAD เพื่อกันแทนเลื่อนการยึดชดสปริงให้ติดกับฐานคอนกรีตให้ใช้ HEIGHT SAVING BRACKET เพื่อให้ส่วนล่างของแท่นเครื่องอยู่สูงจากพื้น
 - พัดลมระบายอากาศแบบแขวน ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนชนิดที่มี RUBBER - IN - SHEAR และชดสปริงอยู่ใน HANGER BOX เดียวกัน
- อุปกรณ์กันสะเทือนสำหรับแขวนท่อน้ำ (PIPING ISOLATORS)
 - ท่อน้ำที่ต่อเข้ากับเครื่องทำความเย็น และเครื่องสูบน้ำให้ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนชนิดที่มี RUBBER - IN - SHEAR และชดสปริงอยู่ใน HANGER BOX เดียวกัน แขวนท่อให้ติดกับเพดานห่างออกมาจากเครื่องจักรกลนั้นเส้นท่อละไม่น้อยกว่า 5 จุด ภายหลังจากนั้นจึงเปลี่ยนไปใช้ที่แขวนท่อแบบไม่มีตัวลดแรงสั่นสะเทือน
- ท่อน้ำที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือผนัง
 - ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบการติดตั้งท่อน้ำไม่ให้มีผิวของท่อน้ำสัมผัสกับโครงสร้างของอาคาร โดยท่อน้ำต้องวางผ่าน SLEEVE หรือช่องเปิดที่กำแพงหรือพื้น เมื่อติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้วต้องอัดโดยรอบด้วยใยแก้ว / ใยหิน และปิดทับด้วยวัสดุกันไฟ ก่อนปิดด้วยแผ่นปิด (ESCUTCHEON PLATE) ที่ไม่ยึดแน่นกับตัวท่อน้ำอีกทีหนึ่ง (ดูได้จาก STANDARD DETAIL)
- ท่อร้อยสายไฟที่ต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า
 - สายไฟที่เดินออกจากกล่องต่อสายของมอเตอร์ ให้ร้อยผ่านท่อร้อยสายแบบ WATER PROOF FLEXIBLE CONDUIT
- ท่อลมที่ผ่านกำแพงหรือพื้น
 - ท่อลมเมื่อเดินผ่าน SLEEVE ที่กำแพง หรือพื้น แล้วต้องอัดโดยรอบด้วยใยแก้ว / ใยหิน และปิดทับด้วยวัสดุกันไฟ ก่อนปิดด้วยปลอกที่ไม่ยึดแน่นกับตัวท่อลมอีกทีหนึ่ง (ดูได้จาก STANDARD DETAIL)

2. อุปกรณ์และระบบดูดซับเสียง (NOISE CONTROL)

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสียงสะท้อนและลดเสียงดังภายในทอลมอันเนื่องมาจากพัดลมที่อยู่ภายในเครื่องส่งลมซึ่งจะถ่ายทอดไปสู่ภายในห้องที่ต้องการควบคุมระดับเสียงรบกวน ระดับความดังของเสียงรบกวนภายในห้องต้องไม่เกินกว่าระดับที่กำหนดไว้เฉพาะสำหรับพื้นที่นั้นๆ เพื่อประโยชน์สำหรับการคำนวณระดับเสียงในพื้นที่ต่างๆ ให้ใช้ตัวเลขต่อไปนี้เป็นมาตรฐานในการคิดคำนวณ

พื้นที่	ระดับเสียงน้อยกว่าหรือเท่ากับ NC
ห้องทำงานทั่วไป	35
ห้องโถง ทางเดิน	40
พื้นที่สาธารณะ	40
ห้องประชุม	30
สโมสร์ ห้องอาหาร	35
ห้องรัฐพิธี	25
ห้องสมุดและพิพิธภัณฑ	25
ห้อง STUDIO และห้องควบคุมของสถานีวิทยุโทรทัศน์	20

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการทำการรายการคำนวณเสียงที่จะเกิดขึ้นสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ อันเกิดขึ้นจากอุปกรณ์ต้นทางอันได้แก่ พัดลม เครื่องส่งลมเย็น เครื่องสูบน้ำ เครื่องทำน้ำเย็น หอผึ่งน้ำ รวมทั้งเสียงที่เกิดจากลมในทอลม ลมที่ออกจากหัวจ่ายและเสียงจากการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงเพื่อประกอบการขออนุญาตในการติดตั้งอุปกรณ์และระบบที่อาจจะทำให้เกิดเสียงได้ เพื่อให้เสียงจากระบบปรับอากาศในพื้นที่ที่กำหนดไว้ดังกล่าวไม่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และในกรณีที่เกิดปัญหาไม่สามารถทำให้เสียงที่เกิดจากระบบปรับอากาศและระบายอากาศอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดต้องดำเนินการแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม อุปกรณ์ต้นกำเนิดเสียง หรือติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงจนกว่าระดับเสียงในพื้นที่ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น ทั้งนี้รวมถึงค่าใช้จ่ายในการตรวจวัด ส่งอุปกรณ์ไปทดสอบและรับรองอื่นๆทั้งสิ้น

