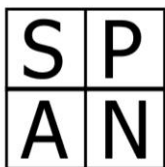




โครงการก่อสร้างอาคารผู้ป่วยในเฉลิมพระเกียรติ
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

เล่มที่ 7
รายการประกอบแบบ
วิศวกรรมงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

กิจการร่วมค้า สเปน - ยูไอ



บริษัท สเปนคอนซัลแตนท์ จำกัด
247 ถ.เสนานิคม 1 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพฯ 10230
E-MAIL :main.span@gmail.com Tel.0-2942-3691-6 ,Fax.0-2942-3694



บริษัท ยูนิคอร์น คอร์ปอเรชั่น แอนด์แมเนจเม้นท์ จำกัด
75/78 ซอยวัดเวฬุวนาราม 18 แขวงดอนเมือง
เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร 10210



บริษัท ไอแลมป์ อาร์ทิเทค แอนด์ ดีไซน์ จำกัด
480/25 หมู่ที่ 2 ตำบลบ้านเกาะ
อำเภอเมืองนครราชสีมา นครราชสีมา 30000

LEADING FIRM

สารบัญ

SECTION 41000 ขอบเขตงานและข้อกำหนดทั่วไป

- หมวดที่ 41010 ขอบเขตงาน
- หมวดที่ 41020 รายละเอียดทั่วไป

SECTION 42000 ระบบวิศวกรรมงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

รายการประกอบแบบ

- หมวดที่ 42010 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- หมวดที่ 42020 เครื่องทำน้ำเย็น
- หมวดที่ 42030 เครื่องสูบน้ำ
- หมวดที่ 42040 कुल्लिंगทาวเวอร์
- หมวดที่ 42050 เครื่องส่งลมเย็น
- หมวดที่ 42060 พัดลมระบายอากาศ
- หมวดที่ 42070 ระบบส่งลมและอุปกรณ์
- หมวดที่ 42080 ฉนวนหุ้มท่อลม
- หมวดที่ 42090 ท่อน้ำและการติดตั้ง
- หมวดที่ 42100 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ
- หมวดที่ 42110 ฉนวนหุ้มท่อน้ำ
- หมวดที่ 42120 การปรับคุณภาพน้ำ
- หมวดที่ 42130 ระบบไฟฟ้า (Electrical System)
- หมวดที่ 42140 อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ
- หมวดที่ 42150 การทำความสะอาดและการตกแต่ง
- หมวดที่ 42160 การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน
- หมวดที่ 42170 การป้องกันไฟ และควันลาม
- หมวดที่ 42180 การสั่นสะเทือน และเสียง
- หมวดที่ 42190 การทำสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
- หมวดที่ 42200 ระบบจัดการอุปกรณ์เครื่องทำความเย็น (CPM)
- หมวดที่ 42210 ระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ
- หมวดที่ 42220 รายการผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

SECTION 41000 ขอบเขตงานและรายละเอียดทั่วไป

หมวดที่ 41010

ขอบเขตงาน

การปฏิบัติตามข้อกำหนดในขอบเขตงานนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด ในเล่มที่ 1 เรื่อง วัตถุประสงค์และแนวทางการปฏิบัติหลักสำหรับโครงการ ซึ่งจะใช้ในการบริหารกลางทุกกิจกรรมในโครงการ ทั้งงานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศทุกประเภท หากขัดหรือแย้งกันให้ใช้รายละเอียดงานที่เข้มงวดกว่า

1. ขอบเขตงาน

รายละเอียดประกอบแบบนี้ครอบคลุมถึงรายละเอียดการจัดหา, การติดตั้ง, testing, commissioning และการซ่อมบำรุง งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ รายละเอียดงานประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันโดยลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของงานว่างานต่างๆ ทั้งหมดที่ติดตั้งนั้นปราศจากข้อบกพร่องใดๆ ทั้งสิ้นและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ทุกชิ้นเป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ทุกประการ
- (2) ถ้าภายในระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันรับรองที่แล้วเสร็จสมบูรณ์ ถ้ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเนื่องจากงานฝีมือหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดผู้รับจ้างทำการซ่อมแซมแก้ไขตลอดจนการเปลี่ยนวัสดุให้เรียบร้อย โดยไม่คิดจ่ายใดๆ ทั้งสิ้นจากเจ้าของงาน
- (3) หากพ้นเวลาที่กำหนดให้แล้วผู้รับจ้างยังไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ เจ้าของมีสิทธิ์ที่จะจ้างผู้อื่นมาดำเนินการ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว

2. ขอบเขตงานอื่น ๆ ทั่วไป

ขอบเขตของงานทั่วไป

- 2.1 จัดหา และติดตั้งเครื่องจักรกลของระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในแบบแปลน และรายการ พร้อมอุปกรณ์ และส่วนประกอบ อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้งานเสร็จสมบูรณ์ผ่านการทดสอบ ใช้งานได้ตามจุดประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
 - 2.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบตรวจแบบแปลนสถาปนิก แบบไฟฟ้า แบบโครงสร้าง แบบระบบป้องกันอัคคีภัย แบบประปา แบบงานตกแต่งภายใน ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการตรวจสอบสถานที่ติดตั้ง (ถ้าเห็นว่าจำเป็น) และทำการสำรวจระบบที่กล่าวมา ที่จะใช้กับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ระบบปรับอากาศ ระบายอากาศ ก่อนดำเนินการจัดหา และติดตั้ง ผู้ว่าจ้างต้องประสานงานกับ ผู้รับจ้างงานอื่น ๆ ผู้ว่าจ้างต้องดำเนินการติดตั้งจนสามารถใช้งานเสร็จสมบูรณ์
- ขอบเขตของงานรวมไปถึงรายการต่อไปนี้

- ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- ระบบกระจายลมเย็น
- แท่นเครื่องของเครื่องปรับอากาศทุกเครื่อง
- ระบบอัดอากาศบนไดโวนีไฟ และโกลีฟต์ดับเพลิง
- ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ
- ระบบ CHILLER PLANT MANAGER
- ตู้ Motor Control Center (MCC)

- ตู้ Central Control Panel (CCP)
- มอเตอร์ไฟฟ้า และตู้ควบคุม (Localized Switch Board)
- งานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ได้แก่ การเจาะ, ปะ, อุด, โครงเหล็กแขวนเครื่อง, วงกบไม้สำหรับท่อลมผ่านผนัง, งานวงกบของตะแกรงลม และพัดลม ต่างๆ ฯลฯ

2.3 ขอบเขตงานที่เกี่ยวข้องกับงานโครงสร้างสถาปัตย์

- Grille, Louver บนผนังด้านนอกอาคารเป็นงานผู้รับจ้างงานสถาปัตย์ ส่วน Plenum ต่อกับ Grille และการปิดรอยต่อเป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ยกเว้นแต่จะระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ
- Grille ด้านนอกที่ติดกับห้อง AHU. Grille บนผนังเป็นงานของผู้รับจ้างงานสถาปัตย์ ส่วนผนังที่ไม่ได้ใช้ (ส่วนที่เหลือจากการทำ Plenum, Damper) ให้ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศดำเนินการปิดด้วยฉนวน Close Cell หนา 1 นิ้ว และปิดทับด้วยแผ่นยิปซัมหนา 9 มม.

2.4 ขอบเขตของงานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า

- Chiller : ตู้ Starter ของ Chiller, Circuit Breaker, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลังจาก Starter ไปยัง Chiller และการเข้าสายในตู้ Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลัง จากตู้ MDB. มายังตู้ Starter เป็นงานของ ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Cooling Tower : ตู้ AMCC, Safety Switch, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลังจาก Starter ไปยัง Cooling Tower และการเข้าสายในตู้ AMCC. เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลัง จากตู้ MDB. มายังตู้ AMCC. เป็นงานของ ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Centrifugal Pump : ตู้ AMCC., สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลัง จาก Starter ไปยัง Centrifugal Pump และการเข้าสายในตู้ AMCC. เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลัง จากตู้ MDB. มายังตู้ AMCC. เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Air Handling Unit (AHU.) : ตู้ Starter, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลัง จาก Starter ไปยัง AHU. และการเข้าสายในตู้ Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลัง จากตู้ไฟฟ้าย่อย มายัง Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบ ไฟฟ้า
- Fan Coil Unit (FCU.) : Thermostat และ On-Off Switch, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลัง จาก Junction Box ไปยัง FCU. เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลัง จากตู้ไฟฟ้าย่อยมายัง Junction Box เป็นงานของ ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Ventilation Fan : ตู้ Starter, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลัง จาก Starter ไปยังพัดลม และการเข้าสายในตู้ Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลังจากตู้ไฟฟ้าย่อย มายัง Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Pressurized Fan & Smoke Extract Fan : ตู้ Starter, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลัง จาก Starter ไปยังพัดลมและการเข้าสายในตู้ Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลังจากตู้ไฟฟ้าย่อย มายัง Starter เป็นงานของ ผู้รับจ้างระบบ ไฟฟ้า

- Duct Smoke Detector สำหรับการเปิด AHU. เมื่อเกิดอัคคีภัย : ตัว Smoke Detector สายสัญญาณเป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า ส่วนการติดตั้ง Smoke Detector เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ
- ระบบอุปกรณ์ป้องกันภัยทุกชนิด เช่น Motorized Damper ,Sensor ต่างๆ การติดตั้งเป็นขอบเขตของผู้รับจ้างรวมทั้งสายไฟกำลังจากตู้ย่อย และสายสัญญาณต่างๆ
- ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ จะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าเพื่อจัดเตรียม จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Motorized และ อื่นๆ โดยการให้ข้อมูลเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง เมื่อผู้รับจ้างระบบปรับอากาศได้เลือกอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ และระบายอากาศแล้ว

3. ขอบเขตงานโครงการ

3.1 ขอบเขตของงาน

งานวิศวกรรมเครื่องกลระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะคำนึงถึงความปลอดภัยและความถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ระบบมีเสถียรภาพที่ดี และระบบมีความยืดหยุ่นต่อการขยายหรือต่อเติมในอนาคต ตลอดจนระบบมีความสะดวกต่อการใช้งานและการบำรุงรักษาและการประหยัดพลังงาน งานวิศวกรรมเครื่องกลระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System)
- ระบบระบายอากาศ (Ventilation System)
- ระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟโถงลิฟท์ดับเพลิง (Pressurization System)

3.2 มาตรฐานอ้างอิงที่ใช้ในการออกแบบ

มาตรฐานในการออกแบบและติดตั้งทางระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ได้แก่

- ASHRAE : American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers
- AMCA : Air Movement and Control Association
- ANSI : American National Standard Institute
- ARI : Air - Conditioning and Refrigeration Institute
- ASME : American Society of Mechanical Engineers
- ASTM : American Society of Testing Materials
- BS : British Standards
- SMACNA : Sheet Metal and Air – Conditioning Contractors National Association Inc.
- TIS : Thai Industrial Standard
- พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร
- พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
- มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

3.3 เกณฑ์การออกแบบและมาตรฐาน

- 3.3.1 สภาวะภายนอกที่ใช้ในการออกแบบ (Outdoor Air Condition) ฤดูร้อน 35.7 °C (DRY BULB), 26.4 °C (WET BULB)
- 3.3.2 สภาวะภายในที่ใช้ในการออกแบบภายในห้องปรับอากาศ(Indoor Design Condition) เป็นไปตาม EIT Standard 3010-45 และ Standard 62.1-2007 ASHRAE
- 3.3.2 ข้อกำหนดอัตราการเติมอากาศภายในห้องปรับอากาศ เป็นไปตาม EIT Standard 3010-45 และ Standard 62.1-2007 ASHRAE
- 3.3.3 ข้อกำหนดอัตราการระบายอากาศสำหรับห้องไม่ปรับอากาศ
- | พื้นที่ | อากาศหมุนเวียน
(Air Change per Hour) |
|----------------------|---|
| 1. ห้องน้ำ | 20 |
| 2. ห้องเก็บของ | 6 |
| 3. ห้อง Pantry | 15 |
| 4. ห้อง Kitchen | 12 |
| 5. ห้องเครื่องต่าง ๆ | 30 |

3.4 ระบบปรับอากาศ

3.4.1 ทั่วไป

1. ระบบปรับอากาศ จัดเตรียมรูปแบบสัมพัทธ์กับงาน Interior Design
2. AHU หรือ FCU ที่มีขนาดการส่งลมมากกว่า 833 ลิตรต่อนาที (1,764 cfm) ต้องติดตั้ง Fire stat หรือ Duct smoke เพื่อตัดการทำงาน AHU หรือ FCU นั้น
3. ท่อลมส่วนที่ติดตั้งผ่านผนังกันไฟ หรือ พื้นที่ทำด้วยวัสดุทนไฟจะต้องติดตั้งลิ้นกันไฟ (Fire Damper) ผ่านการทดสอบและรับรอง (UL Listed) ตามมาตรฐาน UL 555 ฉบับล่าสุด
4. จัดเตรียมช่อง Service Panel อุปกรณ์ ระบบปรับอากาศตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยให้สามารถเข้าถึงได้เพื่อทดสอบ บำรุงรักษา และซ่อมแซม
5. หัวจ่ายลมและตะแกรงลมต่างๆ อบอุ่นสีเหมือนโครงฝ้า จากโรงงานผู้ผลิต สีกำหนดโดยผู้ออกแบบตกแต่งภายใน
6. นํายาที่ติดตั้งภายนอกอาคารหรือมองเห็นด้วยระดับสายตา จะต้องจัดทำกล่องปิดแนวท่อ ทุกจุด ด้วย วัสดุพลาสติกสำเร็จรูป (Slim Duct) ทาสีเหมือนผนังอาคาร
7. ติดตั้ง Slim Duct หุ้มท่อทั้งนํายา ตั้งแต่ช่วงท่อนํายาออกจากผนังมาบริเวณภายนอกมาถึง CDU จุดต่อท่อเข้าแฟร์ให้ใช้ Flex
8. ท่อนําทิ้งระบบปรับอากาศ ติดตั้ง FLEXIBLE CONNECT PIPE และ P-TRAP ก่อนเชื่อมต่อท่อระบบระบายน้ำ(MH)
9. ฉนวนหุ้มนํายาแอร์และท่อนําทิ้ง หนา 3/4" และ 1/2" ตามลำดับ หุ้มทั้งแนวนอน และแนวตั้งตลอดเส้น

3.4.2 ระบบท่อลม

1. ระบบส่งลมเย็นจะเป็นแบบ Constant air volume(CAV)ระบบส่งลมเย็นจะเป็นแบบ Constant air volume
2. ท่อลมต้องสร้างขึ้นจากวัสดุที่ไม่ติดไฟและไม่เป็นสาเหตุทำให้เกิดควันเมื่อเกิดเพลิงไหม้
3. ห้ามใช้ท่อลมอ่อนยาวเกิน 4 เมตร

3.4.3 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled direct expansion system)

Air cooled direct expansion system จะถูกเตรียมเพื่อไว้เป็น Backup unit เวลาไฟฟ้าดับหรือหลังเวลาปิดทำการในเวลาปกติ โดยจะเตรียมให้พื้นที่ดังต่อไปนี้

- Server Room

3.4.4 ระบบควบคุม (BMS / BAS) (กรณีอาคารใช้ระบบ MBS/BAS)

Building Management System จะถูกจัดเตรียมเพื่อควบคุมอุปกรณ์และระบบ ดังต่อไปนี้

- FCUs/AHUs
- Pre cool Fresh Air
- Exhaust fan
- พัดลมครวและพัดลมเติมอากาศสำหรับครว
- ระบบปรับอากาศสำหรับห้องเครื่องหลัก
- Pressurized Fan

3.5 ระบบระบายอากาศ

3.5.1 ทั่วไป

1. ตำแหน่ง Fresh air louvers จะติดตั้งห่างจากตำแหน่งติดตั้ง Exhaust air louvers หรือ Cooling Tower อย่างน้อย 5 เมตร Insect screen จะถูกเตรียมไว้ที่ fresh air louvers และ exhaust air louvers ทุกจุด
2. จัดเตรียมระบบระบายอากาศทุกพื้นที่ตามมาตรฐาน
3. ติดตั้ง FIRE DAMPER ส่วนที่ท่อลมเจาะผ่านผนังกันไฟ และ พื้นคอนกรีต ที่ท่อลมทะลุผ่านทุก ๆ จุด ไม่ว่าจะมิระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม
4. ระบายห้องขยะประจำชั้น โชนห้องพัก ใช้ระบบระบายแบบรวมส่วนกลาง ติดพัดลมชั้นดาดฟ้า ทำงานด้วย TIMER CONTROL สลับ การทำงาน ชดเชย 12 ชั่วโมง
5. พัดลมระบายอากาศในห้องน้ำของห้องพักและส่วนกลาง (ใช้สวิทช์ร่วมกับคอมไฟ)

3.6 PRESSURIZATION SYSTEM

3.6.1 บันไดหนีไฟและ Fireman Lift Lobby ที่อยู่ติดกับผนังด้านนอกอาคารจะใช้ระบบ แบบ Natural ventilation ผ่านช่องเปิดขนาด 1.4 m² ตามมาตรฐาน E.I.T. (จัดเตรียมโดยงานสถาปัตย์)

3.6.2 บันไดหนีไฟและ Fireman Lift Lobby ที่ไม่สามารถจัดเตรียมช่องเปิด 1.4 m² ตามมาตรฐานได้จะต้องมีพัดลมอัดอากาศ รักษาความดันไม่น้อยกว่า 40 Pa

3.7 วัสดุที่ใช้ในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

- | | | |
|-----------------------|---|---|
| Chilled water pipes | - | Black steel pipe sch40 ASTM A53 Grade A |
| Condenser water pipes | - | Hot Dip Galvanize steel pipe SCH 40 |