อุปกรณ์และวิธีการบุเพื่อการลดเสียงให้เป็นไปตามดังต่อไปนี้

2.1. อุปกรณ์ลดเสียง (SOUND ATTENUATORS) จะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- ต้องเป็นวัสดุไม่ติดไฟตามมาตรฐาน วสท. หรือ NFPA 90
- วัสดุชนิดใยแก้วหรือใยหินมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.28 BTU-IN/HR-SQ.FT-°F ที่อุณหภูมิ 75°F
- ความหนาแน่นของวัสดุดูดซับเสียงไม่น้อยกว่า 3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุตหรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- อุปกรณ์ลดเสียงจะต้องสามารถลดเสียงลง (NOISE REDUCTION CAPACITY, NRC) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยมีความเร็วลมที่ผ่านหน้าตัดอุปกรณ์ลดเสียง (FACE VELOCITY) ไม่เกิน 1,500 ฟุตต่อนาทีและความดันลด (PRESSURE DROP) ไม่เกิน 0.50 นิ้วของน้ำ

- ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติในการลดเสียงในทุก ๆ ความถี่ตลอดช่วง OCTAVE BAND มา ประกอบการขออนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 2.2. อุปกรณ์ลดเสียงชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (RECTANGULAR ATTENUATOR) ประกอบด้วย
- ตัวถัง (CASING) และแผ่นแบ่ง (SPLITTER) ซึ่งทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.00 มิลลิเมตร การต่อประกอบแผ่นแบ่งเข้ากับตัวถังจะต้องไม่ให้เกิดลมรั่ว รอยต่อจะต้องแข็งแรง การต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลมใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลน
 - ผิวตัวถังและแผ่นแบ่งที่สัมผัสกระแสลมจะต้องบุด้วยวัสดุดูดซับเสียงทุกด้าน โดยแต่ละด้านจะต้องใช้วัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสลมด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.53 มิลลิเมตร เมื่อประกอบเรียบร้อยแล้วจะต้องมีช่องว่างให้อากาศผ่านได้ (AIR PASSAGE WAY) โดยมีความกว้างของช่องอากาศอยู่ระหว่าง 4 - 6 นิ้ว
 - ด้านปลายของวัสดุดูดซับเสียงที่ปิดทับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนทั้งด้านต้นลม (UP STREAM) และปลายลม (DOWN STREAM) จะต้องถูกออกแบบให้มีลักษณะโค้งมนเพื่อลดกระแสสวน (TURBULENT) และความเสียดทานอากาศ (AIR FRICTION)
- 2.3. อุปกรณ์ลดเสียงชนิดทรงกระบอกกลม (CYLINDER ATTENUATOR) ประกอบด้วย
- ตัวถัง (CASING) และแกนทรงกระบอก (CORE) ซึ่งทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.45 มิลลิเมตร แกนทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว การยึดแกนทรงกระบอกเข้ากับตัวถังให้ใช้ครีปที่ไม่ด้านกระแสลม การต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลมใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลน
 - ผิวตัวถังที่สัมผัสกระแสลมจะต้องบุด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ส่วนแกนทรงกระบอกจะต้องบุภายนอกด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ช่องว่างแกนทรงกระบอกให้บรรจุด้วยวัสดุดูดซับเสียงจนเต็ม เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าของวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสลมด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.53 มิลลิเมตร
 - ด้านปลายของวัสดุดูดซับเสียงที่ปิดทับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนทั้งด้านต้นลม (UP STREAM) และปลายลม (DOWN STREAM) จะต้องถูกออกแบบให้มีลักษณะโค้งมนเพื่อลดกระแสสวน (TURBULENT) และความเสียดทานอากาศ (AIR FRICTION)
- 2.4. ฉนวนภายในท่อลม (INTERNAL DUCT LINING) ให้เป็นใยแก้วชนิดแข็งและมีคุณสมบัติและส่วนประกอบดังนี้
- ต้องเป็นวัสดุไม่ติดไฟตามมาตรฐาน วสท.หรือ NFPA 90
 - วัสดุชนิดใยแก้วหรือใยหินมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.28 BTU-IN/HR-SQ.FT-°F ที่อุณหภูมิ 75°F
 - ความหนาแน่นของวัสดุดูดซับเสียงไม่น้อยกว่า 3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต ความหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้วสำหรับท่อลม และไม่น้อยกว่า 2 นิ้วสำหรับกล่องลม (AIR CHAMBER / AIR PLENUM) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

- ผิวของวัสดุดูดซับเสียงด้านสัมผัสกระแสลมจะต้องปิดทับด้วยวัสดุ GLASS CLOTH หรือ PERFORATED ALUMINUM FOIL โดยที่แผ่นพอยล์จะต้องประกอบด้วย แผ่นพอยล์ด้านนอก, กระจกฉนวน, เส้นใยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง และแผ่นพอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดย ADHESIVE ตามกรรมวิธีของแต่ละการผลิต
- การติดตั้งให้ใช้กาวชนิดไม่ติดไฟและยึดแน่นด้วย WELDED MECHANICAL PIN ชนิดพลาสติกหัวมนเพื่อไม่ให้เกิดเสียงขณะกระแสลมผ่าน
- ท่อลมท่อนที่ทำฉนวนภายในท่อลมแล้วไม่ต้องหุ้มฉนวนภายนอกท่อลมอีก