Refrigerant pipes	-	Copper pipe type L (R-410a)
Refrigerant pipes	-	Copper pipe Soft Drawn 0.8 mm,Thickness(R-32)
Condensate drainpipe	-	PVC class 8.5
ฉนวนท่อน้ำ	-	Closed cell elastomeric thermal insulation (EPDM)
Kitchen exhaust ductwork	-	Black steel sheet 2 mm. thick with 60 kg/m ³ , 50 mm. thick rockwool insulation (Main Kitchen)
Ductworks	-	Galvanized steel sheet
Ductwork insulation	-	FiberGlass insulation
Smoke exhaust duct	-	Fire rated duct
Fire damper	-	1.5 hours fire rated
Expansion joint ระหว่าง	-	Stainless steel expansion joint Structure joint (for pipework)

SECTION 41000 ขอบเขตงานและรายละเอียดทั่วไป

หมวดที่ 41020

ข้อกำหนดและเงื่อนไข

1. ข้อกำหนดและเงื่อนไข

1.1 ข้อกำหนดและเงื่อนไขที่ต้องการให้ดำเนินการในหมวดวิศวกรรมงานระบบปรับอากาศและ ระบาย อากาศนอกจากจะต้องยึดถือปฏิบัติตามในรายละเอียดของบ่งชี้แล้วผู้รับจ้างยังจะต้อง ปฏิบัติตามข้อกำหนดใน หมวดงานที่ 1 “ว่าด้วยวัตถุประสงค์และแนวทางปฏิบัติหลักด้วย

1.2 หากมีข้อความใดๆ ในบ่งชี้ขัดหรือแย้งกับหมวดงานที่ 1 ให้ยึดถือหมวดงานที่ 1 เป็นสำคัญ หรือคำ ว่าวินิจฉัยของผู้ควบคุมงาน หรือข้อที่เข้มงวดกว่าเป็นหลักในการปฏิบัติ

2. เงื่อนไขทั่วไป

2.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับทราบและปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่นๆ ที่มีไว้สำหรับการปฏิบัติงานทั้งโครงการและ อาจจะไม่ได้นำมากล่าวไว้ในที่นี้ และถ้ามีกล่าวซ้ำไว้ก็เพื่อเป็นการเน้นให้ผู้รับจ้าง สนใจ และ/หรือเข้าใจเป็นพิเศษ มิใช่หมายความว่าผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมากล่าว

2.2 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่เอางานทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่ง ไปให้ผู้อื่นรับจ้างช่วงอีกทอดหนึ่ง โดย มิได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้าง แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังต้องรับผิดชอบงานที่ให้ช่วงไปนั้นทุกประการ

2.3 การเปลี่ยนงาน การเพิ่มหรือลดงาน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงานหรือลดงานตามสัญญาได้ โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วย จะคิดโดยวิธีตกลง ราคา กับ ผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนงานเพิ่มงานหรือลดงาน จะทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับ แจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้ว เท่านั้น และถ้ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนระยะเวลาการทำงาน ให้ผู้รับจ้างแจ้งกับผู้ว่าจ้าง เพื่อทำความตกลงกัน ต่อไป

2.4 กรรมสิทธิ์

2.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหาในหน่วยงานก่อสร้างและงานที่เสร็จแล้วถือว่าเป็น กรรมสิทธิ์ของ ผู้ว่าจ้างทั้งสิ้นแต่ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่สำหรับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพสูญ หายถูกทำลายและ/หรือความเสียหายใดๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับ มอบงานที่แล้วเสร็จ

2.4.2 รูปแบบและรายการทั้งหมด ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบห้ามมิ ให้ ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใดๆ และ/หรือนำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่นนอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกร ผู้ออกแบบแล้ว

2.5 การที่ผู้ว่าจ้างรับทราบและ/หรือให้ความยินยอมใดๆ เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ ฝีมือ รูปแบบ รายการ วิธีการ หรือกรรมวิธีการนัยแห่งการกระทำใด ๆ สิ่งที่ทำ การติดตั้งและ/หรือข้อเสนอใดๆ โดยผู้รับจ้าง ให้เป็นที่ เข้าใจแต่เพียงว่าเป็นการรับของของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นซึ่งยังไม่มีเหตุผล อันสมควรที่จะคัดค้านเรื่องต่างๆ ดังกล่าว การกระทำดังกล่าวโดยผู้ว่าจ้างย่อมไม่ทำให้ผู้รับจ้าง ต้องพ้นภาระจากความรับผิดชอบเต็มที่ ในเรื่องความถูกต้อง และสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์และ งานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามรูปแบบและรายละเอียดข้อกำหนด และ/หรือต้อง พ้นภาระจาก หน้าที่ โดยตรงของผู้รับจ้างเกี่ยวกับพันธกรรม หนี้สินและ/หรือความรับผิดชอบต่อความ เสียหาย ต่อทรัพย์สินและ/หรือบุคคล

2.6 แบบแปลนชุดงานออกแบบต่าง ๆ ที่แสดงเป็นเพียงแนวทางช่วยในการก่อสร้างเท่านั้น โดยถือเป็นไดอะแกรม (Diagram) รายละเอียด ข้อกำหนดใช้เป็นเพียงแนวทางช่วยอธิบายและช่วยทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ การวางแผนทางกำหนดขนาดและการจัดระยะการใช้งานของเครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์ ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องร่วมมือกับผู้ผลิตให้เป็นไปตามแบบ แปลนและจะไม่สามารถเปลี่ยนได้โดยปราศจากการอนุมัติจากวิศวกรที่ปรึกษาควบคุมงานเป็น ลายลักษณ์อักษรหรือถ้าผู้รับจ้างไม่สามารถทำตามประสงค์ที่กำหนดได้ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawings เพื่อแสดงระยะและขนาดที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเปลี่ยนไปตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงจากการขัดขวางการใช้งานอื่น ๆ

2.7 ข้อกำหนดรายละเอียดหรือแบบที่เขียนไว้สำหรับงานนี้ ไม่ได้แสดงรายละเอียดของเครื่องมือ อุปกรณ์ทุกชนิดหรือแสดงการติดตั้งทั้งหมด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องคำนึงถึงเครื่องมือ อุปกรณ์วัสดุต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับงานแต่ละชิ้น เพื่อให้งานขึ้นนั้นๆ เสร็จสมบูรณ์ วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ใดก็ตามที่แสดงไว้ในแบบแต่ไม่ได้กำหนดหรือขึ้นในรายละเอียด ถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้ในการให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบและ/หรือให้ระบบ สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้โดยตลอด

2.8 การคลาดเคลื่อนการตกหล่นหรือความผิดพลาดอันเนื่องมาจากแบบแปลนหรือรายละเอียดข้อกำหนด ให้ผู้รับจ้างคาดหมายว่าพบการเคลื่อน การตกหล่น หรือความผิดพลาดในการ ทำงาน และเป็นความตั้งใจของผู้ว่าจ้าง ที่จะให้ผู้รับจ้างดำเนินงาน ทั้งหมดที่ได้กำหนดใน แบบแปลนและรายละเอียดข้อกำหนด และจะต้องดำเนินการก่อสร้างงานที่จำเป็นสำหรับ วิศวกรรมประกอบอาคารแต่ไม่ได้กล่าวแน่ชัดในสัญญาว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ใช้ความคลาดเคลื่อน การตกหล่น หรือข้อผิดพลาดในแบบแปลน หรือรายละเอียดข้อกำหนดเป็นข้ออ้าง ในการเรียกร้องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้าง จะต้องดำเนินการสำรวจอย่างละเอียดเกี่ยวกับงานที่จะทำการก่อสร้างและ/หรือติดตั้ง ทำการตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในสนามตรวจสอบงานที่เกี่ยวข้อง และสาธตรูปโปสเตอร์แบบแปลนและ รายการข้อกำหนดต้องหาข้อมูล โดยเฉพาะแบบแปลนของระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบประกอบอาคาร

3. เงื่อนไขในการปฏิบัติงาน

3.1 แผนงาน

3.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงานให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้า (15) วัน หลังจากวันลงนามในสัญญา แผนงานที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานออกให้เหมาะสม และละเอียดตามสมควร และต้องแจ้งจำนวนของพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน / แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับมาด้วยในระหว่างปฏิบัติงานถ้าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้าง ทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแผนงานไม่น้อยกว่า (15) วัน เพื่อทำความเข้าใจ ความตกลง กันก่อนการเปลี่ยนแผนงานจะทำได้ เมื่อรับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

3.1.2 ถ้าหากในสัญญาจ้างระบุให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ผู้รับจ้างจะต้องแจ้ง กำหนดการส่งวัสดุและอุปกรณ์ให้แก่ผู้ว่าจ้าง ถ้าหากกำหนดการนั้นไม่เหมาะสมหรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลง กำหนดการส่งของระหว่างระยะเวลาทำงาน ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ใดๆ ที่สัญญาว่าจ้างกำหนดให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาผู้รับจ้างจะ ดำเนินการจัดหาและนำไปติดตั้งได้ต่อเมื่อรับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างเป็นหนังสือก่อนแล้ว ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา ภายในหกสิบ (60) วัน นับแต่วันลงนามในสัญญาหรือภายในระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างได้ทำความเข้าใจการที่ผู้รับจ้างนำรายละเอียดและ/หรือ

ตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณา ซ้ำกว่ากำหนดจะนำมาเป็นข้ออ้างในการขอเปลี่ยนชนิดของวัสดุและอุปกรณ์ และ/หรือ ขอต่เวลาทำงานมิได้เมื่อผู้ว่าจ้างได้พิจารณา และให้ความยินยอมในรายละเอียด และ/หรือตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างที่ได้รับความยินยอมสอง (2) ชุด โดยให้ผู้ว่าจ้างไว้เป็นหลักฐานหนึ่งชุด และเก็บแสดงไว้ที่ สถานที่ปฏิบัติงานอีกหนึ่งชุด รายละเอียดและ/หรือตัวอย่างดังกล่าวจะไม่คืนให้แก่ผู้รับจ้าง แต่ผู้รับจ้างอาจขอให้นำตัวอย่างไปใช้ในงานตามสัญญาได้ แต่ต้องติดตั้งตามตำแหน่ง ที่ผู้ว่าจ้างกำหนด และหากผู้ว่าจ้างต้องการให้ถอดออกมาเพื่อเปรียบเทียบกับชิ้นอื่นผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ วัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วว่าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องทำการขน ย้ายออกจากสถานที่ปฏิบัติงาน โดยเร็วที่สุด ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้มีคุณสมบัติไม่เท่าที่ กำหนดไว้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้งานนี้ หรือถ้าผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควร ส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดตาม ความต้องการของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะยินยอมให้นำมาใช้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการ และเสียค่าใช้จ่าย

3.2.2 ในการกำหนดนามและ/หรือผู้ทำวัสดุอุปกรณ์ไว้นั้น มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะต้อง ใช้ อุปกรณ์ที่ระบุไว้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไปแต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ได้ระบุไว้ในแบบและ/หรือรายการผู้รับจ้างต้องพิสูจน์และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน

3.3 การกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องตรวจดูแบบและข้อกำหนดอื่นๆ (Specification) ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานนี้ เช่นแบบโครงสร้างระบบปรับอากาศระบบสุขาภิบาล เป็นต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ให้ได้ตามแบบและไม่ขัดกับงานอื่นๆ โดยจะต้องประสานงานกับผู้รับผิดชอบในงานนั้น ๆ เมื่อตำแหน่งของวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ที่ จะติดตั้งขัดกันกับงานอื่นผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีที่ตรวจพบแต่ต้องไม่ช้ากว่าสิบห้า (15) วัน ก่อนกำหนดที่จะติดตั้งเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดให้มีการทำความเข้าใจถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ขัดกับงานอื่นหลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้ว โดยผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบตามกำหนดผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไขโดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มเติมหรือขอต่เวลาทำงานมิได้

3.4 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบแปลน และในรายการถึงแม้ว่างานบางรายการมิได้แสดงในแบบแต่ไม่ปรากฏในรายการหรือมีกำหนดในรายการ และไม่แสดงในแบบก็ตามผู้รับ จ้าง ตั อ ง ปฏิบัติงานนั้นเช่นกันเสมือนกับว่าแสดงไว้ทั้งสองแห่งงานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำ เพื่อให้งานลุล่วงถูกต้องตามแบบและรายการแต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในแบบรายการและ/ หรือบัญชีรายการวัสดุและอุปกรณ์ของผู้ว่าจ้าง ซึ่งให้ถือเป็นเพียงแนวทางในการคิดราคาเท่านั้นและ/หรือบัญชีใบเสนอราคาของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำให้อุณหภูมิต้องครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไขใด ๆ ทั้งสิ้น ในกรณีที่รายการและ/หรือแบบขัดกัน และ/หรือมีความจำเป็นที่ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายการแต่ประการใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือทันทีเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบหากผู้รับจ้างดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ให้อุณหภูมิต้องทุกประการได้ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสีย ค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปหากรายละเอียดในข้อกำหนดและในแบบไม่ตรงกัน ให้ถืออันที่ถูกต้องและ/ หรือดีกว่าเป็นหลัก

3.5 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้ ในการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพและเป็นชนิดที่ถูกต้อง เหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำเป็นจำนวนที่เพียงพอ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะบังคับให้ผู้รับจ้าง เพิ่มและ/หรือเปลี่ยนแปลงจำนวนและ หรือประเภทของเครื่องมือต่างๆ เมื่อเห็นว่าผู้รับจ้างมี เครื่องมือไม่เพียงพอและ/หรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับงาน

3.6 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยอันเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง และ บุคคลต่าง ๆ ที่เข้าไปในบริเวณปฏิบัติงาน โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานให้สะอาด ระเบียบเรียบร้อยและอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยตลอดเวลา

3.7 บุคลากรของผู้รับจ้าง

3.7.1 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้า เครื่องกล สิ่งแวดล้อม และ/หรือวิศวกรในสาขาอื่น ผู้เป็นภาคีวิศวกรหรือสูงกว่า หรือสาขาอื่นซึ่งถูกต้องตาม พรบ. วิชาชีพวิศวกรรมเป็น ผู้รับผิดชอบในการควบคุมการสร้างและอำนวยความสะดวกติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบและรายการที่ถูกต้องตามหลักวิชาที่ดีและต้องเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่ง มอบงานด้วย

3.7.2 ผู้รับจ้างต้องมีนายงานที่ดีเพื่อสั่งงานและควบคุมงานในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลา ปฏิบัติงาน และต้องใช้คนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงานตามวิธีการที่ถูกต้องตามหลักวิชาทางช่างที่ดีด้วยฝีมือที่ดีตามกฎหมายข้อบังคับต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น และมีจำนวนคนงานเพิ่มเติมที่จะปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความต้องการของผู้ว่าจ้างผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างถอนคนงาน ที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอผู้รับจ้างต้องหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

3.7.3 ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

3.7.4 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้างต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิศวกรควบคุมตาม พระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรมและเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานทั้งหมด

3.7.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับ งานที่ได้รับมอบหมายเข้าปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมี จำนวนเพียงพอ สำหรับการปฏิบัติงานได้ทันทีและแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

3.7.6 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าปฏิบัติงานไม่ดีพอหรืออาจเกิดความเสียหาย หรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาบุคลากรใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันที และ ค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.7.7 ผู้รับจ้างต้องเสนอ ชื่อ ประวัติและผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคนพร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ใน การปฏิบัติงานโครงการให้พิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ

3.7.8 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิตและทรัพย์สินของบุคลากร

4. DRAWING (แบบและแผนผัง)

4.1 แบบใช้งาน (Shop Drawings)

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบใช้งานและแบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะเป็น ผู้กำหนดให้เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา ก่อนดำเนินการติดตั้งขนาดของแบบต้องเท่าแบบของผู้ว่าจ้าง หรือขนาดตาม มอก.33 เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วต้องส่งแบบพิมพ์ให้ผู้ว่าจ้างสาม (3) ชุด ภายใน 30 วัน เพื่อใช้ในการควบคุมงาน

4.1.1 แบบ Shop Drawings ในระบบวิศวกรรมประกอบอาคาร จะต้องระบุรายละเอียดและวิธีการติดตั้งการรองรับและระยะทิศทางเทียบกับงานโครงสร้างต่างๆ เพื่อแสดงตำแหน่งที่แน่ชัดของวัสดุเครื่องมืออุปกรณ์และ Shop Drawings ทุกแผ่นจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนที่จะทำการติดตั้งงานแต่ละช่วงส่วนใดก็ได้ ตามที่ผู้รับจ้างกระทำก่อนได้รับการอนุมัติจากวิศวกรที่ปรึกษาควบคุมงานให้ถือเป็นการเสี่ยงของผู้รับจ้างเองวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วนและเปลี่ยนแปลงส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้วให้สอดคล้องกับแบบแปลน ที่ได้ทำสัญญากันไว้โดยค่าใช้จ่ายส่วนที่เพิ่มขึ้นไม่ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้างแต่ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด การอนุมัติและเอกสารต่างๆ จากวิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรที่ปรึกษา ผู้ควบคุมงานจะต้องไม่ถือว่าเป็นการตรวจที่เสร็จสมบูรณ์ เพียงแต่เป็นการแสดงกรรมวิธีการก่อสร้างและการติดตั้งซึ่งงานต่าง ๆ ที่ได้กระทำลงไปก็ยังคงถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม Shop Drawing สำหรับผลิตภัณฑ์จากโรงงานและการติดตั้ง รวมถึงบริการทั้งหมด ภายใต้ขอบเขตสัญญานี้หรือตามความต้องการของวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและแนใจต่อการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ทุกชิ้นและถ้าเป็นไปได้ให้ทำการวัดในงานก่อสร้างหรือโดยเทียบกับแบบแปลนก่อสร้าง เพื่อที่จะได้สอดคล้องและร่วมมือกับงานสถาปัตยกรรมงานโยธาและงานระบบอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการส่ง Shop Drawings ให้วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ใดๆ จากโรงงานจนกว่าจะได้รับการอนุมัติ Shop Drawings จากวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษร

4.1.3 วิศวกรผู้ออกแบบไม่ใช่เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจแบบ Shop Drawing ให้ผู้รับจ้างการนำเสนออนุมัติ Shop Drawings เป็นเพียงหลักการเท่านั้น โดยไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นจากสภาพการรับผิดชอบต่อติดตั้งและการบริการต่าง ๆ เพื่อให้งานเสร็จตรงกับจุดประสงค์ของข้อกำหนดแบบแปลน จะไม่มีการอนุมัติให้ดำเนินงานต่อไปก่อนที่จะมีการจัดเตรียมและจัดส่ง Shop Drawings มาให้ตรวจการจัดเตรียม Shop Drawings จะต้องกำหนดตารางเวลาเพื่อที่จะรอการอนุมัติและจะต้องเป็นไปตามตารางการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมงานโยธาและระบบอื่น ๆ

4.2 แบบตามที่สร้างจริง (As-Built Drawings)

ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวทางเดินท่อ เป็นต้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่ผู้ว่าจ้างไม่ได้จัดทำแบบให้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผังและแบบตามที่ สร้างจริง โดยให้ส่งแบบพิมพ์ 1 ชุด ซึ่งวิศวกรงานระบบประกอบอาคารและ/หรือวิศวกรสาขาอื่นของผู้รับจ้างลงนามรับรองความถูกต้องแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้างภายในสามสิบ (30) วัน นับแต่วันทำงานนั้น ๆ แล้วเสร็จ แต่ไม่ช้ากว่าวันตรวจทดสอบเพื่อรับงาน เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบหรือแก้ไขและส่งแบบคืนให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเขียนลงกระดาษเขียนแบบชนิดน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า 100/105 กรัม/ต่อตารางเมตร หรือเป็นแบบพิมพ์ลงกระดาษซีเปียร์หนาชนิดใช้น้ำยาพร้อมแบบพิมพ์อีกสาม (3) ชุดและต้นฉบับแบบพิมพ์ที่ผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงินขนาดของแบบให้ใช้เหมือนกับที่กำหนดสำหรับแบบใช้งาน

4.3 แบบ Shop & As-Built DWG จัดทำโดยโปรแกรม Revit ในส่วนเมนท้อหลักและห้องเครื่องทั้งหมด เช่น ห้องเครื่องทำน้ำเย็น หอผึ่งน้ำเย็น ห้องส่งลมเย็น พัดลมอัดอากาศ

5. เครื่องมือ

จำเป็นต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะขอให้ ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

6. ป้ายและเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

6.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหรือจัดทำป้ายชื่อเป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายแสดงต่างๆเพื่อแสดงชื่อ และขนาดของอุปกรณ์และการใช้งานโดยใช้ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ

6.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกพื้นสีดำแกะสลักตัวอักษรสีขาวขนาดโตอย่างน้อย 1/2” และ เคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่งป้ายต้องติดให้มั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดหาให้กับอุปกรณ์ ต่อไปนี้ คือ

6.2.1 แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด

6.2.2 เครื่องจักร และอุปกรณ์ทั้งหมด

6.3 สีที่พื้นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋อง โดยจะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสีเพื่อให้วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งแล้วสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ต้องแสดงเครื่องหมาย และอักษรอยู่หรือข้อความที่สังเกตเห็นได้ง่ายต่อการเข้าใจ

7. การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

7.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องวัสดุและอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้งค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

7.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุอุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

7.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหมายกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างานและแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อนล่วงหน้าพร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ อย่าง ถูก ต่ อ ง ล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

7.4 เมื่อวัสดุ และอุปกรณ์เข้าถึงยังหน้างาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้องตามที่ผู้ออกแบบได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุ และ อุปกรณ์ เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

8. การเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

8.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือวัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้าง ทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้อง รับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

8.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรโครงการเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษา วัสดุ และ อุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่านเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้าง อาคาร

8.3 การเก็บรักษาที่จะต้องจัดทำชั้นที่เก็บในร่มให้ถูกต้อง

9. การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด

9.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และรายการข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่างๆ โดยชัดแจ้ง

9.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปนิกแบบโครงสร้างแบบงานระบบวิศวกรรม ทุกระบบ แบบงานลิฟต์ และบันไดเลื่อน ก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ

9.3 เมื่อพบข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการหรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและ รายการ ให้รีบแจ้งต่อผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างโดยฉับพลัน และการตีความในข้อความขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่าถูกต้องกว่าใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

10. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบข้อกำหนดวัสดุอุปกรณ์

10.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตาม สัญญาด้วยความจำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง

10.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีลักษณะหรือคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบ

จากผู้ออกแบบ ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิตมีฉนวนรับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

10.3 ถ้างานส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้งหรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ผิดไปจากแบบ และ ข้อกำหนด หรือ ใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิในการสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่วคราว และต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันที และความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าวผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืดวันทำการออกไปหรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้

11. การใช้พลังงานไฟฟ้าและอื่นๆ

11.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปาและท่อน้ำอื่นๆ รวมทั้งมาตรวัดต่างๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและใช้งานด้วย

11.2 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ใน ข้อ 11.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันที่เริ่มเตรียมการระหว่างการใช้งานจนกระทั่งวันส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว

11.3 การรื้อถอนวัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมภายหลังการส่งมอบงาน แล้ว ก็ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกันผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวให้เพียงพอสำหรับแสงสว่างตามจุดต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงาน หรือตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้างค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมไฟสำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

12. ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

12.1 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังความปลอดภัยรวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวงและบุคคลร่วมปฏิบัติงานผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการ ปฏิบัติงานกาติดตั้ง และทดสอบเครื่อง

12.2 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานที่พักรั่วครวที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

12.3 ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เงียบและสิ้นเสียงให้น้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อนและมีผลกระทบต่อคนหรืองานอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง

12.4 เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนรื้อถอนอาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่โดยสิ้นเชิง สิ่งใดที่จะต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน

12.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้ สะดวก การขนส่งและการซ่อมบำรุงรักษา

13. การประสานงาน

ผู้รับจ้างต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงานอย่างจริงจัง โดยจะต้องปรึกษาและประสานงานอย่างใกล้ชิดกับการติดตั้งระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ เช่น ผู้รับจ้างงานโครงสร้างอาคาร, ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้า, ผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาล, ผู้รับจ้างงานตกแต่งภายใน เป็นต้นอยู่เสมอเพื่อลดปัญหาการขัดแย้งกับผู้รับจ้างระบบอื่นและเพื่อให้งานดำเนินไปได้โดยสะดวก ราบรื่น

14. การรายงานผล และความคืบหน้าของงาน

14.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานสรุปผลความคืบหน้าของการปฏิบัติงานติดตั้งเป็นลายลักษณ์อักษร จำนวนชุดให้แก่ผู้ว่าจ้างโดยสม่ำเสมอเป็นรายอาทิตย์ และสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้าง เรียบร้อยแล้ว

14.2 รายงานดังกล่าวในข้อ 14.1 จะต้องเริ่มทำตั้งแต่เมื่อเริ่มมีการปฏิบัติงานที่หน้างานและสิ้นสุดลงเมื่อมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว

14.3 รายงานดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้คือ

- (1) จำนวนบุคลากรที่ปฏิบัติงานทั้งหมด
- (2) จำนวนวัสดุและอุปกรณ์ที่เข้ามายังหน่วยงาน
- (3) รายละเอียดงานที่ได้ดำเนินการไป
- (4) งานที่ล่าช้า(ถ้ามี)
- (5) วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงงานจากผู้จ้าง
- (6) วันที่เสนอแบบใช้งานจริงและวันที่ได้รับการอนุมัติแบบ
- (7) เหตุการณ์พิเศษอื่นๆเช่นอุบัติเหตุ ฯลฯ

15. การทดสอบเครื่อง และระบบ

15.1 ผู้รับจ้างจะต้องหาตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้าง ซึ่งจะต้องจัดเตรียมเอกสารขออนุญาตจากผู้ผลิตในการทดสอบเครื่องเสนอต่อผู้ว่าจ้าง จำนวน 2 ชุด

15.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องและอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบและรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วยและผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

15.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

15.4 การทดสอบเครื่องและระบบต่างๆให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าและหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง
ตลอดจนมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

16. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

16.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้สึกความ สามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

16.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่าง ๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

17. หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งต้องมีวิธีการใช้ระยะเวลาของการบำรุงรักษารายการอะไหล่ และอื่นๆ เป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างอย่างช้า 7 วัน ก่อนวันส่งมอบงาน

18. การรับประกัน

18.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของระบบปรับอากาศทั้งระบบภายในระยะเวลา 2 ปีนับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จ และผู้ว่าจ้างลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

18.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่องวัสดุอุปกรณ์และสิ่งอื่นใดเสียหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องจากสาเหตุใด ก็ตามผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม โดยไม่ชักช้า และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด ในกรณีที่ผู้รับจ้างชักช้าผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการจ้างผู้อื่นแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจาก ผู้รับจ้าง

18.3 ในช่วงรับประกันถ้าผู้ว่าจ้างเกิดพบว่าเครื่องวัสดุอุปกรณ์หรือสิ่งอื่นๆ ไม่ถูกต้องตามแบบหรือข้อกำหนดผู้รับ จ้างจะต้องแก้ไข หรือ เปลี่ยนใหม่ให้ถูกต้อง

19. การบริการ

19.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลา 2 ปี รวมอย่างน้อย 24 ครั้ง

19.2 ในการบริการตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศและระบบระบายอากาศ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแจ้งทำความเข้าใจ
สภาพเครื่องประเภทล่างใหญ่ขึ้นส่วนเดือนละครั้งเป็นระยะเวลา 24 ครั้ง

19.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายการงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

19.4 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาทำงานปกติผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำโดยไม่ชักช้า

20. การส่งมอบงาน

20.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มที่ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่ เป็น เวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน

20.2 ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่อง วัสดุ และ อุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และเป็นที่แน่ใจของผู้ว่าจ้างว่าเครื่องวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ

20.3 รายการส่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการ ตรวจรับมอบงานด้วยคือแบบสร้างจริง 4 ชุด

20.4 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ 4 ชุด ยกเว้นกรณีที่ส่งก่อนแล้วและผู้ว่าจ้างไม่ได้ขอให้แก้ไขหรือเพิ่มเติม

20.5 เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย

20.6 อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงานอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

21. งานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้าง

21.1 การตัดเจาะ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการตัดเจาะที่จำเป็นต่อการติดตั้งงานระบบประกอบอาคาร เช่น การเจาะผนัง, พื้น, การเจาะตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่าง จะต้องทำอย่างระมัดระวังรวมทั้งควรแจ้งให้เจ้าของงานทราบก่อนที่จะดำเนินการตัดเจาะด้วย ในกรณีที่เกิดความเสียหายกับงานของผู้รับจ้างอื่น ภายหลังจากการตัดเจาะ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และ ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนส่วนที่เสียหายให้อยู่ในสภาพเดิม

21.2 การปิดช่อง

21.2.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่างๆ บนฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคาเพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการ หลังการติดตั้ง หลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตาม ความเห็นชอบของผู้คุมงาน

21.2.2 ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ/ผนังกันเสียง ต้องต้องมีวัสดุแข็งที่มีโครงหรือกรอบที่แข็งแรงถาวรและอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งวัสดุดังกล่าวเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM

21.2.3 ประตูช่องท่อ (shaft) หรือช่องเปิดที่ผนังทางานสถาปัตยกรรมไม่กำหนดให้มีบาน ประตูงานในขอบเขตวิศวกรรมระบบจะต้องจัดทำประตูปิดเปิดทดแทนงานสถาปัตยกรรม

21.3 การจัดทำแทนเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดทำแทนเครื่อง, แทนแผงไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น ตามความเหมาะสมและมีความแข็งแรงแทนคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็กให้ถูกต้องทางวิชาการ มุม แทนคอนกรีตจะต้องปาดเป็นมุมเอียง ผู้รับ จ้างจะต้องแจ้งข้อมูลต่าง ๆ ของแทนเครื่อง เช่น รายละเอียดขนาด ตำแหน่งแก่สถาปนิกและวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ทราบก่อนดำเนินการอย่างน้อย 7 วัน

21.4 การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการยึดท่อ และอุปกรณ์ในงานระบบประกอบ อาคาร กับโครงสร้างอาคาร เช่น โครงเหล็ก, เหล็กยึดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการหากจะใช้ Expansion Bolt จะต้อง

ผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักตามที่ต้องการได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่า (Safety Factor = 3) Expansion Bolt ที่ใช้จะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปูนไม้อัดเด็ดขาด

21.5 งานติดตั้งในห้องเครื่อง

21.5.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่าง ๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

21.5.2 แผนงาน ข้อมูลและความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและ อุปกรณ์หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ ทราบล่วงหน้าหรือแจ้งให้ ทราบล่าช้าเกินควรเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

21.6 ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

21.6.1 ช่องเปิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ชาฟท์ ช่องระหว่างผนังฝ้าเพดานผู้รับจ้างต้องกำหนดขนาดตำแหน่งและระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้ง อุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกันค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่าง ๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

21.6.2 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่องและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลังรวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้าและฝ้าผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

21.7 เฝิงและโรงเรือนชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้คุมงานเรื่องตำแหน่งสถานที่สร้างเฝิงและโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาเครื่องและอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้งเครื่องและ อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้เท่านั้นอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหายหรือเสื่อมสภาพก่อนนำไปใช้งาน วัสดุที่กองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคาหรือผ้าใบคลุมป้องกันฝนและแสงแดด วัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้น และห้ามกองไว้บนพื้นดิน

21.8 การกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุและสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวันภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งบริเวณรวมขยะส่วนกลางก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

21.9 การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือนเนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรต่างๆหลังจากการติดตั้งแล้วโดยใช้วิธีป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงของเครื่องจักรนั้นๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือนควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร

SECTION 42000 ระบบวิศวกรรมงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

หมวดที่ 42010

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประกอบด้วยคอนเดนซิงยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) และ/หรือ เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) โดยทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยมาจาก โรงงานในต่างประเทศหรือประกอบภายในประเทศ ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นและจะต้อง เป็นยี่ห้อเดียวกัน โดยจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ (Drawings) โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (Air Temperature Entering Cooling Coil) 80 FDB., 67 FWB.
- ช่วงอุณหภูมิน้ำยาทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature Range) 34-45 F
- สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Entering Air Temperature) 95 FDB., 83 FWB
- เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ (AHU) ทำความเย็นเกินกว่า 200,000 บีทียู ต่อชั่วโมง จะต้องสามารถลดขนาดทำความเย็น (Capacity Unloading) อย่างน้อย 2 ขั้น (2 Steps)

1.2 ห้องเครื่องปรับอากาศ (AHU ROOM) และห้อง CHILLER ผนังห้องทุกด้านจะบุฉนวนใยแก้ว ปิดผิวด้วยผ้าแก้ว (Glass Cloth) ความหนาแน่น 48 kg/m³ หนา 2 นิ้ว ยึดด้วย Spindle pin พลาสติก

2. เครื่องปรับอากาศ

2.1 เครื่องคอนเดนซิงยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศแบบ VRV/VRF (VRV/VRF Condensing Unit) เป็นเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตเป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบน หรือ ด้านข้างตามที่ระบุหรือแสดงในแบบ ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant R407 / R410a / R134A รายละเอียดของเครื่องมีดังนี้

- CASING : ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านขบวนการกันสนิมหรือ Fiberglass Reinforced Polyester และผ่านขบวนการเคลือบและอบสี ซึ่งสามารถป้องกันการกัดกร่อนจากบรรยากาศภายนอก ได้เป็นอย่างดี เหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง
- COMPRESSOR : เป็นแบบ Hermetic Scroll Type โดยมีชุด Inverter ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์ ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนหรือกระแสสูงเกินเกณฑ์ ในกรณีที่คอนเดนซิงยูนิตมีจำนวนคอมเพรสเซอร์ตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป และ คอนเดนซิงยูนิตในแต่ละชุดให้มีคอมเพรสเซอร์ ที่มีชุด Inverter ควบคุม อย่างน้อย 1 ชุด
- CONDENSER COIL : ทำด้วยท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการขัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต

- พัดลม : เป็นแบบใบพัด (Propeller) หรือแบบกรงกระรอก (Centrifugal) ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ โดยต้องถ่วงสมดุลย์ (Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- มอเตอร์พัดลม : มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบหล่อลื่น ตลับลูกปืน หรือแบบบล็อกที่มีระบบหล่อลื่นอย่างระยะยาว
- ระบบควบคุม : มีแมกเนติกคอนแทกเตอร์โอเวอร์โหลดของคอมเพรสเซอร์มี Timer ในการหน่วงเวลาสตาร์ทคอมเพรสเซอร์ในช่วงประมาณ 3 - 5 นาที โดยต้องเป็นชนิดที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ กล่าวคือ ถ้าเครื่องได้หยุดเดินเกิน 5 นาทีแล้วจะต้องไม่หน่วงเวลาต่อไปหรือ ถ้ามีการหน่วงเวลาต้องไม่เกิน 5 วินาที ถ้าเครื่องปรับอากาศมีขนาดมากกว่า 36,000 BTU จะต้อง มี High and Low Pressure Switches
- ระบบไฟฟ้า : 380V./ 3Phase / 50 Hz. หรือ 220V. / 1Phase / 50 Hz. ตามที่ระบุในแบบ
- 2.2 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (For VRV/VRF)
เป็นเครื่องเป่าลมเย็นขนาดตั้งแต่ 5 ตันความเย็นลง ซึ่งประกอบและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต และมีขนาดไม่น้อยกว่าที่แสดงไว้ในแบบ (Drawings) ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องจะต้องมีแรป (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางทางไหลของน้ำ
- Casing : เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จสวยงามและแข็งแรง ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบสีและอบสีภายในตู้ด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Insulation หนาไม่น้อยกว่า 1/2" ที่ถาดน้ำทิ้งหุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวด้วย
- พัดลม : เป็นแบบ Centrifugal Fan ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 จังหวะใบพัดและตัวพัดลมทำมาจาก พลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสีได้รับการถ่วงสมดุลย์ทั้ง Static และ Dynamic มอเตอร์เป็นชนิด Permanent Split Capacitor มีอุปกรณ์ป้องกันความร้อนสูง เกินเกณฑ์ สามารถปรับความเร็วรอบได้ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ที่มีอุปกรณ์ภายใน ป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์ใช้ระบบไฟฟ้า 220V./ 50 Hz.
- Coil Section : เป็นท่อทองแดง แบบ INNER GROOVE ที่ถูกอัดให้เข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดงผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- ระบบไฟฟ้าและควบคุม : มีสวิตช์ปิด - เปิดเครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลมทั้งสวิตช์เทอร์โมสแตตติดอยู่ที่เครื่องหรือเป็นชนิดตั้งแยก (Remote Type) ตามที่ระบุในแบบ (Drawings)
- Filters : เป็นอลูมิเนียมหรือ Polyester อยู่ในกรอบที่แข็งแรงที่สามารถล้างทำความสะอาดได้
- 2.3 เครื่องคอนเดนซิงยูนิต (General Condensing Unit)

เป็นเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้น
ด้านบนหรือด้านข้างตามที่ระบุหรือแสดงในแบบ ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant R407 / R410a / R134A / R32
รายละเอียดของเครื่องมีดังนี้

- CASING : ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบ/อบสี
หรือวัสดุที่ทนหรือให้ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติก
อัดแรง หรือวัสดุที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งกลางแจ้งตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง
ไม่สั่นสะเทือนหรือเกิดเสียงดังเมื่อให้งาน
- COMPRESSOR : เป็นแบบมอเตอร์หุ้มปิด (HERMETIC) ระบายความร้อนด้วยสารทำความ
เย็น และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกัน เมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์
- CONDENSER COIL : เป็นท่อทองแดง แบบ INNER GROOVE ที่ถูกอัดให้เข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่ง
จะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดงผ่านการทดสอบ
รอยรั่ว และการขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต
- พัดลม : เป็นแบบใบพัด (Propeller) หรือแบบกรงกระรอก (Centrifugal)
ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ โดยต้องถ่วงสมดุลย์ (Balance) มาจาก
โรงงานผู้ผลิต
- มอเตอร์พัดลม : มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบหล่อลื่น ตลับลูกปืน
หรือแบบปลอกที่มีระบบหล่อลื่นอย่างระยะยาว
- ระบบควบคุม : มีแมกเนติกคอนแทกเตอร์โอเวอร์โวลต์ของคอมเพรสเซอร์มี Timer Delay
Relay ในการหน่วงเวลาสตาร์ทคอมเพรสเซอร์ในช่วงประมาณ 3-5 นาที
โดยต้องเป็นชนิดที่ใช้กับ เครื่องปรับอากาศ กล่าวคือ ถ้าเครื่องได้หยุดเดิน
เกิน 5 นาที แล้วจะต้องไม่หน่วงเวลาต่อไปหรือถ้ามีการหน่วงเวลาต้องไม่
เกิน 5 วินาที ถ้าเครื่องปรับอากาศมีขนาด มากกว่า 36,000 BTU จะต้อง
มี High and Low Pressure Switches หรือ ระบบตรวจสอบอย่างอื่นที่
ทำงานเพื่อวัตถุประสงค์เดียวกัน
- ระบบไฟฟ้า : 380V./ 3Phase / 50 Hz. หรือ 220V. / 1Phase / 50 Hz. ตามที่ระบุในแบบ

2.4 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (General Fan Coil Unit)

เป็นเครื่องเป่าลมเย็นขนาดตั้งแต่ 5 ตันความเย็นลง ซึ่งประกอบและผ่านการทดสอบจากโรงงาน
ผู้ผลิต และมีขนาดไม่น้อยกว่าที่แสดงไว้ในแบบ (Drawings) ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องจะต้องมีแตรป
(Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางทางไหลของน้ำ

- Casing : เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จสวยงามและแข็งแรง ทำด้วยแผ่นเหล็ก ที่ผ่าน
กระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบสีและอบสี ภายในบุด้วยฉนวน
Closed Cell Elastomeric Insulation หนาไม่น้อยกว่า 1/2” ที่ถาดน้ำ
ทิ้งหุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวด้วย
- พัดลม : เป็นแบบ Centrifugal Fan ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ ซึ่ง
สามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 จังหวะใบพัดและตัวพัดลมทำมาจาก
พลาสติก หรือ เหล็กอาบสังกะสีได้รับการถ่วงสมดุลย์ทั้ง Static และ
Dynamic มอเตอร์เป็นชนิด Permanent Split Capacitor มีอุปกรณ์
ป้องกันความร้อนสูง เกินเกณฑ์ สามารถปรับความเร็วรอบได้ 3 จังหวะ

- (High-Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์ใช้ระบบไฟฟ้า 220V./50 Hz.
- Coil Section : เป็นท่อทองแดง แบบ INNER GROOVE ที่ถูกอัดให้เข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดงผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- ระบบไฟฟ้าและควบคุม : มีสวิตช์ปิด - เปิดเครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลมทั้งสวิตช์เทอร์โมสแตตติดอยู่ที่เครื่องหรือเป็นชนิดตั้งแยก (Remote Type) ตามที่ระบุในแบบ (Drawings)
- Filters : เป็นอลูมิเนียมหรือ Polyester อยู่ในกรอบที่แข็งแรง ที่สามารถล้างทำความสะอาดได้
- อุปกรณ์ลดแรงดัน : เครื่องปรับอากาศขนาดน้อยกว่า 24,000 BTU (หรือกำหนดโดยมาตรฐานผู้ผลิต) ให้ติดตั้งอุปกรณ์แคปปิลารีทิวที่เครื่อง CDU และให้หุ้มฉนวนที่ท่อน้ำยาทั้ง 2 ท่อ

3. ท่อน้ำยา (Refrigerant Piping)

ท่อทองแดงไร้ตะเข็บแบบ Hard drawn, Type L (R-410a) และ Soft drawn 0.8 mm(R32) การต่อเป็นแบบเชื่อมเงินยกเว้นจุดที่มีการติดตั้ง Valve หรือ Thermostatic Expansion Valve ให้ต่อแบบ Flare และท่อน้ำยาด้าน Suction ให้หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Insulation หนา 3/4" สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก และมีความหนา 1" สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ในกรณีที่ คอนเดนซิงยูนิท ติดตั้ง อยู่ ในระดับที่สูงกว่าเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นวนกลับเข้าเครื่องอัดน้ำยาได้ดี ท่อน้ำยาทางด้าน Suction ให้มี U-Trap ทุกๆ 3-5 เมตร ในแนวตั้ง หรือ เป็นท่อคู่ถ้าจำเป็นและให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด และถูกต้องท่อน้ำยาจะต้องติดตั้งตัวกรองสิ่งสกปรกและความชื้น (Filter Drier) และตาแมว(Sight Glass)การติดตั้งท่อสารทำความเย็นจะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัว

อาคาร หรือตามแนวในแบบ ในส่วนที่ผ่านคาน กำแพง หรือพื้น จะต้องมีการวางปลอก (SLEEVE) ถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคารจะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุอย่างหรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย และท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคงท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับจะต้องสามารถให้น้ำมันหล่อลื่นกลับไปที่คอมเพรสเซอร์ได้สะดวกในทุกภาวะของการทำงานท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดพอเหมาะคือ ให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิควมแน่นเปลี่ยนไปเกินกว่า 1 – 2 °C หรือมีขนาดตามที่กำหนดในแบบ

ท่อสารทำความเย็นทั้งหมดจะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT HANGER) โดยใช้ประกับกับเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียมรัดตัวท่อเข้ากับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร สำหรับท่อสารทำความเย็นเหลว (LIQUID LINE) หรือท่อสารก๊าซอัดร้อน (DISCHARGE LINE) นั้น จะต้องมีการวัสดุอย่างหรือเทียบเท่าคั่นกลางไว้บริเวณที่รองรับเพื่อป้องกันไม่ให้ท่อทองแดงสัมผัสกับอุปกรณ์รองรับโดยตรง สำหรับท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับซึ่งหุ้มฉนวน ณ จุดที่วางบนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT HANGER) ต้องป้องกันไม่ให้ น้ำหนักท่อกดทับฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหาย โดยอาจใช้ฉนวนชนิดแข็ง ณ จุดนั้น หรือวิธีอื่นที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วใช้ท่อ พี.วี.ซี. ผ่าครึ่งตามยาวหรือแผ่นเหล็กอาบสังกะสีไม่บางกว่าเบอร์ 22 B.W.G. ยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม.ประกับ หรือหุ้มโดยรวม

ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยก๊าซไนโตรเจนที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 28 กก./ชม.2 เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชม. โดยที่ความดันอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

(0.1 oC /1 กก./ชม.2) แล้วจึงทำการดูดความชื้นออก และทำให้เป็นสุญญากาศด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ

(VACUUM PUMP) จนมีความดันประมาณ 2.1 กก./ชม. 2 อย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงเติมสารทำความเย็นเพิ่ม

4. ท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Pipe)

ใช้ท่อ PVC Class 13.5 ท่อน้ำทิ้งต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Insulation หนา 1/2” การติดตั้งให้มีความลาดเอียงเพียงพอ (ไม่น้อยกว่า 1:100) ที่จะให้น้ำทิ้งไหลได้สะดวก

5. การหุ้มฉนวน

รอยต่อของฉนวนท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้งจะต้องสนิทกันโดยใช้น้ำยาเชื่อมฉนวนของโรงงานผู้ผลิตฉนวน

6. การติดตั้งเครื่อง

บุคคลากรที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมี ประสบการณ์ในการติดตั้งจนมีความชำนาญในการทำงานด้านนี้ โดยมีการรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศเครื่อง CDU จะต้องมีการรองรับการสั่นสะเทือนประเภทยางหรือสปริงและ สำหรับเครื่อง Fan Coil Unit ชนิดแขวน จะต้องติดตั้งโดยมีเหล็กยึดแขวนติดกับโครงสร้างอย่างแข็งแรง ท่อที่นำเข้ามาเก็บที่หน่วยงานจะต้องมีการอุดหัวท้ายท่อด้วยปลั๊กอุดเพื่อป้องกันสิ่งของที่เข้าไปในท่อ ในขณะที่ติดตั้งท่อเมื่อเลิกงานให้อุดด้วยปลั๊กอุด ที่ปลายท่อที่ยังไม่ได้ต่อจำนวนน้ำยาและน้ำมันหล่อลื่นที่ ตั้งใช้อัด ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อให้อายุการใช้งานของเครื่องอัดน้ำยาวานาน

7. การรับประกันและการบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากชิ้นส่วนชำรุดบกพร่องที่เกิดจากการผลิต และการติดตั้งที่ผิดวิธีโดย

คอมเพรสเซอร์ มีอายุรับประกันไม่น้อยกว่า	5	ปี
ชิ้นส่วนอื่น มีอายุรับประกันไม่น้อยกว่า	2	ปี
การเข้าบำรุงรักษาทุก ๆ ระยะ 12 ครั้ง / ปี รวม	2	ปี

หมวดที่ 42020 เครื่องทำน้ำเย็น

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา และติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นตามความสามารถทำความเย็น และจำนวนที่กำหนดในแบบประกอบ สัญญา รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ตามที่ระบุในรายละเอียดต่อไปนี้ และที่จำเป็นสำหรับการใช้งานได้อย่าง สมบูรณ์
- 1.2 เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมา สำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 Hz. และมีความสามารถในการทำความเย็นได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุตาม เงื่อนไขที่กำหนดในรายการอุปกรณ์
- 1.3 เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องติดตั้งอยู่บน Spring Vibration Isolators ซึ่งมีค่า Static Deflection อย่างน้อย 2 นิ้ว โดยมีจำนวนขนาดตำแหน่งที่รองรับตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ ตามสภาพลักษณะโครงสร้างอาคารบริเวณที่ใช้ติดตั้ง และเครื่องทำน้ำเย็นทั้งชุดจะติดตั้งอยู่บนฐานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เรียบและได้ ระดับผิวบนสูงจากระดับผิว Finished Floor Level (FFL.) ประมาณ 150 มม. (6 นิ้ว)
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ และ เกจวัดความดันที่ท่อทำน้ำเย็น และ ท่อน้ำระบายความร้อน ทั้งท่อส่งและท่อกลับ และ ต้องติดตั้ง Flow Switches สำหรับน้ำเย็น และน้ำ ระบายความร้อน
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และส่งมอบชุดเครื่องมือสำหรับการซ่อมบำรุงเครื่องทำน้ำเย็น ครบชุด จำนวน 1 ชุด ชุดเครื่องมือจะต้องประกอบไปด้วย Standard Handtools ต่าง ๆ ตามที่ระบุใน Standard Catalog หรือ Manual ของผู้ผลิต พร้อมทั้งการจัดหาและส่งมอบชุดทำความสะอาด (Brushing) ซึ่งประกอบด้วยท่อทำความสะอาดความยาวพอเหมาะกับ Tube ปลายข้างหนึ่งต่อเข้ากับท่ออ่อน (Hose) สำหรับต่อกับท่อจ่ายน้ำทำความสะอาด ส่วนอีกปลายหนึ่งต่อกับ Soft Bristle Bronze Brush ที่มีรูเล็ก ๆ สำหรับให้น้ำไหลออกมาช่วยทำความสะอาดภายใน Tube
- 1.6 ผู้รับจ้างต้องทำการ Factory Performance Test & Certify Report ที่ 100%, 75%, 50% และ 25% ตามมาตรฐาน IPLV AHRI ให้กับอาคาร

2. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องทำน้ำเย็น

2.1 ชนิดเครื่องทำน้ำเย็น

เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Oil Free Centrifugal Compressor, VFD Integrated เป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิต ประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน AHRI 550/590 เครื่องทำน้ำเย็นต้องออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบน้ำยา R134a เป็นแบบ Multiple Compressor with Mutti Refrigerant Circuit แต่ละ Circuit จะต้องแยกอิสระจากกัน และมีจำนวน Circuit เท่ากับจำนวนคอมเพรสเซอร์

หรือเป็นแบบ Multiple Compressor with Single Refrigerant Circuit หรือเป็นแบบประกอบรวมมากับมอเตอร์ Impeller เป็นแบบ Back-To-Back-Two-Stage Compression Struction Balances ใบพัดและแกนเพลลาของใบพัดรองรับด้วย Magnetic Radial Bearings และ Trust Magnetic Bearing มีขนาดทำความเย็นไม่น้อยกว่า 800 Ton ที่สภาวะการทำงานอุณหภูมิน้ำเย็นออก 45 °F และกลับ 55 °F อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก 100 °F และกลับ 90 °F มีค่าประสิทธิภาพการเดินโหลดที่สภาวะ 100% ไม่เกิน 0.61 kW/Ton ที่สภาวะโหลดไม่เต็มพิกัด IPLV (AHRI) ไม่เกิน 0.34 kW/Ton ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, มอเตอร์, VDF, อีแวปพอเรเตอร์, คอนเดนเซอร์, อิโคโนไมเซอร์, ระบบควบคุมแบบ Microprocessor และอื่น ๆ โดยใช้ค่า Fouling Facto ส่วนที่เป็นอีแวปพอเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ให้ถือว่าเท่ากับ 0.0001 และ 0.00025 h-ft² - F/Btu.