2.5. การติดตั้ง (INSTALLATIONS)

- วัสดุดูดซับเสียง เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ผิวหน้าต้องไม่ฉีก ขาด หรือหลุดร่อนออกเมื่อถูกกระแสลมพัดผ่าน
- ไม่ว่าจะอยู่ในระหว่างการติดตั้งหรือการใช้งานตามปกติ วัสดุดูดซับเสียงจะต้องอยู่ในสภาพดีสมบูรณ์
- เมื่อตรวจสอบขั้นสุดท้าย วัสดุดูดซับเสียงที่เสียหายในขณะทำการขนส่งก็ดี จากการสั่นสะเทือนก็ดี หรือการห่อหุ้มไม่เรียบร้อยทำให้เกิดการชำรุดขึ้น จะไม่อนุญาตให้นำมาใช้งาน ส่วนใดที่ติดตั้งไปแล้วเกิดชำรุดเสียหาย จะต้องเปลี่ยนให้ใหม่หรือให้ทำตาม WORK INSTRUCTION ของ ผู้ควบคุมงาน

2.6. การบุฉนวนเก็บเสียงสำหรับห้องเครื่องส่งลมเย็น (A.H.U. ROOM) และช่องทางลมกลับ (RETURN AIR CHAMBER)

- ในกรณีที่ต้องลดเสียงสะท้อนในห้องเครื่องส่งลมเย็น ไม่ให้เข้าไปในบริเวณพื้นที่ปรับอากาศเพื่อทำให้ระดับเสียงในพื้นที่ปรับอากาศอยู่ในระดับที่ต้องการให้ทำการบุฉนวนใยแก้วชนิดแข็งความหนา 2 นิ้วซึ่งมีคุณสมบัติอื่น ๆ เหมือนดังที่ระบุไว้ในเรื่องของวัสดุที่ใช้บุภายในท่อลมที่ผนังห้องทุกด้าน โดยมีความสูงจากพื้นขึ้นมาประมาณ 50 เซนติเมตรจนถึงเพดานห้อง โดยฉนวนชนิดแข็งนี้ต้องบุทับด้วยผ้าแก้ว (GLASS CLOTH) เพื่อป้องกันการหลุดลุ่ยของฉนวนใยแก้ว จากนั้นให้ใช้แผ่นเหล็กที่มีรูพรุน (PERFORATED STEEL SHEET) ปิดทับฉนวนบุผ้าแก้วดังกล่าว

แผ่นเหล็กดังกล่าวต้องมีความแข็งแรงและความคงทนพอที่จะไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือโค้งงอและต้องแข็งแรงพอที่จะป้องกันความเสียหายทางกล (MECHANICAL DAMAGES) ให้แก่ฉนวนเก็บเสียงนี้

- ในกรณีที่เป็นช่องทางลมกลับให้บุฉนวนใยแก้วชนิดแข็งความหนา 2 นิ้วที่หุ้มด้วยผ้าแก้วหรือ PERFORATED ALUMINIUM FOIL ซึ่งมีคุณสมบัติอื่นและการยึดติดดังที่ระบุไว้ในหัวข้อฉนวนภายในท่อลมทุกประการ

หมวดที่ 12 ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม FIRE BARRIER SYSTEM

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 รายการประกอบแบบก่อสร้างนี้เป็นการจัดหาวัสดุป้องกันไฟลามสำหรับ
 - ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (THROUGH PENETRATIONS)
 - ช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINTS)
 - ช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์และพื้นอาคาร (PERIMETER JOINTS)และครอบคลุมถึงชนิดของวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่เหมาะสม วิธีการและขั้นตอนในการติดตั้งที่ถูกต้องให้เป็นไปตามระบบที่ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป รวมทั้งขั้นตอนในการควบคุมคุณภาพในการทำงาน
- 1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่เหมาะสมกับการกันไฟ ความร้อน ควัน และก๊าซร้อนตามแบบที่กำหนด ช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อใดที่ต้องปิดเพื่อการกันไฟลามแต่มีได้กำหนดในแบบ ผู้รับจ้างต้องติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและลามปิดช่องเปิดหรือรอยต่อนั้นให้เรียบร้อยด้วย ซึ่งรวมไปถึง
 - ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น คาน หรืออื่นๆ
 - ช่องท่อต่างๆซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้วและมีช่องว่างเหลืออยู่
 - ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
 - ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดสำหรับสายไฟฟ้า สายเคเบิลหรือสายอื่นๆ ท่อร้อยสายไฟฟ้า สายเคเบิลหรือสายอื่นๆ หรือรางสายไฟฟ้า สายเคเบิลหรือสายอื่นๆ ที่มีช่องว่างอยู่
 - ภายในช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดที่ทะลุพื้นทึบไฟ ผนังทึบไฟหรือเพดานทึบไฟ
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามรูปแบบที่ระบุไว้ในระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และผ่านการอนุมัติจากตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- 1.4 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (THROUGH PENETRATIONS) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 1479
- 1.5 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINTS) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079
- 1.6 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์และพื้นอาคาร (PERIMETER JOINTS) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079

2. หน่วยงาน เอกสาร มาตรฐาน และวิธีการทดสอบอ้างอิง

- 2.1 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM):
 - ASTM E8 4 STANDARD TEST METHOD FOR SURFACE BURNING CHARACTERISTICS OF BUILDING MATERIALS
 - ASTM E119 STANDARD TEST METHODS FOR FIRE TESTS OF BUILDING CONSTRUCTION AND MATERIALS
 - ASTM E8 1 4 STANDARD TEST METHOD FOR FIRE TEST OF THROUGH-PENETRATION FIRE STOPS
 - ASTM E1 3 9 9 STANDARD TEST METHOD FOR CYCLIC MOVEMENT AND MEASURING THE MINIMUM AND MAXIMUM JOINT WIDTHS OF ARCHITECTURAL JOINT SYSTEMS

- ASTM E1966 STANDARD TEST METHOD FOR FIRE-RESISTIVE JOINT SYSTEMS
- 2.2 INTERNATIONAL BUILDING CODE (IBC)
- 2.3 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA):
 - NFPA LIFE SAFETY CODE 101
- 2.4 UNDERWRITERS LABORATORIES, INC. (UL):
 - UL 1479 FIRE TESTS OF THROUGH-PENETRATION FIRESTOPS
 - UL 2079 TESTS FOR FIRE RESISTANCE OF BUILDING JOINT SYSTEMS
- 2.5 สถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ได้แก่
 - INTERNATIONAL FIRESTOP COUNCIL (IFC)
 - OMEGA POINT LABORATORIES (OPL)
 - WARNOCK HERSEY (WH)
 - สถาบันอื่นๆที่ผ่านการรับรอง
- 2.6 ข้อกำหนดทางด้านประสิทธิภาพ
 - ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (THROUGH PENETRATIONS): ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 1479 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-RATING) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
 - ช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINTS): ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-RATING) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และระบบกันไฟลามจะต้องสามารถรองรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ตามวิธีการทดสอบ ASTM E1399
 - ช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์และพื้นอาคาร (PERIMETER JOINTS): ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-RATING) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และระบบกันไฟลามจะต้องสามารถรองรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ตามวิธีการทดสอบ ASTM E1399
 - การติดตั้งระบบกันไฟและควันลามจะต้องไม่ทำให้อัตราการทนไฟของส่วนประกอบของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อลดลง
 - สำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ติดตั้งในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ สามารถสัมผัสได้ ต้องผ่านการขัดสีบริเวณที่มีการสัญจร มีความชื้น และบริเวณที่อาจมีความเสียหายอื่น ๆ นั้นวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ต้องสามารถรองรับหรือทนทานต่อความเสียหายเหล่านี้ทั้งในขณะติดตั้งและเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ
 - วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่ก่อให้เกิดควันพิษเมื่อได้รับความร้อนหรือติดไฟ
 - วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่มีส่วนผสมของแร่ใยหิน (ASBESTOS)
 - สามารถเกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต, โลหะ, ไม้, พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า
 - ในกรณีที่ไม่มีระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เพื่อใช้ในการติดตั้งสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อนั้นๆ ผู้รับจ้างจำเป็นต้องขอเอกสาร ENGINEERING JUDGMENT (EJ) จากผู้ผลิตวัสดุกันไฟลามนั้นโดยเฉพาะ มาขออนุมัติใช้ระบบกันไฟลามนั้น กับตัวแทนผู้ว่าจ้าง และเอกสาร

- ENGINEERING JUDGMENT (EJ) ควรมีรูปแบบตามแนวทางของ INTERNATIONAL FIRESTOP COUNCIL (IFC)
- 2.7 เอกสารและวัสดุที่ต้องนำส่ง
- ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการในการนำส่งเอกสารและวัสดุ
 - เอกสารและวัสดุที่ต้องนำส่งคือ
 - รายละเอียดทางเทคนิคของวัสดุป้องกันไฟและควันลามทุกประเภทที่ใช้
 - เอกสารขออนุญาตติดตั้งและวิธีการควบคุมคุณภาพที่ถูกต้องสำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามแต่ละประเภทจากผู้ผลิต
 - เอกสารแผ่นข้อมูลความปลอดภัย (MSDS) ของวัสดุป้องกันไฟและควันลามทุกประเภทที่ใช้
 - แบบรายละเอียดในการทำงาน (SHOP DRAWING) ที่มีรายละเอียดของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อ และวัสดุที่เกี่ยวข้อง ที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อแต่ละประเภท
 - เอกสาร ENGINEERING JUDGMENT (EJ) จากผู้ผลิตวัสดุกันไฟลามในกรณีที่ไม่มีระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้
 - เอกสารระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อแต่ละประเภท
 - ตัวอย่างวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ทุกชนิดและทุกประเภท
- 2.8 การควบคุมคุณภาพ
- ผู้รับจ้างต้องผ่านการอบรมวิธีการติดตั้งจากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลามในการติดตั้งระบบกันไฟและควันลามสำหรับประเภทช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่องานก่อสร้าง
 - วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ในโครงการต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน
- 2.9 การดูแล จัดส่งและเก็บรักษาวัสดุ
- วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงเพียงพอต่อการขนส่งมีป้ายบอกชื่อสินค้า ชนิดของวัสดุป้องกันไฟและควันลาม หมายเลขการผลิต และวันที่ผลิต
 - จัดเก็บวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยไม่ให้เกิดความเสียหายจากความชื้น อุณหภูมิ แสงแดด การปนเปื้อน และอื่นๆ
- 2.10 สภาพแวดล้อมขณะทำงาน
- ตรวจสอบและแก้ไขส่วนประกอบของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อที่จะทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
 - ตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้นและสภาพอากาศ บริเวณที่จะทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
 - ตรวจสอบการระบายอากาศให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตวัสดุกันไฟลามกำหนด
 - ปกป้องพื้นผิววัสดุบริเวณใกล้เคียงด้วยการตีเทปหรือคลุมด้วยผ้าหรือแผ่นพลาสติก