2.2 Compressor Drive and Motor

Compressor เป็นใบพัดแบบ Impeller หรือ Turbocor โดยชุดใบพัดและแกนเพลลาของใบพัดรองรับด้วย Axial Bearing และ Radial Bearing ชนิด Magnetic Bearing พร้อมชุดเซนเซอร์วัดตำแหน่งและปรับสมดุลของเพลลาตลอดช่วงเวลาการทำงาน โดยได้รับการออกแบบและติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต ทั้งระบบ Compressor Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 Volt/ 3pH/ 50 Hz จะต้องมียระบบการควบคุมอัตราการแปรความเร็วรอบ Motor ต้องเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตพร้อมด้วยการใช้สารทำความเย็นในการระบายความร้อนของชุด Motor ด้วย ทั้งนี้ในส่วนประกอบของ Compressor จะต้องไม่มีการใช้สารหล่อลื่นในระบบ Compressor ด้วย (Oil free Compressor) โดยจะต้องมีจำนวนคอมเพรสเซอร์ไม่น้อยกว่า 4 ชุด ในเครื่องทำน้ำเย็น 1 ชุด หรือเป็นแบบ Multi Compressor ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น คอมเพรสเซอร์เป็นชนิด Oil-free Centrifugal แบบ Magnetic Bearing ประกอบรวมมากับมอเตอร์ Impeller เป็นแบบ Back-To-Back-Two-Stage Compression Struction Balances ใบพัดและแกนเพลลาของใบพัดรองรับด้วย Magnetic Radial Bearings และ Trust Magnetic Bearing ได้รับการออกแบบ ติดตั้ง และปรับสมดุลย์ทั้งขณะหยุดนิ่งและขณะทำงาน

2.3 MotorและHarmonic Filter

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ Harmonic Filter ประเภท Active Harmonic Filters เพราะกรองค่า Harmonic ได้มากกว่าประเภทอื่นๆ ให้กับคอมเพรสเซอร์เครื่องทำน้ำเย็นทุกชุด และเป็น Active Harmonic Filter ที่มาจากผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นแนะนำอย่างเป็นทางการด้วยเอกสารรับรอง มอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์ มอเตอร์เป็นแบบ Hermetic Type Permanent Magnet with Magnetic Bearing ออกแบบมาให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 Volt/ 3pH/ 50 Hz เพลลา ของมอเตอร์อยู่บน Magnetic Radial and Thrust Magnetic Bearing ควบคุมระบบสมดุลย์อัตโนมัติโดยชุด Magnetic Bearing Controller เครื่องทำน้ำเย็นต้องติดตั้งชุดควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (VSD) ติดตั้งอยู่กับตัวเครื่องทำน้ำเย็นพร้อม อุปกรณ์ Harmonic Filter หรือแยกอุปกรณ์ Harmonic Filter จากตัวเครื่องทำน้ำเย็น

2.4 Cooler และ Condenser

Cooler และ Condenser เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Shell & Tube โครงสร้างของเปลือกภายนอก (Shell) ทำมาจากเหล็กกล้า (Carbon Steel) ได้รับการออกแบบ ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน ASME หรือ GB หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต ออกแบบให้สารความเย็นไหลอยู่ภายใน Shell และน้ำไหลอยู่ภายในท่อสารความเย็น (Tube) ที่ทำจากทองแดง โดย Cooler เป็นชนิดประสิทธิภาพสูง Full Falling Film Technology หรือเป็นชนิดประสิทธิภาพสูงแบบอื่นตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต และมีอุปกรณ์นิรภัยติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต

2.5 การควบคุมสมรรถนะ

อุปกรณ์ควบคุมสมรรถนะต้องเป็นอุปกรณ์มาตรฐานของผู้ผลิต ควบคุมความสามารถการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นให้อยู่ระหว่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ $\leq 20\%$ จนถึง 100% ของความสามารถสูงสุดได้โดยอัตโนมัติ โดยการปรับความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ร่วมกับ อุปกรณ์มาตรฐานของเครื่องทำน้ำเย็นจากโรงงานผู้ผลิต ในการปรับปริมาณสารความเย็นให้เหมาะสม เพื่อรักษาอุณหภูมิน้ำเย็นให้คงที่ตามภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ๆ โดยผู้รับจ้างต้องแสดงค่า Part Load Performance (Minimum to Maximum) โดยใช้ค่าอุณหภูมิระบายความร้อนเข้าคอนเดนเซอร์ที่ (90 °F) และน้ำเย็นออกจาก อีแวปอเรเตอร์ที่ (45 °F)

2.6 Economizer

Economizer เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจะอยู่ในสถานะของเหลว 100%

2.7 Control Panel

ระบบควบคุมของเครื่องทำน้ำเย็นเป็นแบบไมโครโพรเซสเซอร์ หรือ PLC Control มีหน้าจอแสดงผลเป็น VGA Color graphics หรือ LCD แบบ User Interface, Touch screen ผลที่แสดงออกเป็นภาษาอังกฤษ ไม่เป็นเลขรหัส และต้องสามารถเชื่อมต่อการควบคุมได้จากระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Management System) ได้โดยตรงหรือผ่าน Gateway Modbus, Bacnet ทั้งนี้ค่าที่ปรากฏเห็นได้โดยตรงที่แผงควบคุม จะต้องมีความต่างอย่างน้อยดังนี้

- ค่าอุณหภูมิของน้ำเย็น ทั้งด้านส่งและด้านกลับ
- ค่าอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนทั้งด้านส่งและด้านกลับ
- ค่าความดันของสารทำความเย็น ทั้งในส่วนของ Evaporator และ Condenser
- ค่าอุณหภูมิของสารทำความเย็นทางด้าน Cooler และ Condenser
- ค่า Temp Approach ของด้าน Cooler และ Condenser
- ค่า % Motor Load, kW, Volt, Current
- ค่า Compressor Operating Hour

2.8 อุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัย (Safety Devices)

อุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัย (Safety Devices) ซึ่งบางส่วนติดตั้งไว้ที่ Control Panel ที่ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ทำให้เครื่องหยุดได้เองในทันที และไม่ผิดพลาดเมื่อเครื่องทำงานผิดปกติ หรือมีขั้นตอนไม่ถูกต้อง เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

2.9 ฉนวน (Insulation)

ผิวส่วนที่เย็นของเครื่องทำน้ำเย็น เช่น Evaporator, Water Boxes และท่อสารความเย็นด้าน Suction ซึ่งมีโอกาสเกิด Condensation จะต้องหุ้มด้วยฉนวนม้วนม้วนไฟชนิด Closed Cell ฉนวนต้อง มีความหนา ไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) หรือเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์

2.10 การบริการหลังการขาย (After Sale Service)

การ Start up และ Commissioning รวมถึงการบริการหลังการขายเครื่องทำน้ำเย็นจะต้อง ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ของบริษัทฯ ตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์เท่านั้น นอกจากนี้ เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมี ระบบ Monitoring online เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและติดตามการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นได้ ระยะไกลผ่านทางคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต

2.11 ผลิตภัณฑ์เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยได้รับการแต่งตั้งจากเจ้าของ ลิขสิทธิ์ หรือ เจ้าของผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้อง

3. อุปกรณ์ตรวจจับสารน้ำยาทำความเย็น

3.1 ในห้องเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องจัดให้มีอุปกรณ์ตรวจจับปริมาณความเข้มข้นของน้ำยาหรือความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจน (Refrigerant Sensor Or Oxygen Sensor) แล้วแต่ชนิดของสารทำความเย็นที่ใช้ โดยจะต้องติดตั้งตาม Standard ASHRAE 15 ชุดล่าสุด

3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการเดินท่อสำหรับต่อเข้ากับ Refrigerant Relief Valve ไปยังนอกอาคาร

หมวดที่ 42030 เครื่องสูบน้ำ

สำหรับเครื่องสูบน้ำชนิด Horizontal Split Case

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องสูบน้ำที่เป็นชนิดที่ระบุไว้ในแบบต้องเป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Split case Centrifugal, Single Suction หรือ Double Suction, แบบ Single Stage หรือ Multi Stage รายละเอียดตามที่ระบุไว้ในแบบ มี Casing แบบ Volute Type ขับโดยด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. โดยผ่านอุปกรณ์ Flexible Coupling เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องติดตั้งอยู่บนโครงสร้างเหล็กชิ้นเดียวกัน หรือฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel)

1.2 เครื่องสูบน้ำต้องประกอบสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศและจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีหนังสือแสดงว่าเป็นตัวแทนจำหน่ายเท่านั้น พร้อมทั้งมีบริการทางด้านอะไหล่รองรับ

1.3 ในการเสนอเพื่อขออนุมัติผลิตภัณฑ์เครื่องสูบน้ำผู้รับจ้างต้องแนบ Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่ในบริเวณกลางของ Curve ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำ (Flow Rate) และความดันเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุด

1.4 สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ด้วยอัตราการไหลและแรงดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์ (Equipment Schedule)

1.5 การเลือกเครื่องสูบน้ำต้องเลือกให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Non-Over loading Performance Curve โดยใช้มอเตอร์ขนาดแรงม้าสูงสุดของ Curve มอเตอร์ที่ใช้เป็น Induction Motor ชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC), IP 55 มีประสิทธิภาพมอเตอร์ไม่น้อยกว่า IE3 ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ชักกับระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. และขนาดของมอเตอร์ที่ติดตั้งต้องมีขนาดมากกว่า Break kW ไม่น้อยกว่า 15%

1.6 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำจะต้องจัดเตรียมขอก๊วย (Hook) ที่เพดานเหนือ Motor ที่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะใช้ยก Motor และตัวเครื่องสูบน้ำสำหรับการติดตั้งหรือซ่อมบำรุง

1.7 ให้ติดตั้ง Flexible Connection ที่ท่อด้านส่งและด้านดูดกลับใกล้ตัวเครื่องสูบน้ำให้มากที่สุด ในลักษณะที่ป้องกันการสั่นสะเทือนจากเครื่องสูบน้ำส่งผ่านไปที่ท่อน้ำของระบบ

1.8 ต้องต่อท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำทุกชุดไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุดท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กอาจสังกะสีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องท่อน้ำ

1.9 ชุดเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องได้รับการปรับแนว (Alignment) และยึดอย่างมั่นคง ติดกับท่อน้ำที่ต่ออยู่ โดยมี Pipe Support รับน้ำหนักในแนวตั้ง พร้อมกับมีแผ่นยางกับการสั่นสะเทือนที่พื้นที่ยึดกับ Pipe Support

1.10 เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ทุกชุดต้องหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบ Closed Cell Elastomeric Foam ความหนา 38 มม. (1 1/2 นิ้ว) เป็นอย่างน้อย

1.11 ใบรับรองสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำ (Certificate Test of Origin) เครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องจะต้องมีใบรับรองผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องจากผู้ผลิต

2. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ

2.1 ตัวเครื่องสูบน้ำ (Casing) ทำด้วยเหล็กหล่อออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Maximum Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 16 กก./ตร.ซม. (232 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องได้รับการทดสอบความดัน (Hydrostatic Test) ถึง 1.5 เท่าของความดันที่ออกแบบไว้ (Casing Design Maximum Working Pressure) ข้อต่อของเครื่องสูบน้ำกับท่อจะต้องเป็นแบบหน้าแปลน (Flanged Connection) ทั้งทางด้านดูดกลับและทางด้านส่งและทนแรงดันได้เช่นเดียวกันกับตัวเครื่องสูบน้ำพร้อมทั้งมีรูที่ทำเกลียวและอุดไว้ (Tapped and Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายอากาศ (Vent) และการระบายน้ำทิ้ง (Drain)

2.2 ใบพัด (Impeller) ทำด้วย Bronze หล่อเป็นชิ้นเดียวยึดติดกับเพลาด้วยสลักอยู่ในตำแหน่งถูกต้อง แนวนอนตัวใบจะต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทางด้าน Statically and Dynamically Balanced

2.3 เปลา (Shaft) ทำด้วย Stainless Steel หรือ Heat-Treated Steel หรือ High-Tensile Steel หรือ เทียบเท่า ออกแบบให้มี Safety Factor สูง ผิวโลหะเรียบได้ขนาดที่ถูกต้องแน่นอน

2.4 Seal เป็นชนิด Mechanical Seal และ Seal ที่เลือกใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตที่เลือกใช้กับเครื่องสูบน้ำที่มีโครงสร้างแบบ Cast Iron Bronze Fitted

2.5 Bearing ต้องเป็นชนิด Heavy Duty Deep-Groove Ball Bearing มีขนาดได้มาตรฐานและหล่อลื่นด้วยจารบีแบบ Grease Lubrication ออกแบบให้ใช้งานตามที่กำหนดได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life)

2.6 Coupling ระหว่างมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ Flexible Coupling ชนิด Urethane หรือ Steel Pin & Bushing มีค่า Service Factor อย่างต่ำ 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (Coupling Guard) ยึดติดกับโครงฐานเครื่องสูบน้ำสามารถถอดออกได้ง่ายจะต้องเป็นแบบที่สามารถส่งถ่ายกำลังได้เต็มอัตราที่ทุก ๆ ความเร็วทวนทอนต่อน้ำมันเครื่องสกรปรกและสภาพบรรยากาศ

2.7 Stuffing Boxes and Glands มีขนาดสามารถใส่ Square Graphite Asbestos Packing ได้จำนวนเพียงพอกับการใช้งานหรือเป็นแบบ Mechanical Seal Gland ทำด้วย Bronze หรือ Cast Iron

2.8 แท่นเครื่อง (Bedplate) เป็นเหล็กหล่อหรือประกอบจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel) มีความแข็งแรงมั่นคงแน่นอนและสามารถติดตั้งบนแท่นคอนกรีตเสริมเหล็กได้

สำหรับเครื่องสูบน้ำชนิด Vertical In-Line

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องสูบน้ำที่เป็นชนิดที่ระบุไว้ในแบบต้องเป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Vertical In-Line Centrifugal, Single Suction หรือ Double Suction, แบบ Single Stage หรือ Multi Stage รายละเอียดตามที่ระบุไว้ในแบบ มี Casing แบบ Volute Type ขับโดยด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. โดยใช้ Coupling เป็นแบบ แบบ Rigid split coupled มอเตอร์ต้องติดตั้งอยู่บนตัวเรือนของเครื่องสูบน้ำ

1.2 เครื่องสูบน้ำต้องประกอบสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศและจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีหนังสือแสดงว่าเป็นตัวแทนจำหน่ายเท่านั้น พร้อมทั้งมีบริการทางด้านอะไหล่รองรับ

1.3 ในการเสนอเพื่อขออนุมัติผลิตภัณฑ์เครื่องสูบน้ำผู้รับจ้างต้องแนบ Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่ในบริเวณกลางของ Curve ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำ (Flow Rate) และความดันเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุด

1.4 สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ด้วยอัตราการไหลและแรงดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์ (Equipment Schedule)

1.5 การเลือกเครื่องสูบน้ำต้องเลือกให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Non-Over loading Performance Curve โดยใช้มอเตอร์ขนาดแรงม้าสูงสุดของ Curve มอเตอร์ที่ใช้เป็น Induction Motor ชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC), IP 55 มีประสิทธิภาพมอเตอร์ไม่น้อยกว่า IE3 ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ชักกับระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. และขนาดของมอเตอร์ที่ติดตั้งต้องมีขนาดมากกว่า Break kW ไม่น้อยกว่า 15%

1.6 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำจะต้องจัดเตรียมขอเกี่ยว (Hook) ที่เพดานเหนือ Motor ที่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะใช้ยก Motor และตัวเครื่องสูบน้ำสำหรับการติดตั้งหรือซ่อมบำรุง

1.7 ไม่ต้องติดตั้ง Flexible Connection ที่ท่อด้านส่งและด้านดูดของตัวเครื่องสูบน้ำ Vertical In-Line

1.8 ต้องต่อท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำทุกชุดไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุดท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กอาจสังกะสีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องท่อน้ำ

1.9 เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ทุกชุดต้องหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบ Closed Cell Elastomeric Foam ความหนา 38 มม. (1 1/2 นิ้ว) เป็นอย่างน้อย

1.10 ใบรับรองสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำ (Certificate Test of Origin) เครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องจะต้องมีใบรับรองผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องจากผู้ผลิต

2. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ

2.1 ตัวเครื่องสูบน้ำ (Casing) ทำด้วยเหล็กหล่อออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Maximum Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 16 กก./ตร.ซม. (232 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องได้รับการทดสอบความดัน (Hydrostatic Test) ถึง 1.5 เท่าของความดันที่ออกแบบไว้ (Casing Design Maximum Working Pressure) ข้อต่อของเครื่องสูบน้ำกับท่อจะต้องเป็นแบบหน้าแปลน (Flanged Connection) ทั้งทางด้านดูดกลับและทางด้านส่งและทนแรงดันได้เช่นเดียวกันกับตัวเครื่องสูบน้ำพร้อมทั้งมีรูที่ทำเกลียวและอุดไว้ (Tapped and Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายอากาศ (Vent) และการระบายน้ำทิ้ง (Drain)

2.2 ใบพัด (Impeller) ทำด้วย Bronze หล่อเป็นชิ้นเดียวยึดติดกับเพลาด้วยสลักอยู่ในตำแหน่งถูกต้อง แน่นอนตัวใบจะต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทางด้าน Statically and Dynamically Balanced

2.3 เปลา (Shaft) ทำด้วย Stainless Steel หรือ Heat-Treated Steel หรือ High-Tensile Steel หรือ เทียบเท่า ออกแบบให้มี Safety Factor สูง ผิวโลหะเรียบได้ขนาดที่ถูกต้องแนวนอน

2.4 Seal เป็นชนิด Mechanical Seal และ Seal ที่เลือกใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตที่เลือกใช้กับเครื่องสูบน้ำที่มีโครงสร้างแบบ Cast Iron Bronze Fitted

2.5 Coupling ระหว่างมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ เป็นแบบ Split coupled, rigid spacer type ทำด้วย High tensile aluminum alloy สามารถทำการบำรุงรักษาถอดเปลี่ยนและประกอบกลับคืนได้ง่ายโดยไม่ต้องทำการ Alignment ใหม่และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (Coupling Guard) ยึดติดกับโครงฐานเครื่องสูบน้ำสามารถถอดออกได้ง่ายจะต้องเป็นแบบที่สามารถส่งถ่ายกำลังได้เต็มอัตราที่ทุก ๆ ความเร็วทวนทวนต่อน้ำมันเครื่องสิ่งสกปรกและสภาพบรรยากาศ

2.6 ด้านดูดและด้านส่งจะต้องเป็นหน้าแปลน (Flanged) มีจุดให้ติดตั้งอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure gauge) มี Manual air vent ติดตั้งที่ Flush line มาจากโรงงานผู้ผลิต

3. ชุดควบคุมความเร็วรอบ Variable speed pump controller (VSPC) (หากมีระบุในแบบ)

ชุดควบคุมความเร็วรอบสำหรับเครื่องสูบน้ำตามที่ระบุในแบบ จะต้องประกอบไปด้วย

- Variable speed drive (VSD)
- Sensorless speed controller

3.1 Variable speed drive (VSD)

จะต้องยึดติดกับมอเตอร์มาพร้อมกับเครื่องสูบน้ำเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต และมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์ตามเอกสาร Selection pump ที่ยื่นขออนุมัติ เมื่อใช้งานต้องไม่เกิด Overloading, IP Protection ไม่น้อยกว่า IP55 และเหมาะสมสำหรับไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิร์ต การใช้ VSD คู่กับเครื่องสูบน้ำต้องสามารถประหยัดพลังงานได้ตามมาตรฐาน ASHRAE 90.1