2.11 การรับประกันผลงาน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุกันไฟลามและการติดตั้งตามมาตรฐานของผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลาม และการติดตั้งตามวิธีการติดตั้งที่ระบุไว้ในระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปเป็นเวลา 2 ปี เมื่อติดตั้งแล้วต้องไม่มีการหลุดร่อนหรือมีข้อบกพร่องใดๆ ที่พิสูจน์ได้ว่าเป็นความผิดพลาดเนื่องจากการติดตั้งและผลิตภัณฑ์ที่นำมาติดตั้ง ภายในระยะเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีโดยไม่คิดมูลค่าใดๆทั้งสิ้น

3. วัสดุป้องกันไฟและควันลาม

3.1 วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่นำมาใช้ต้องผ่านการอนุมัติก่อน

3.2 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม/ระบบกันไฟและควันลาม

- วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นวัสดุชนิดที่เหมาะสมกับประเภทของงานโดยเฉพาะ
- วัสดุป้องกันไฟและควันลามและวัสดุที่เกี่ยวข้องแต่ละประเภทจะต้องเข้ากันได้ (COMPATIBLE)
- วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่สามารถใช้ได้ได้แก่
 - วัสดุที่ขยายตัวได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้ (INTUMESCENT)
 - วัสดุที่กลายเป็นถ่านสีดำเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (CARBONIZATION)
 - วัสดุที่คายสารหล่อเย็นเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (ENDOTHERMIC)
 - วัสดุที่ไม่เปลี่ยนแปลงสภาพเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (INSULATION)

4. การดำเนินการ

- การตรวจสอบ
 - ตรวจสอบบริเวณที่จะทำการติดตั้งระบบกันไฟลาม หากบริเวณนั้นมีข้อบกพร่องจากการก่อสร้างซึ่งไม่ตรงกับรายละเอียดในระบบกันไฟลามที่ได้รับการอนุมัติให้ใช้ ให้แจ้งแก่ผู้ออกแบบ
 - ตรวจสอบพื้นผิววัสดุที่จะทำการติดตั้งระบบกันไฟและควันลามโดยต้องไม่ให้น้ำมัน จารบี ผุน หรือสิ่งสกปรกอื่นๆที่ความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุป้องกันไฟและควันลามลดลง
 - ตรวจสอบให้มั่นใจว่าสถานะแวดล้อมมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับการติดตั้งระบบกันไฟลาม
 - ไม่ติดตั้งระบบกันไฟลามหากข้อบกพร่องของการก่อสร้างไม่ได้รับการแก้ไข

4.2 การเตรียมการ

- ทำความสะอาดและซ่อมแซมพื้นผิวงานที่อาจลดความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุกันไฟลาม
- ปกป้องพื้นผิววัสดุบริเวณใกล้เคียงด้วยการติดเทปหรือคลุมด้วยผ้าหรือผืนพลาสติก

4.3 การติดตั้ง

- ก่อนติดตั้งให้ตรวจสอบว่าสภาพพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งและสภาพแวดล้อมขณะทำงานให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- ติดตั้งวัสดุหุน (FORMING MATERIALS) และวัสดุอื่นๆตามที่กำหนดในระบบกันไฟลามนั้นๆเพื่อรองรับวัสดุกันไฟลามและเพื่อให้วัสดุกันไฟลามมีรูปร่างหน้าตัดและความลึกตามที่กำหนด เพื่อให้ได้ค่าการกันไฟลามตามที่กำหนด หลังจากติดตั้งวัสดุกันไฟลามให้เอาวัสดุในส่วนที่ไม่ได้ระบุไว้ในระบบว่าเป็นวัสดุถาวรออก ให้ปฏิบัติตามวิธีการติดตั้งที่ระบุไว้ในส่วนการติดตั้งวัสดุหุนในระบบกันไฟลาม

- ติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามวิธีการติดตั้งที่ผู้ผลิตกำหนดและสอดคล้องกับระบบกันไฟและควันลามลาม
 - อุดหรือปิดช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อทั้งหมดเพื่อให้ได้ค่าความสามารถในการกันไฟและควันลามตามที่กำหนด
 - ติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ให้สัมผัสและยึดเกาะได้ดีกับพื้นผิววัสดุรอบข้าง
 - สำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่สามารถมองเห็นได้หลังการติดตั้งเสร็จสิ้นให้ตกแต่งผิววัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เรียบ ขอบเป็นเส้นตรง และเป็นแนวเดียวกับวัสดุรอบข้าง
 - หลังการติดตั้งระบบกันไฟลามให้ติดป้ายระบุ “ระบบกันไฟลาม ห้ามรื้อถอนหรือทำลาย หากเสียหายโปรดแจ้งฝ่ายบำรุงรักษาอาคาร” รวมถึงชื่อสถาบันที่ทำการทดสอบระบบ หมายเลขระบบ วันที่ติดตั้งระบบ และชื่อที่อยู่ และหมายเลขโทรศัพท์ของผู้รับจ้าง
- 4.4 การควบคุมคุณภาพ
- มีการตรวจสอบการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามของผู้รับจ้าง จากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลาม
- 4.5 การทำความสะอาด
- ทำความสะอาดวัสดุกันไฟลามที่เกินออกมาจากแบบที่กำหนดไปพร้อมๆกับการติดตั้งด้วยสารทำความสะอาดที่ได้รับการรับรองจากผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายวัสดุกันไฟลาม
 - ทำความสะอาดบริเวณทำงานทุกแห่งหลังจากติดตั้งวัสดุกันไฟลามแล้วด้วยความประณีตเรียบร้อยก่อนการอนุมัติตรวจสอบจากผู้ออกแบบ และก่อนส่งมอบงาน
 - ป้องกันวัสดุป้องกันไฟและควันลามทั้งขณะติดตั้งและหลังติดตั้งเพื่อให้มั่นใจว่าระบบกันไฟและควันลามไม่ได้รับความเสียหาย แต่หากวัสดุป้องกันไฟและควันลามเสียหายให้รื้อออกและเปลี่ยนวัสดุป้องกันไฟและควันลามใหม่ทันที

หมวดที่ 13 การทดสอบและการปรับแต่งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1. ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศ และระบายอากาศทั้งหมดให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา
- 1.2. การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 วัน ละ 8 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน
- 1.3. ระบบปรับอากาศชุดใด ที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการ ทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้น ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 วัน
- 1.4. ภายหลังจากการทดสอบให้ผู้รับจ้าง ยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่า ระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

2. การบันทึกข้อมูลของการทดสอบ

- 2.1. ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์ม ตามมาตรฐานวสท. หรือมาตรฐานสากลอื่น หรือได้รับการเห็นชอบในการใช้แบบฟอร์มจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ
- 2.2. แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 2 ชุด (ต้นฉบับลายมือ 1 ชุด สำเนา 1 ชุด) และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจน
- 2.3. ก่อนการทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน
- 2.4. ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัดโดยยังไม่ต้องคำนึงถึง CORRECTION FACTOR อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิด หรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการชดเชยออกโดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น
- 2.5. หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง จนกว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

3. การทดสอบระบบทำความเย็น

- 3.1. ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็น และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอน และวิธีการที่ผู้ทำเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างเคร่งครัด
- 3.2. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่องตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมทั่วไป และระบบควบคุมความปลอดภัยต่าง ๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้
- 3.3. เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ไ้ระดับ ท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่อง ต้องมีการรองรับเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึง หรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางการหมุน และบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานของผู้ทำ

3.4. อุปกรณ์ปรับสภาวะน้ำ (WATER TREATMENT SYSTEM) ให้ทำการทดสอบเกี่ยวกับอัตราการไหล การวิเคราะห์สภาวะของน้ำ แล้วทำการปรับแต่งให้ได้ตามที่กำหนดไว้

3.5. COOLING TOWER ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการระบายความร้อน และจำนวนน้ำที่ต้อง BLEED-OFF ในแต่ละครั้งภายหลังการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดถังรองรับน้ำให้สะอาดปราศจากตะกอน และโคลนตกก่อนการส่งมอบงาน

4. การทดสอบระบบท่อน้ำ

4.1. ท่อน้ำในระบบ ต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำ ตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนด การจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้และน้ำประปาที่ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับเหมาหลัก (MAIN CONTRACTOR)

4.2. การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาและอนุมัติของผู้ว่าจ้าง

4.3. การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้ว อัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้ว่าจ้างร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย

4.4. ท่อเหล็ก SCHEDULE 40 หรือ STANDARD WEIGHT ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งาน แต่ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมง ต้องตรวจหารอยรั่ว และถ้ามีต้องซ่อมแซมหรือถ้ามีความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลาที่กำหนดจะต้องทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

4.5. ท่อน้ำที่ทั้งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ต้องตรวจหารอยรั่ว และถ้ามีต้องซ่อมแซม หรือถ้ามีความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น จะต้องทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่พอใจ

4.6. รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อและเทพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอบเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่

4.7. อุปกรณ์ที่บอบบางหรือไม่สามารถทนความดันขณะทดสอบได้ ต้องถอดออกก่อนการทดสอบแรงดัน

5. การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ

5.1. ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่น สิ่งสกปรกและสนิม โดยเก็บรักษากองท่อให้สูงจากพื้น และปิดปลายท่อทั้งสองด้าน