VSD จะต้อง มี DC Link Reactor เพื่อควบคุม Low harmonic และ VSD เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 519-1992 หรือ IEC/EN 61000-3-12 หรือเทียบเท่า มี EMI/RFI control integrated filter เป็นไปตามมาตรฐาน EN 61800-3

ระยะห่างระหว่างมอเตอร์และ VSD ต้องไม่เกิน 0.5 เมตร หากต้องติดตั้งมากกว่า 0.5 เมตร ที่แกนเพลลา (Shaft) จะต้องติดตั้ง Grounding ring และติดตั้ง du/dt Filter เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับฉนวนมอเตอร์และเบร้งมอเตอร์

3.2 Sensorless speed controller

Controller จะต้อง มีโปรแกรมในควบคุมการทำงานแบบ Sensorless control ติดตั้งสำเร็จใน Controller มาจากโรงงานผู้ผลิต เพื่อการทำงานแบบอัตโนมัติในการควบคุมอัตราการไหลแบบแปรผัน (Variable flow) โดยไม่จำเป็นต้องมีการเพิ่มอุปกรณ์ใด ๆ ทั้ง Internal หรือ External เครื่องสูบน้ำไม่จำเป็นต้องรับสัญญาณสั่งการทำงานจาก Differential pressure transmitter (DPT)

Sensorless Control จะต้องสามารถทำงานได้ดังนี้

- เมื่อระบบมี Head เพิ่มขึ้นหรือลดลง Controller จะเพิ่ม-ลดรอบการทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อเพิ่ม-ลด Flow ตาม Control curve ที่แสดงในเอกสาร Selection ของทางผู้ผลิต
- สามารถตั้งค่าสำหรับ Min-Max Head และ Water flow ได้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนค่าให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง
- สามารถขยายจุดทำงานทั้ง Water flow และ Head ได้ไม่น้อยกว่า 20% โดยไม่ต้องเปลี่ยนขนาดมอเตอร์

Controller จะต้องสามารถสื่อสารกับระบบควบคุมทั้ง CPMS หรือ BAS ได้ด้วย BACnet MS/TP หรือ Modbus RTU โดยมีค่าต่างๆดังนี้

- Actual Sensorless Flow
- Actual Sensorless Head
- Total Real-Time Power Consumption
- Pump Speed
- Individual Pump Run Status

- Alarm Status
- Start/Stop
- Pump Controls Information: Hz, Current, Power, Volts AC, Flow and Head
- Pump - Hours of Operation
- Min/Max Head and Max Flow Set-Point

Controller ต้องมีหน้าจอที่สามารถแสดงรายละเอียดได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุดังต่อไปนี้

- อัตราการไหล (Flow) ในหน่วย GPM หรือ L/s
- ความดันใช้งาน (Head) ในหน่วย ft หรือ m
- ความถี่การใช้งาน (Frequency) ในหน่วย Hz
- กำลังไฟฟ้าใช้งาน (Power) ในหน่วย kW
- กระแสใช้งาน (Current) ในหน่วย Amps

4. ชุดควบคุมการทำงาน Parallel Pump Control (หากมีระบุในแบบ)

เป็นชุด Control เพื่อควบคุมให้เครื่องสูบน้ำทำงานหลายตัวพร้อมกันที่ความเร็วรอบการทำงานเดียวกัน เฉพาะสำหรับการควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ Chilled pump หรือ Condenser pump จะต้องสามารถควบคุมให้ทำงานได้ไม่น้อยกว่า 6 เครื่องสูบน้ำพร้อมกัน และสามารถควบคุมแรงดันในท่อแต่ละโซนได้ มีโซนควบคุมได้ไม่น้อยกว่า 12 Multi zones

5. Suction guide

จะต้องทำด้วย Cast Iron, Ductile Iron หรือ Carbon Steel วัสดุเป็นไปตาม Working Pressure ของเครื่องสูบน้ำ เป็นอุปกรณ์เฉพาะสำหรับการติดตั้งเข้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อทดแทนข้องอ 90° ของท่อน้ำ จะต้องมีการ Strainer อยู่ภายในเป็น Perforated stainless steel ความละเอียดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร (จะต้องมีการงอละเอียดให้มาพร้อมกันเพื่อใช้ในการ Flushing น้ำในระบบก่อนเดินระบบจริง) จะต้องถอดล้าง Strainer ได้สะดวกโดยไม่ต้องรื้อถอนท่อน้ำหรือเครื่องสูบน้ำ จะต้องมีหน้าแปลน (Flanged) สำหรับต่อเข้ากับท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำ พร้อมทั้งมีรูทำเกลียว และอุดไว้ (Tapped and Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายน้ำทิ้ง (Drain)

6. Flo-Trex valve

จะต้องทำด้วย Cast Iron, Ductile Iron หรือ Carbon Steel วัสดุเป็นไปตาม Working Pressure ของเครื่องสูบน้ำ เป็นอุปกรณ์เฉพาะสำหรับการติดตั้งเข้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อทดแทนวาล์วปิด-เปิด (Shut off valve), วาล์วกันกลับ (Non-slam check valve), วาล์วควบคุมการไหล (Flow throttling valve) และข้องอ 90° ของท่อน้ำ (สามารถปรับเปลี่ยนเป็นข้อต่อตรงได้) จะต้องมีการ O-Ring ที่สามารถถอดล้างได้สะดวกโดยไม่ต้องรื้อถอนท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำ จะต้องมีการ Flow indicator scale สำหรับการปรับตั้ง มี Port อย่างน้อย 1 จุดสำหรับติดตั้งเพื่อวัดค่า จะต้องมีการมีหน้าแปลน (Flanged) สามารถต่อเข้ากับท่อน้ำ

7. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (Pump Installation)

- 7.1 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามคู่มือการติดตั้งและคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ
- 7.2 เครื่องสูบน้ำ Vertical inline ไม่จำเป็นต้องเตรียมแท่นคอนกรีต, Inertia base, สปริงหรือยางรอง, ข้ออ่อน (Flexible connection) ทั้งท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออก ทั้งนี้สามารถตรวจสอบกับตัวแทนจำหน่ายให้ถูกต้องตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 7.3 จะต้องเลือกใช้เครื่องสูบน้ำหรือของเหลวที่เหมาะสมกับอุณหภูมิของ ๆ เหลว นั้นโดยไม่เกิดโพรงอากาศ (Cavitation) และการสะสมของฟองอากาศ (Vapor Binding) ที่เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำจะต้องไม่ทำงานเกินพิกัด (Non-Overloading) เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำชุดเดียวหรือเดินเครื่องสูบน้ำหลาย ๆ ชุดขนานกัน
- 7.4 ท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับที่มีขนาดใหญ่กว่าข้อต่อหน้าแปลนของเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้ข้อลด (Reducer) เป็นตัวช่วยลดในการติดตั้งและเพื่อป้องกันน้ำหนักของท่อน้ำกดลงยังตัวเครื่องสูบน้ำ
- 7.5 ให้ติดตั้ง Line sized shut-off valve ที่มีขนาดเท่ากับท่อน้ำทางด้านดูดกลับและด้านส่งของเครื่องสูบน้ำ
- 7.6 Suction Guide และ Flo-Trex Valve จะต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำ
- 7.7 ให้ติดตั้งอุปกรณ์วาล์วที่จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ เพื่อระบายน้ำทิ้ง (Drain connection)
- 7.8 ติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำไปยังหัวรับน้ำทิ้ง (Floor drain or gutter)
- 7.9 อัดจาระบี หรือเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับมอเตอร์ก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (Start-up) หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 7.10 ข้อต่อทางด้านน้ำเข้า และทางด้านน้ำส่งจะต้องติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure gauge) ตามแสดงในแบบหรือไดอะแกรม การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

หมวดที่ 42040

คูลิ่งทาวเวอร์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา และติดตั้งคูลิ่งทาวเวอร์ (Cooling Tower) และจำนวนที่กำหนดในแบบประกอบ สัญญารวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ตามที่ระบุ
- 1.2 คูลิ่งทาวเวอร์ที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50Hz. มีขีดความสามารถในการระบายความร้อนของน้ำได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุตามเงื่อนไขที่กำหนดในรายการอุปกรณ์
- 1.3 คูลิ่งทาวเวอร์เป็นแบบ Multi-Cells, Cross Flow, Vertical Discharge, Low Noise, Internal Piping Type
- 1.4 ระดับเสียงไม่เกิน 70 dBA. ที่ระยะห่าง 2 เมตร จากช่องระบายดูดอากาศ (Louver Side)
- 1.5 คูลิ่งทาวเวอร์จะต้องได้รับการรับรอง (Certified) โดย CTI (Cooling Tower Institute, USA.) หรือ JCI (Japan Cooling Tower Institute) ในเรื่อง Thermal Performance
- 1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายการคำนวณขนาดการระบายความร้อน (Thermal Performance) ส่งขออนุมัติ ก่อนทำการติดตั้ง

2. วัสดุและโครงสร้างของคูลิ่งทาวเวอร์แบบ Cross Flow

- 2.1 โครงสร้างของคูลิ่งทาวเวอร์ โดยตัวถังทำด้วย FRP (Fibreglass - Rein - Forced Polyester) หรือ Galvanized Steel Sheet ภาดกระจายน้ำทำด้วยไฟเบอร์กลาสหรือเหล็กชุบสังกะสี ส่วนแผ่นฟิลเตอร์กระจายน้ำทำด้วยพลาสติก สกรูและน็อตทำด้วยสแตนเลส
- 2.2 คูลิ่งทาวเวอร์จะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนแบบสปริง ซึ่งมีค่า Static Deflection อย่างน้อย 2 นิ้ว โดยมีจำนวนขนาดตำแหน่งที่รองรับตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ และท่อน้ำที่ต่อกับคูลิ่งทาวเวอร์จะต้องเป็นท่ออ่อน (Flexible Pipe Connection)
- 2.3 พัดลมจะเป็นพัดลมชนิดความเร็วรอบต่ำ ใบพัดเป็นอลูมิเนียมอัลลอยหรือไฟเบอร์กลาส โดยได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้าน Static และ Dynamic มาแล้วอย่างดีจากโรงงานผู้ผลิตจะขับเคลื่อน โดยใช้สายพานหรือเฟืองลดรอบ
- 2.4 มอเตอร์ขับเคลื่อนจะต้องเป็นแบบมิดชิดน้ำไม่เข้า ระบายความร้อนด้วยพัดลมในตัว หรือระบายความร้อนด้วยอากาศโดยรอบตามมาตรฐานผู้ผลิตความเร็วรอบไม่เกิน 1500 รอบ/นาที IP 55, Class F Insulation ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V / 3Phase / 50Hz.
- 2.5 อุปกรณ์เพิ่มเติมประกอบด้วย
 - ที่กรองเศษผงทางด้านดูด
 - วาล์ว ลูกลอย
 - ท่อสำหรับน้ำไหลล้น
 - ท่อน้ำทิ้ง

- ตาช่ายกัน

- บันไดขึ้นไป Service

2.6 Bolts & Nuts ที่ใช้เป็น Stainless Steel

2.7 ระดับเสียงไม่เกิน 70 dBA. ที่ระยะห่าง 2 เมตร จากช่องระบายอากาศออก

2.8 แผ่นฟิลเลอร์ (Filler) กระจายน้ำทำด้วยพลาสติก และมีแผ่นรองรับ Filler ในแต่ละชั้นและสามารถหรือเข้าถึงเพื่อทำการสะอาดได้, แผ่น Filler สามารถทนอุณหภูมิของน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 122°F และมี ชุด Drift Eliminator ทำด้วยพลาสติก เพื่อลดการสูญเสียของน้ำ (Drift Loss 0.005% ของอัตราการไหล)

2.9 ฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดลักษณะและจำนวนให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด โดยผู้ผลิต쿨ลิ่งทาวเวอร์

2.10 쿨ลิ่งทาวเวอร์จะต้องได้รับการรับรอง (Certified) โดย CTI (Cooling Tower Institute, USA.) หรือ JCI (Japan Cooling Tower Institute) ในเรื่อง Thermal Performance

หมวดที่ 42050 เครื่องส่งลมเย็น

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องส่งลมเย็นซึ่งรับน้ำเย็นจาก Chiller Plant ที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นได้ ชนิดของเครื่องส่งลมให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ

1.2 ค่าความดันที่ระบุให้ไว้ในตารางรายการอุปกรณ์ในแบบเป็นค่า External Static Pressure ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง และนำไปรวมกับค่าความดันลดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องส่งลมเย็น รวมทั้ง Filter Box ตามข้อมูลของผู้ผลิตเพื่อนำไปใช้ในการเลือกกำหนดจุดทำงานของพัดลมและกำลังที่พัดลมต้องการ (Brake Power) การเลือกขนาดกำลังของมอเตอร์ จะต้องเพิ่มจากกำลังที่พัดลมต้องการอย่างน้อย 20% สำหรับพัดลมชนิด Forward Curve Blade และ 15% สำหรับพัดลมชนิด Backward Curve Blade

1.3 ท่อน้ำเย็นที่ต่อเข้า - ออกคอยล์เย็น ถ้าติดตั้งในระดับต่ำกว่าจุดสูงสุดของคอยล์เย็นต้องมี Automatic

Air Vent ติดตั้งไว้ที่จุดสูงสุดของท่อน้ำเย็นออก และต่อท่อระบายอากาศไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุด

1.4 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่อง ต้องมีแตรป (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้ง และเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางทางไหลของน้ำ

2. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit)

2.1 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ประกอบด้วยชุดพัดลม (Fan Section), ชุดคอยล์เย็น (Coil Section), ชุดแผงกรองอากาศ (Air Filter Section) เป็นองค์ประกอบสำคัญแต่ละส่วนอาศัยวิธียึดติดกันในการขนส่งอาจจะแยกขนส่งเป็นชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญนี้ และเมื่อนำไปประกอบที่หน่วยงานได้แต่การประกอบจะต้องทำอย่างประณีตและจะต้องไม่รื้อตามรอยต่อ เมื่อนำเครื่องเป่าลมเย็นเข้าที่ติดตั้งจะต้องปิดปากทางลมเข้าและออกด้วยพลาสติกเพื่อกันฝุ่น และหาวิธีป้องกันตัวถังเครื่องเสียหายในระหว่างการก่อสร้างอัน ได้แก่ การเหยียบ การฉาบปูน เป็นต้น หากพบว่าตัวเครื่องเสียหายจะต้องซ่อม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายให้ใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้คุมงาน

2.2 ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กที่อาบสังกะสีชนิด Heavy Gauge พ่นสีแล้วอบ (Baked on Enamel) หนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม. ตัวถังเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องบุฉนวนภายในตัวถังเครื่องที่อาจจะสัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน สำหรับเครื่องส่งลมเย็นชนิดผนังสองชั้น ตัวถังเครื่องจะต้องเป็นแบบผนังสองชั้นประกบเป็นหน่วยเดียวกัน โดยมีฉนวนบุอยู่ภายในระหว่างผนังทั้งสอง ผนังทั้งสองจะต้องทำจาก

แผ่นเหล็กอบสังกะสี โดยผนังชั้นนอกทำด้วย Heavy Gauge Galvanized Steel Sheet พ่นสีแล้วอบ (Baked on Enamel) และผนังทั้งสองจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน

2.3 ถาดน้ำทิ้งทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี หนาไม่ต่ำกว่า 1.5 มม. ครอบคลุมใต้ส่วนที่เป็นคอยล์เย็น ทั้งหมดด้านรับน้ำเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อนด้านล่างบุด้วยฉนวน มีตัวต่อท่อน้ำทิ้งที่มีขนาดเหมาะสมทั้ง 2 ด้าน พร้อมปลั๊กอุดหรือฝาครอบถาดน้ำทิ้งต้องอยู่ในระดับสูงพอที่น้ำจะถ่ายออกจากถาดได้หมดโดยทางท่อน้ำทิ้งที่ทำการติดตั้ง

2.4 คอยล์น้ำเย็น (Cooling Coil) และคอยล์น้ำร้อน (Heating Coil) ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ ขนาดท่อไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ประกับกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่ความดันไม่น้อยกว่า 2000 kPa (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จำนวน ครีบอลูมิเนียม ในช่วง 8-12 ครีบท่อนี้ และจำนวนแถว 3-6 แถว ครีบท่อทุกแถวต้องตรงกัน เพื่อให้ ฉีดล้างได้สะดวก หากจะต้องมีจำนวนแถว 8 แถว จะต้องแยกคอยล์เย็นเป็น 2 ชุด วางซ้อนห่างกันอย่างน้อย 50 ซม. (20 นิ้ว) ที่ด้านบนสุดของคอยล์ให้มี Manual Air Vent Cock

2.5 พัดลมโดยทั่วไปเป็นแบบ Forward Curve Centrifugal Fan หากเครื่องเป็นแบบที่มีความดันสูง (High Static Pressure) เกินกว่า 2.5 นิ้ว ใบพัดต้องเป็นแบบ Air Foil Blade พัดลมทำ ด้วยเหล็กอบสังกะสี หรือเหล็กผ่านกรรมวิธีฟอสเฟต พ่นสีแล้วอบ (Baked Enamel) ได้รับ การปรับสมดุลทั้ง ทางด้าน Static และ Dynamic ถ้ามีพัดลม 2 ชุด ในเครื่องส่งลมเย็นเครื่อง เดียวกันต้องอยู่บนเพลาดียวกัน พัดลมต้องสามารถส่งลม และให้ความดันลมตามที่ต้องการ และให้ความดังของเสียงไม่เกิน 60dBA ตลอด Octave Band 2-8 ในกรณี ที่เสียงดังกว่านี้ จะต้องเพิ่มอุปกรณ์กันเสียง (Sound Attenuator) ที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ใน กรณิ ที่เทียบเท่ากันนี้ ตลับลูกปืนเป็นแบบ Ball Bearing ชนิด Self Aligning, Prelubricated, Sealed Type มีหัว สำหรับอัดจาระบี และต่อท่อให้สามารถอัดจาระบีได้จากภายนอกตัวถึงในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่าย