5.2. ระหว่างการติดตั้งท่อ วาล์ว ข้อต่อ ต้องทำความสะอาด โดยไล่สิ่งสกปรกภายในออกให้หมด หลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจนเต็มและถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และเติมน้ำใหม่พร้อมทั้งเดินเครื่องสูบน้ำให้น้ำหมุนเวียนในระบบ หลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่ายทิ้งใสสะอาดเมื่อดูด้วยตาเปล่า

6. การปรับปริมาณน้ำ

6.1. ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบ และที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการอยู่ในช่วง 7-10 เปอร์เซ็นต์จากที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์

6.2. การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำ ให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และเทียบกับ PUMP CURVE ของผู้ผลิต

6.3. วาล์วปรับปริมาณน้ำหลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว ในกรณีของ BALANCING VALVE ให้ทำการล็อกตำแหน่งรอบการปรับที่หัววาล์ว และบันทึกค่าจำนวนรอบ (TURN) ไว้ทุกชุด

6.4. ออร์ฟิส หรือ FLOW METER ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

7. การทดสอบและปรับปริมาณลม

7.1. ภายหลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการ ทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง ๓15 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ วิธีการและขั้นตอนการตรวจวัดจะต้องแสดง (DEMONSTRATION) ให้ผู้ว่าจ้างดูก่อนการดำเนินการปรับแต่งลม

7.2. การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี TRANSVERSE โดยใช้ PITOT TUBE ช่องเปิด สำหรับสอด PITOT TUBE ต้องมี PLUG อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

7.3. การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ VOLUME DAMPER หรือ SPLITTER DAMPER หลังการปรับแต่ง DAMPER แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดง ตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

8. การทำความสะอาดท่อลม

8.1. ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบ ท่อลม

8.2. ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (PORTABLE FAN) หรือพัดลมของ เครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ ที่สามารถขับเศษ ฝุ่น ผง ออกจากท่อลมให้หมด

8.3. ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศแบบ THROW AWAY FILTER เข้า ไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลมเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศ ถาวรให้กับเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 14 รายชื่อวัสดุและรายชื่อผู้ผลิต

1. วัสดุประสงค์

วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิต จะต้องแจ้งให้ทราบและจะพิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบ ALTERNATIVE จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและ ความต้องการของวิศวกร

จำนวนอุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏบนแบบ ยกเว้นรายการต่อไปนี้

- ก. สายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องวัดจากแบบหรือไดอะแกรม
- ข. รายการปลั๊กย่อยต่าง ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ แต่จำเป็นที่จะต้องให้มีไว้เพื่อให้ระบบสมบูรณ์แบบจะต้องมีการ ประเมินจำนวนไว้ โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับได้

ตัวเลขข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

2. รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุอุปกรณ์

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้จะต้องแสดงเอกสาร รายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอเพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

EQUIPMENT DESCRIPTION	SPECIFIED MANUFACTURER
<ul style="list-style-type: none"> ● Water Chiller 	Carrier, Daikin, Trane, York
<ul style="list-style-type: none"> ● Water Pump 	Armstrong, Aurora, Grundfos (Paco), Patterson, Peerless
<ul style="list-style-type: none"> ● Water Treatment System (Softener System) 	DES, Goshu & Son, Siam Hydro Treatment, Water Doctor, Siam Chemietech
<ul style="list-style-type: none"> ● Water Treatment System (Softener System) - Resin 	Dowex, Rohm and Haas, Lewatit, Purolite, Diaion
<ul style="list-style-type: none"> ● Chilled Water Air Handling Unit and Fan Coil Unit 	Bendig, Carrier, Daikin, Robatherm, Sinko, Trane, York
<ul style="list-style-type: none"> ● Air-Cooled DX Air-Conditioning Unit 	Carrier, Daikin, Mitsubishi, Samsung, Toshiba, Trane, York
<ul style="list-style-type: none"> ● VRV Air-Conditioning Unit 	Daikin, Mitsubishi-Heavy Duty, Mitsubishi Electric
<ul style="list-style-type: none"> ● Fan 	
<ul style="list-style-type: none"> - Centrifugal Fan (Belt Drive) 	Greenheck, Kruger, Panasonic, Loren Cook, Wolter
<ul style="list-style-type: none"> - Centrifugal Fan (Direct Drive) 	Greenheck, Panasonic, Wolter
<ul style="list-style-type: none"> - Propeller Fan (Commercial Use) 	Mitsubishi, Panasonic, Wolter
<ul style="list-style-type: none"> - Propeller Fan (Industrial Use) 	Flakt Woods, Greenheck, Kruger, Panasonic, Wolter
<ul style="list-style-type: none"> - Axial Flow Fan 	Flakt Woods, Greenheck, Kruger, Panasonic, Loren Cook, Wolter
<ul style="list-style-type: none"> - Ceiling Fan 	Greenheck, Kruger, Mitsubishi, Panasonic, Wolter
<ul style="list-style-type: none"> - Cabinet Fan 	Greenheck, Kruger, Panasonic, Wolter