2.6 มอเตอร์เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/ 3 Ph/ 50 Hz. แบบ Totally Enclosed Fan Cooled Squirrel Cage Induction Motor ระดับป้องกัน IP 54 ความเร็วไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาทีฉนวนไฟฟ้า เป็น Class F เลือกใช้ที่ Service Factor 1.15 การขับเคลื่อนพัดลมอาศัยมู่เลย์ และสายพานรูปตัววี มู่เลย์ชุดที่ ติดอยู่กับเพลามอเตอร์ เป็นแบบที่ปรับความกว้างของร่องมู่เลย์ได้ และสามารถทดรอบได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่น้อย กว่า 50 รอบต่อนาที ความตึงของสายพานอาศัยการปรับระยะแท่นมอเตอร์ มอเตอร์ที่มีมู่เลย์หรือสายพานอยู่ ภายนอก เครื่องส่งลมเย็นต้องมี Belt Guard ชนิดที่มองเห็นได้ปิดครอบสายพาน

2.7 ส่วนของตัวเครื่องที่อาจจะทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำที่ผิวภายนอกเครื่องจะต้องบุด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Insulation หรือฉนวนใยแก้วที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 40 กก./ลบ. เมตร (2.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต)โดยกันใยแก้วหลุดด้วย อลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพรุน หรือพ่นด้วย Neoprene หรือใช้ผนังสองชั้น กรณีเป็นผนังสองชั้นอาจจะใช้ฉนวน Polyurethane Insulation ได้ ความหนาของฉนวนทุกชนิด ถ้าเครื่องติดตั้ง ในห้องปรับอากาศ หรือในที่ลมกลับผ่านใช้ฉนวนหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) ถ้าติดตั้งในห้องทั่วไปใช้ความหนา 25 มม. (1 นิ้ว) การบุฉนวนสำหรับถาดน้ำทิ้งให้ดูด้านนอก

2.8 ชุดแผงกรองอากาศ มีโครงสร้างเช่นเดียวกับตัวถังเครื่อง ยึดกับตัวถังเครื่องด้วยหน้าแปลน และต้องไม่มีลมรั่วลอดผ่านแผงกรองอากาศ ถ้าในแบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น แผ่นกรองอากาศเป็น แบบ สามารถล้างทำความสะอาดได้ ลักษณะของเนื้อกรองเป็น Slit และ Expanded Aluminum ซึ่งซ้อนกันหลายชั้นเรียงตามลำดับจากชั้นที่มีรูห่างไปถึงชั้นที่มีรูถี่ ตามทิศทางการ ไหลผ่านของอากาศ ความหนาที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 2 นิ้วหรือเป็นไปตามที่ผู้ทำเครื่องส่งลมเย็น แนะนำเป็นชนิดความเร็วลมต่ำแบบ V-Shape การติดตั้งให้แนบสนิทอย่าให้ลมรั่วผ่านได้

2.9 อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนเป็นแบบสปริงมีจำนวนพอเหมาะกับขนาดของเครื่องตามคำแนะนำของผู้ผลิต และมี Static Deflection ไม่น้อยกว่า 25 มม. (1 นิ้ว)

2.10 ช่องเปิดบริการ (Access Door) ทำเป็นประตูมีตัวล็อกที่แข็งแรง (ห้ามยึดด้วยสกรู) และสามารถเปิดล็อกเพื่อช่องบริการได้โดยสะดวก ตัวบานประตูพับลิ้นขึ้นรูปแข็งแรงรอบประตูมี ประเก็นกันลมรั่ว บานประตูมีขนาดที่เหมาะสมกับจุดบริการ สำหรับประตูขนาดใหญ่กว่า 0.60 x 0.60 ม. ให้มีบานพับตำแหน่งที่จะต้องช่องเปิดบริการ คือ

- พัดลม
- แผงกรองอากาศ
- คอยล์เย็น

3. เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit)

3.1 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ประกอบด้วยตัวถังคอยล์เย็นพัดลมมอเตอร์ถาดน้ำทิ้ง แผงกรองอากาศ และส่วนประกอบมาตรฐานต่างๆ จะต้องผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตเหมาะสมกับการทำความเย็นที่ใช้

3.2 ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กที่อาบสังกะสี พื้นสีแล้วอบ (Baked on Enamel) แผ่นเหล็กจะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.1 มม. ตัวถังเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องบุฉนวนภายในตัวถังเครื่องจะต้องออกแบบให้แลดูเรียบร้อย สวยงามแข็งแรงและสามารถถอดแผงตัวถังต่างๆ ออกเพื่อทำการซ่อมแซมได้โดยสะดวกตัวถังเครื่องจะต้องมีที่ว่างพอเหมาะสำหรับการติดตั้งวาล์วควบคุม สำหรับเครื่องแขวน (Horizontal Type) จะต้องใส่ลูกยางตรงจุดหัวทุกจุด

3.3 คอยล์เย็น ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ ประกอบกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 1400 kPa (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จำนวนครีบอลูมิเนียมในช่อง 9-12 ครีบอลูมิเนียมและจำนวนแถว 2-4 แถว การติดตั้งคอยล์เย็นจะต้องให้มีลมลอดผ่านคอยล์ให้น้อยที่สุดและต้องไม่มีน้ำกระเซ็นไปตามลม (Carry Over)

3.4 พัดลมเป็นแบบ Forward Curve Centrifugal Fan และอาจจะมีหลายชุดยึดอยู่บนแกนเพลลา ชุดเดียวกัน

ได้ใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสีได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้าน Static และ Dynamic สามารถส่งลมและให้ความดันลมที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และให้ความดังของเสียงไม่เกิน 55 dBA ตลอด Octave Band 2-8 เมื่อเดินรอบปานกลาง (Medium) สำหรับพัดลมติดตั้งโดยที่เป่าลมเข้าคอยล์จะต้องมีกล่องช่วยกระจายให้ลมผ่านอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งคอยล์

3.5 มอเตอร์ เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 220V / 1 Ph. / 50 Hz. ชนิดคาปาซิเตอร์ต่อตลอดเวลา (Permanent Split Capacitor) มีขดลวดที่ทำให้สามารถปรับรอบได้ตามต้องการ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B

3.6 อุปกรณ์ชุดปรับรอบ (Fan Speed Switch) เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรองรับจากมาตรฐานสากลที่มีชื่อเสียงสามารถปรับจังหวะมอเตอร์ได้ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) และ Off ประกอบด้วยเป็น อลูมิเนียมหรือพลาสติกที่แข็งแรงสวยงาม

3.7 ส่วนของตัวเครื่องที่อาจจะทำให้เกิดการรั่วของไอน้ำที่ผิวภายนอกเครื่องจะต้องบุด้วยฉนวน Closed

Cell Elastomeric Insulation หรือฉนวนใยแก้วที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 40 กก./ลบ.เมตร (2.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต) โดยกันใยแก้วหลุดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพรุน หรือพันด้วย Neoprene ความหนาของฉนวนทุกชนิด ถ้าเครื่องติดตั้งในห้องปรับอากาศหรือในที่ลมกลับผ่านใช้ฉนวนหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) ถ้าติดตั้งในห้องทั่วไปใช้ความหนา 25 มม. (1 นิ้ว) การบุฉนวนสำหรับถาดน้ำทิ้งให้บุด้านนอก

3.8 แผงกรองอากาศเป็นแบบ Permanent Cleanable Air Filter ทำด้วย Polyester อยู่ในกรอบที่แข็งแรงถ้าเป็นชนิดอลูมิเนียมถ้าให้มีความหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) และถ้าเป็น Polyester ให้มีความหนา 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) ขนาดพอดีกับกรอบโครงสำหรับใส่แผงกรองอากาศ

4. เครื่องปรับอากาศ แบบควบคุมความชื้น (Precision Air Conditioning System)

4.1 รายละเอียดทั่วไป

- 4.1.1 งานจัดหาและติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้นติดตั้งภายในห้องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีตัวควบคุมให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด
- 4.1.2 หลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศแล้วจะต้องสามารถทำอุณหภูมิเฉลี่ยได้ที่ 22 ± 1 °C ทุกจุดทั้งพื้นที่ห้อง
- 4.1.3 เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น (Precision Air Conditioning) ต้องประกอบเป็นชุด สำเร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ได้รับมาตรฐาน ISO 9001

4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 4.2.1 สามารถควบคุมอุณหภูมิในห้องให้อยู่ที่ 21 ± 1 °C และความชื้นภายในห้องให้อยู่ที่ $50 \pm 5\%$ RH
- 4.2.2 เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้นในหนึ่งเครื่องสามารถรองรับการเพิ่มต่อขยายขนาดการทำความเย็นได้ในอนาคต
- 4.2.3 ตัวถังเครื่องภายนอกต้องทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีการพ่นเคลือบสีกันสนิมภายใน

ตัวเครื่องบูด้วยฉนวน ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันความร้อนและป้องกันความดังของ เสียง

- 4.2.4 พัดลม (Fan) เป็นชนิดขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ Direct Drive หรือ Direct drive EC FAN
- 4.2.5 คอยล์เย็นมีโครงสร้างเป็นแบบตัววี (V) หรือ แบบเฉียง (Slab) ทำด้วยท่อทองแดงยึดติดอัดแน่นกับครีบอลูมิเนียม
- 4.2.6 คอมเพรสเซอร์เป็นแบบ Fully Hermetic scroll compressor และมีวงจรรักษาที่เป็นเทคโนโลยี EEV (Electronic Expansion Valve) เพื่อประหยัดพลังงานในการทำมาความเย็น
- 4.2.7 คอมเพรสเซอร์ต้องวางอยู่บนอุปกรณ์รองรับการสั่นสะเทือน
- 4.2.8 เครื่องควบคุมความชื้น (Humidifier) เป็นแบบ Electrode-Boiler Type
- 4.2.9 อุปกรณ์ทำความร้อน (Heater) เป็นแบบ Electric Heater ที่มีอุปกรณ์ Thermostat ป้องกัน Overheat ในกรณีที่อุณหภูมิขึ้นสูง (High Temperature) หรือเป็นแบบ Hot Gas Reheat
- 4.2.10 แผงกรองอากาศ (Air Filter) มีโครงสร้างที่รองรับอยู่ในตำแหน่งทางเข้าของส่วนรับลมกลับ การกรองอากาศเป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE 52/76 หรือต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน EU4
- 4.2.11 ชุดระบายความร้อน (Outdoor unit) เป็นชุดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled) โดยให้พัดลมแบบ Axial Flow Type ตัวถังทำจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและ Condenser Coil ทำด้วยท่อทองแดงยึดติดกับครีบบระบายความร้อนที่ทำจาก aluminum
- 4.2.12 ให้ทำการตรวจเช็ค และบำรุงรักษาเชิงป้องกันในทุก 3 เดือนพร้อมอะไหล่ตลอดระยะเวลาการรับประกันพร้อมทั้งมีทีมงานที่สามารถให้บริการกรณีเหตุฉุกเฉินได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่เว้นวันหยุดราชการ

4.3 ระบบควบคุม

- 4.3.1 การควบคุมอุณหภูมิต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง $\pm 1^{\circ}\text{C}$ จากจุด Set point และในส่วนความชื้นสัมพัทธ์สามารถควบคุมให้อยู่ในช่วง $\pm 5\%$ RH จากจุด Set point
- 4.3.2 จะต้องมียุติการตรวจจับอุณหภูมิ และความชื้นติดตั้งมากับเครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น (precision Air Conditioning)
- 4.3.3 การดูแลรักษาและปรับแต่งค่า Set point ต่างๆ ที่แผงควบคุมต้องสามารถทำได้ในระหว่างที่เครื่องกำลังทำงานอยู่
- 4.3.4 ในกรณีระบบไฟฟ้าเกิดเหตุขัดข้องหรือไฟฟ้าดับเมื่อระบบไฟฟ้ากลับเข้าสู่สภาวะปกติ เครื่องปรับอากาศต้องสามารถทำงานโดยอัตโนมัติ (Auto Start)
- 4.3.5 หน้าจอ (Display) แสดงผลเป็นแบบ LCD สามารถแสดงผลบนหน้าจอภายในหรือภายนอกเครื่องได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- แสดงสถานะใช้งาน เดิน/หยุด
 - แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ เวลาปัจจุบัน
 - แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนดไว้
 - แสดงสถานะทำความเย็น
 - แสดงสถานะทำความร้อน
 - แสดงสถานะเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์
 - แสดงผลได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
 - แสดงกราฟอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ย้อนหลังได้ไม่ต่ำกว่า 3 เดือน
- 4.3.6 ระบบควบคุมแต่ละเครื่องจะต้องสามารถควบคุมการทำงานอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- เปิดเครื่อง (Start)
 - ปิดเครื่อง (Stop)
 - ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ
 - ปรับเปลี่ยนความชื้นสัมพัทธ์
- 4.3.7 มีระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติที่เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น (Precision Air conditioning) อย่างน้อย ดังต่อไปนี้
- อุณหภูมิสูงเกินกำหนด (High Control Air Temperature)
 - อุณหภูมิต่ำเกินกำหนด (Low control Air Temperature)
 - ความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกำหนด (High Control Air Humidity)
 - ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินกำหนด (Low Control Air Humidity)
 - ระบบไหลเวียนอากาศขัดข้อง (Airflow Failure)
 - ตัวกรองอากาศมีปัญหา (Filter Blocked)
 - สถานการณ์เกิดน้ำรั่ว (Water Leak)
- 4.3.8 การติดตั้ง
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Air Supply Plenum เพื่อให้การจ่ายลมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
 - ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งฐานกระจายน้ำหนักเพื่อรองรับน้ำหนักของเครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้นทุกเครื่อง

5. แผงกรองอากาศ

5.1. Pre-Filter

ติดตั้ง Pre-Filter ของเครื่องจ่ายลมเย็น เนื้อวัสดุของแผงกรองอากาศต้องทำจากโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้าย (Blend of Polyester and Cotton Fibre) เสริมความแข็งแรงให้ทรงรูปอยู่ได้ด้วย ตะแกรงสังกะสี (Galvanized Steel Pleat Support Grid) ชนิดใช้แล้วทิ้งและมีคุณสมบัติป้องกันไฟลาม UL 900 class 2 Pre-Filter ต้องมีประสิทธิภาพ (Average Arrestance) ไม่ต่ำกว่า 90% ทดสอบตามมาตรฐานASHRAE 52.1-1992 หรือ MERV 7 ตามมาตรฐานASHRAE 52.2-1999 และต้องมีจำนวนจีบ (Pleat) ต่อความกว้าง 1 ฟุต ไม่ต่ำกว่า 10 จีบ ความเร็วผ่านแผงกรองอากาศ (Maximum Face Velocity) ต้องไม่สูงกว่า 500 ฟุต/นาที่ และต้องมี ความดันตกคร่อมขั้นต้น (Initial Resistance) ไม่สูงกว่า 0.32 นิ้วน้ำ (80 Pa WG.) และ ความดันตกคร่อมขั้นปลาย (Final Resistance) ไม่ต่ำกว่า 1.0 นิ้วน้ำ (250 Pa WG.) ให้มีกรอบทำด้วย กระดาษ Beverage Board ที่สามารถทนความชื้นได้

5.2. Medium Filter

ติดตั้ง Medium Filter ของเครื่องจ่ายลมเย็นหรือพัดลมเติมอากาศ ห้องปรับอากาศ(FRESH AIR) เนื้อวัสดุของแผงกรองอากาศจะต้องเป็น Micro Fine Glass Fiber อยู่ในกรอบที่ทำด้วยสังกะสีแบบ single header และต้องมีคุณสมบัติป้องกันไฟลาม UL900 Class 1 Medium Filter ต้องมีประสิทธิภาพในการกรองไม่ต่ำกว่า 90-95% (Dust Spot Efficiency) ตามมาตรฐานASHRAE 52.1-1992 หรือ MERV 14 หรือ Class F8 ตาม มาตรฐาน EN 779.2012 ความเร็วลมผ่านแผงกรองอากาศ (Face Velocity) ไม่เกิน 500 ฟุต/นาที่ และต้องมีความดันตกคร่อมขั้นต้น (Initial Resistance) ไม่เกิน 0.55 นิ้วน้ำ และความดันตกคร่อมขั้นปลาย (Final Resistance) ไม่ต่ำกว่า 1.50 นิ้วน้ำ

6. UVGI SYSTEM

6.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาระบบ UVGI โดยใช้หลอด UVC ที่ผลิตความยาวคลื่น 253.7 (254) นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่มีประสิทธิภาพในการหยุดการเจริญพันธุ์ของไวรัส แบคทีเรีย และเชื้อรา โดยจะต้องมีค่าความเข้มรังสี (Intensity) ไม่ต่ำกว่า $1,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ตลอดทั้งหน้าทางออกของคอยล์เย็น โดยติดตั้งระบบ UVGI ในเครื่องปรับอากาศบริเวณด้านทางออกของคอยล์เย็น AHU เพื่อใช้กำจัดไวรัส แบคทีเรีย และเชื้อรา ป้องกันการสะสมของไบโอฟิล์มที่เกิดบริเวณคอยล์เย็น ส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในอาคารดีขึ้น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศ

ระบบ UVGI อุปกรณ์หลอด UVC และ Power Supply และมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

6.2 มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์และโรงงานผู้ผลิตจะต้องได้รับการยืนยันตามมาตรฐานที่กำหนดดังนี้ (พร้อมแนบเอกสารยืนยัน)

- 6.2.1 อุปกรณ์จ่ายไฟ และหลอด UVC ที่เสนอ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL
- 6.2.2 โรงงานผู้ผลิต ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2015, ISO 14001 : 2015
- 6.2.3 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. เลขที่ 1955-2551