EQUIPMENT DESCRIPTION	SPECIFIED MANUFACTURER
- Jet Fan	Flakt Woods, Kruger, Witts & Son, Wolter
● Smoke Extract Fan	Flakt Woods, Greenheck
● Air Filter	Aerofil, Air Guard, American Air Filter, Camfill, ECO
● Air Curtain	Air, Farr, Trox
● Pipe	Mitsubishi, Panasonic
- PVC Pipe	SCG, Thai Pipe Industry
- Copper Pipe	Cambridge, Furukawa, Kembla, Mueller
- Pre Insulated Pipe	Flexalen, Gekko
- Black Steel Pipe	Hyundai, KLM, Nipon Steel Pipe, Pacific Pipe, Saha
● Flexible Pipe Connection	Thai Steel, Samchai (TUS), Sumitomo, Thai Union
● Closed Cell Elastomeric Insulation	Metraflex, Mason, Tozen
● Rockwool Insulation	Aeroflex, Armaflex, K-flex, Maxflex
● Fiberglass Insulation	Roxul, Rockwool
● Expansion Tank (Closed Type)	Micro-Fiber, SFG
● Galvanized Steel Sheet	Amtrol, Armstrong, Taco, Westrol
● Black Steel Sheet	Singha, Thai Galvanized Steel, Truzinc
● Stainless Steel Pipe ASTM A312 TP 304 Seamed	Asia Metal, Sahaviriya, Samchai
● Pre-Insulated Duct	Thai Stainless Pipe Industry, Sumitomo, Thai German Pipe, Hyundai
	Gekko, 1st Duct, TDT, Easy, GFI

EQUIPMENT DESCRIPTION	SPECIFIED MANUFACTURER
<ul style="list-style-type: none"> ● Flexible Duct 	Aeroduct, Duct excel
<ul style="list-style-type: none"> ● Spiral Duct 	Esco Duct, K-Duct, AS & D, Duct Asia
<ul style="list-style-type: none"> ● Duct Smoke Detector 	Vigilant, Notifier, TYCO, System Sensor, Edwards
<ul style="list-style-type: none"> ● Valve & Accessories 	
<ul style="list-style-type: none"> - Gate Valve, Globe Valve, Butterfly Valve, Ball Valve, Check Valve 	Crane, Ebro, Honeywell, Kitz, Metraflex, Nibco, Stockham, Tomoe, Toyo, Tozen, Val-Matic
<ul style="list-style-type: none"> - Balancing Valve with Flow Measuring Port 	Crane, Honeywell, Tour & Andersson, Tozen
<ul style="list-style-type: none"> - Automatic Balancing Valve 	Autoflow, Danfoss, Flow Con, Frese, Honeywell
<ul style="list-style-type: none"> - Water Strainer 	Crane, Hatterstey, Kitz, Metraflex, Toyo, Tozen, Valtec
<ul style="list-style-type: none"> - Flexible Connector 	Kinetics, Mason, Metraflex, Vibration Mount & Control, Tozen
<ul style="list-style-type: none"> - Pressure Relief Valve 	Cla-Val, Dorot, OCV, Singer
<ul style="list-style-type: none"> - Automatic Air Vent 	Armstrong, Crispin, Maid-O-Mist, Metraflex, Val-Matic, Valtec, Yoshitake
<ul style="list-style-type: none"> - Pressure Gauge 	Dwyer, Trerice, Weiss, Weksler, Wika
<ul style="list-style-type: none"> - Thermometer 	Dwyer, Trerice, Weiss, Weksler, Wika
<ul style="list-style-type: none"> - Control Valve 	Azbil, Belimo, Honeywell, Johnson Control, Regin, TAC
<ul style="list-style-type: none"> - PICV Valve 	Flowcon, Belimo, Danfoss, Pettinaroli, Caleffi
<ul style="list-style-type: none"> - Flow Switch 	TAC, McDonnel & Miller, PENN (Johnson Control), Watts, Honeywell, Barber Coleman (Invensys), KELE, Azbil, System Sensor, Potter

EQUIPMENT DESCRIPTION	SPECIFIED MANUFACTURER
- Flow Meter, Energy (BTU) Meter	Belimo, Siemens, ABB, Azbil, Onicon
● Fire Stop and Barrier	3M, Hilti, Abesco, Firepro, Biofire Shield, Metacaulk
● Fire Damper / Smoke Damper	Ruskin, Greenheck, Betec
● Calcium Sillicate	Asahi (ASK), Promat
● Diffusers, Grilles & Louvers	Aerogrilite, Diamond, Escoflow, Flothru, Komfort Flow, Stream Air
● Automatic Control Equipment	Azbil, Danfoss, Honeywell, Johnson Controls, Siemens, TAC
● Motor Starter and Variable Speed Controller	ABB, Danfoss, Fuji, GE, Mitsubishi, Siemens, Schneider
● Fire, Smoke, Fire & Smoke Damper	Greenheck, Pottorff, Ruskin, Trox
● Fire Resistant Coated Duct	Conlit, Flamebar
● Vibration Isolator	Kinetics, Mason, Tozen, Vibration Mount & Control
● Motor	ABB, Brook Crompton, General Motor, Reliance, Siemens, US Motor
● Electro Static Filter (Grease Filter)	AQE, Flander, Trion
● Electrical Equipment	Refer to Electrical Specification