6.3 ข้อกำหนดทางเทคนิค

6.3.1 หลอด UVC

- หลอด UVC ต้องผลิตรังสีที่มีความยาวคลื่น 253.7 (254) nm. โดยมีความเข้มเพียงพอในการกำจัดเชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย วัสดุที่ใช้ทำหลอดทำจากแร่ Quartz เพื่อการแผ่รังสีที่สม่ำเสมอสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นชนิดขั้วหลอดด้านเดียวชนิด 4 pin (single ended emitter) และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่อุณหภูมิประมาณ 2-25°C
- ความเข้มรังสี UVC ตกกระทบที่บริเวณแผงคอยล์เย็น จะต้องมีความเข้มรังสีที่ความยาวคลื่น 253.7 (254) nm ไม่น้อยกว่า 1,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ โดยให้พิจารณามุมของคอยล์
- หลอด UVC และอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (POWER SUPPLY) ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันไม่อนุญาตให้ใช้ผลิตภัณฑ์ต่างยี่ห้อเพื่อควบคุมมาตรฐานความเข้มของรังสี

6.3.2 ชุดอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply)

- อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในกระแสน้ำเย็นได้อย่างดี ที่ 2-25 °C, 100% RH
- อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. เลขที่ 1955-2551

6.3.3 ชุดขาตั้งรองรับอุปกรณ์ (Support Kit)

- ชุดขาตั้งรองรับระบบ HIGH INTENSITY UVC ต้องเป็นแบบ Sliding aluminum rack support ผลิตจากอลูมิเนียมที่มีคุณสมบัติที่ไม่เกิดการกัดกร่อน (Non-corrosive)

6.4 ส่งมอบงาน

การส่งมอบงานติดตั้งระบบ UVC ต้องมีเอกสารยืนยันการคำนวณความเข้มของรังสีจาก Software จากตัวแทนจำหน่าย และใช้เรดิโอมิเตอร์ตรวจวัดค่าความเข้มของรังสี UVC ที่มีความยาวคลื่น 253.7 (254) nm ณ บริเวณมุมของแผงคอยล์เย็น โดยมีความเข้มรังสี ไม่ต่ำกว่า 1,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

6.5 การรับประกันต้องมีเอกสารยืนยันจากตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต

- 6.5.1 หลอด UVC รับประกันอายุการใช้งาน 2 ปี
- 6.5.2 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) รับประกันอายุการใช้งาน 3 ปี

หมวดที่ 42060 พัฒลระบายอากาศ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 พัฒลระบายอากาศต้องเป็นรุ่มมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับงานต่างๆ ตามที่ระบุในแบบ และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายอุปกรณ์

1.2 Gravity Shutter ใช้สำหรับพัฒลระบายอากาศแบบติดผนัง ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ใบปิด-เปิดทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรงปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถ ป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้

1.3 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 70 dBA ที่ระยะ 1.5 m (RE 10 - 12 Watts) ที่ Octave Band 2 - 8 และสำหรับพัฒลที่ติดตั้งในลักษณะ Freeblow จะต้องดังไม่เกิน 50 dBA ที่ระยะ 1.5 m. (RE 10 -12 Watts) ที่ Octave Band 2 - 8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้ยกเว้นพัฒลอัดอากาศ ซึ่งใช้งานในสภาวะไม่ปกติแต่เสียงดังไม่เกินมาตรฐานกำหนด ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นมอเตอร์ที่ใช้ ขับเคลื่อนพัฒลผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC,Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/3 Phase/50 Hz. หรือ 22 V/1 Phase/50 Hz. มาตรฐาน IEC, Synchronous speed 1,450 RPM, อนุวนไฟฟ้าเป็น Class B, Rotor torque class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 KW (3/4 HP) และ Rotor torque class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่ใหญ่กว่าและเท่ากับ 0.55 KW (3/4 HP), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP54, Mounting arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัฒลขนาดของมอเตอร์ (Nameplate KW rating) ของพัฒลที่มีใบพัดแบบ Backward Curve หรือ Airfoil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัฒลสูงสุด (Maximum Brake Power) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัฒลที่มีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัฒลสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30% ชนิดและประเภทของพัฒลให้ยึดในแบบเป็นหลัก ซึ่งชนิดและประเภทของพัฒลจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

2. พัฒลแบบ Centrifugal

2.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น Fan scroll และ Side plate ยึดต่อกันแบบ Lock seam หรือ Weld seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

2.2 ใบพัด (Fan Wheel) เป็นแบบ Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ตามที่ระบุในแบบ ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศ

2.3 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุน (Statically and Dynamically balanced) มาจากโรงงานผู้ผลิต

2.4 เพลาพัฒลทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่างๆ จนถึง 2 เท่า ของความเร็วรอบสูงสุดที่ เลือกใช้งาน

2.5 ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self Alignment มีอายุการใช้งานเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life) การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย

ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้อง ต่ออัดจาระบี (Grease fitting) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืน ของพัดลมที่ใช้คูควันหรือไอน้ำจากห้องครัวจะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า

2.6 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan outlet) ต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อ วินาที (2,000 ฟุตต่อนาที)

2.7 ตัวถังพัดลมต้องมีระบายน้ำที่อาจขังสู่ภายในและมีปลักอุดไว้

2.8 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เล่ย์ชนิดปรับร่องได้มีฝาครอบสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดออกมอเตอร์และฝาครอบสายพานจะต้อง ติดตั้งอยู่บนโครงยึดอันเดียวกับฐานพัดลม

2.9 พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 800 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็น Direct-Drive ตามที่กำหนดในแบบ Vibration Isolator ใช้แบบยาง Acoustic Pad ความหนาไม่ น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ Rubber-In-Shear

2.10 Vibration Isolator ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี Acousticpad รองและให้ Static deflection ไม่น้อย กว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิตที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม

2.11 ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุดปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (Screen) ชนิดไม่เป็นสนิมขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ใหญ่กว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

3. พัดลมแบบ Propeller

3.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่าน กรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการ ความสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้รูปร่างที่สวยงาม

3.2 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter

3.3 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคารต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

3.4 ใบพัดลมต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

4. พัดลมแบบ Ceiling Fan

4.1 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper

4.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อม ได้โดยไม่ต้องเปิด ช่องบริการ

4.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งประมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ใน เกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย

4.4 การเปิด-ปิดพัดลม เป็นแบบสวิตช์ที่มีไฟแสดง

5. พัดลมแบบ Axial Flow Direct Drive

- 5.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- 5.2 ใบพัดลมเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต
- 5.4 Vibration Isolator เป็นแบบสปริง
- 5.5 พัดลมส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ต่อกับ Flexible Duct Connector ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

6. พัดลมแบบ Roof Ventilator

- 6.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 6.2 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal, Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ดังที่ระบุในแบบทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมผ่านกรรมวิธีป้องกันการสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิตชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งทาง Static และ Dynamic
- 6.3 ขับเคลื่อนโดยใช้สายพานหรือต่อโดยตรง ความเร็วรอบมอเตอร์ไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที
- 6.4 ชุดพัดลมจะต้องติดตั้งอยู่บนฐาน หรือแท่นคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเหมาะสมกับตัวพัดลมความสูงของฐานหรือขอบไม่น้อยกว่า 200 มม. หรือ 8 นิ้ว ฐานของพัดลมจะต้องวางลงบนแท่นโดยมีแผ่นยางรองขอบนอกอุดด้วยสารกันน้ำซึม
- 6.5 Gravity Shutter ติดตั้งในแนวนอน ทำด้วยอลูมิเนียม

7. ชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน (Energy Recovery Wheel)

- 7.1 ชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเป็นอุปกรณ์เพื่อใช้ลดความร้อนสัมผัส (sensible heat) และความร้อนแฝง (latent heat) ของ fresh air โดยอาศัยการแลกเปลี่ยนพลังงานกับ exhaust air ประสิทธิภาพของวงล้อประหยัดพลังงานจะต้องผ่านทดสอบและได้รับการรับรองตามมาตรฐาน AHRI standard 1060 หรือ Eurovent certified ตามมาตรฐาน European Standard ทั้งประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนทั้งความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง
- 7.2 วัสดุที่ใช้ทำชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเป็นวงล้อ wheel ผลิตจากอลูมิเนียม หรือ โพรไมอร์ อนุญาตให้ใช้วัสดุอื่นที่ไม่มีความคงทน เช่น fibrous หรือ paper เป็นต้น ขนาดของรูจะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอให้ฝุ่นและสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาด 0.8 มม. จะต้องสามารถผ่านไปได้โดยสะดวก ผิวสัมผัสอากาศเคลือบด้วยสารดูดความชื้นชนิด molecular sieve หรือ silica gel เพื่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนทั้งความร้อนสัมผัส (sensible heat) และความร้อนแฝง (latent capacity)
- 7.3 ประเก็นกันรั่วระหว่างวงล้อ เพื่อป้องกันลมรั่วระหว่าง Exhaust และ Supply
- 7.4 วงล้อประหยัดพลังงานจะต้องสามารถแบ่งเป็นชิ้น (Sectorized) ได้ สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 2 เมตร ขึ้นไป
- 7.5 วงล้อประหยัดพลังงานจะต้องขับเคลื่อนด้วยสายพานและประกอบเข้ากับชุดเกียร์อย่างมั่นคงแข็งแรง มอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นชนิดกระแสสลับ (A/C motor) ทั้งกรณีขับเคลื่อนด้วยความเร็วคงที่หรือชนิดปรับเปลี่ยนความเร็วได้

หมวดที่ 42030 เครื่องสูบน้ำ

สำหรับเครื่องสูบน้ำชนิด Horizontal Split Case

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องสูบน้ำที่เป็นชนิดที่ระบุไว้ในแบบต้องเป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Split case Centrifugal, Single Suction หรือ Double Suction, แบบ Single Stage หรือ Multi Stage รายละเอียดตามที่ระบุไว้ในแบบ มี Casing แบบ Volute Type ขับโดยด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. โดยผ่านอุปกรณ์ Flexible Coupling เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องติดตั้งอยู่บนโครงสร้างเหล็กชั้นเดียวกัน หรือฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel)

1.2 เครื่องสูบน้ำต้องประกอบสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศและจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีหนังสือแสดงว่าเป็นตัวแทนจำหน่ายเท่านั้น พร้อมทั้งมีบริการทางด้านอะไหล่รองรับ

1.3 ในการเสนอเพื่อขออนุมัติผลิตภัณฑ์เครื่องสูบน้ำผู้รับจ้างต้องแนบ Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่ในบริเวณกลางของ Curve ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำ (Flow Rate) และความดันเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุด

1.4 สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ด้วยอัตราการไหลและแรงดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์ (Equipment Schedule)

1.5 การเลือกเครื่องสูบน้ำต้องเลือกให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Non-Over loading Performance Curve โดยใช้มอเตอร์ขนาดแรงม้าสูงสุดของ Curve มอเตอร์ที่ใช้เป็น Induction Motor ชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC), IP 55 มีประสิทธิภาพมอเตอร์ไม่น้อยกว่า IE3 ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ชักกับระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. และขนาดของมอเตอร์ที่ติดตั้งต้องมีขนาดมากกว่า Break kW ไม่น้อยกว่า 15%

1.6 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำจะต้องจัดเตรียมขอเกี่ยว (Hook) ที่เพดานเหนือ Motor ที่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะใช้ยก Motor และตัวเครื่องสูบน้ำสำหรับการติดตั้งหรือซ่อมบำรุง

1.7 ให้ติดตั้ง Flexible Connection ที่ท่อด้านส่งและด้านดูดกลับใกล้ตัวเครื่องสูบน้ำให้มากที่สุด ในลักษณะที่ป้องกันการสั่นสะเทือนจากเครื่องสูบน้ำส่งผ่านไปที่ท่อน้ำของระบบ

1.8 ต้องต่อท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำทุกชุดไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุดท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กอาจสังกะสีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องท่อน้ำ

1.9 ชุดเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องได้รับการปรับแนว (Alignment) และยึดอย่างมั่นคง ติดกับท่อน้ำที่ต่ออยู่ โดยมี Pipe Support รับน้ำหนักในแนวตั้ง พร้อมกับมีแผ่นยางกับการสั่นสะเทือนที่พื้นที่ยึดกับ Pipe Support

1.10 เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ทุกชุดต้องหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบ Closed Cell Elastomeric Foam ความหนา 38 มม. (1 1/2 นิ้ว) เป็นอย่างน้อย

1.11 ใบรับรองสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำ (Certificate Test of Origin) เครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องจะต้องมีใบรับรองผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องจากผู้ผลิต

2. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ

2.1 ตัวเครื่องสูบน้ำ (Casing) ทำด้วยเหล็กหล่อออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Maximum Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 16 กก./ตร.ซม. (232 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องได้รับการทดสอบความดัน (Hydrostatic Test) ถึง 1.5 เท่าของความดันที่ออกแบบไว้ (Casing Design Maximum Working Pressure) ข้อต่อของเครื่องสูบน้ำกับท่อจะต้องเป็นแบบหน้าแปลน (Flanged Connection) ทั้งทางด้านดูดกลับและทางด้านส่งและทนแรงดันได้เช่นเดียวกันกับตัวเครื่องสูบน้ำพร้อมทั้งมีรูที่ทำเกลียวและอุดไว้ (Tapped and Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายอากาศ (Vent) และการระบายน้ำทิ้ง (Drain)

2.2 ใบพัด (Impeller) ทำด้วย Bronze หล่อเป็นชิ้นเดียวยึดติดกับเพลาด้วยสลักอยู่ในตำแหน่งถูกต้อง แน่นอนตัวใบจะต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทางด้าน Statically and Dynamically Balanced

2.3 เปลา (Shaft) ทำด้วย Stainless Steel หรือ Heat-Treated Steel หรือ High-Tensile Steel หรือเทียบเท่า ออกแบบให้มี Safety Factor สูง ผิวโลหะเรียบได้ขนาดที่ถูกต้องแนวนอน

2.4 Seal เป็นชนิด Mechanical Seal และ Seal ที่เลือกใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตที่เลือกใช้กับเครื่องสูบน้ำที่มีโครงสร้างแบบ Cast Iron Bronze Fitted

2.5 Bearing ต้องเป็นชนิด Heavy Duty Deep-Groove Ball Bearing มีขนาดได้มาตรฐานและหล่อลื่นด้วยจารบีแบบ Grease Lubrication ออกแบบให้ใช้งานตามที่กำหนดได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life)

2.6 Coupling ระหว่างมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ Flexible Coupling ชนิด Urethane หรือ Steel Pin & Bushing มีค่า Service Factor อย่างต่ำ 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (Coupling Guard) ยึดติดกับโครงฐานเครื่องสูบน้ำสามารถถอดออกได้ง่ายจะต้องเป็นแบบที่สามารถส่งถ่ายกำลังได้เต็มอัตราที่ทุก ๆ ความเร็วทวนทอนต่อน้ำมันเครื่องสิ่งสกปรกและสภาพบรรยากาศ

2.7 Stuffing Boxes and Glands มีขนาดสามารถใส่ Square Graphite Asbestos Packing ได้จำนวนเพียงพอกับการใช้งานหรือเป็นแบบ Mechanical Seal Gland ทำด้วย Bronze หรือ Cast Iron

2.8 แท่นเครื่อง (Bedplate) เป็นเหล็กหล่อหรือประกอบจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel) มีความแข็งแรงมั่นคงแนวนอนและสามารถติดตั้งบนแท่นคอนกรีตเสริมเหล็กได้

สำหรับเครื่องสูบน้ำชนิด Vertical In-Line

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องสูบน้ำที่เป็นชนิดที่ระบุไว้ในแบบต้องเป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Vertical In-Line Centrifugal, Single Suction หรือ Double Suction, แบบ Single Stage หรือ Multi Stage รายละเอียดตามที่ระบุไว้ในแบบ มี Casing แบบ Volute Type ขับโดยด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. โดยใช้ Coupling เป็นแบบ แบบ Rigid split coupled มอเตอร์ต้องติดตั้งอยู่บนตัวเรือนของเครื่องสูบน้ำ

1.2 เครื่องสูบน้ำต้องประกอบสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศและจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีหนังสือแสดงว่าเป็นตัวแทนจำหน่ายเท่านั้น พร้อมทั้งมีบริการทางด้านอะไหล่รองรับ

1.3 ในการเสนอเพื่อขออนุมัติผลิตภัณฑ์เครื่องสูบน้ำผู้รับจ้างต้องแนบ Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่ในบริเวณกลางของ Curve ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำ (Flow Rate) และความดันเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุด

1.4 สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ด้วยอัตราการไหลและแรงดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์ (Equipment Schedule)

1.5 การเลือกเครื่องสูบน้ำต้องเลือกให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Non-Over loading Performance Curve โดยใช้มอเตอร์ขนาดแรงม้าสูงสุดของ Curve มอเตอร์ที่ใช้เป็น Induction Motor ชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC), IP 55 มีประสิทธิภาพมอเตอร์ไม่น้อยกว่า IE3 ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ชักกับระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. และขนาดของมอเตอร์ที่ติดตั้งต้องมีขนาดมากกว่า Break kW ไม่น้อยกว่า 15%

1.6 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำจะต้องจัดเตรียมขอเกี่ยว (Hook) ที่เพดานเหนือ Motor ที่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะใช้ยก Motor และตัวเครื่องสูบน้ำสำหรับการติดตั้งหรือซ่อมบำรุง

1.7 ไม่ต้องติดตั้ง Flexible Connection ที่ท่อด้านส่งและด้านดูดของตัวเครื่องสูบน้ำ Vertical In-Line

1.8 ต้องต่อท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำทุกชุดไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุดท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กอบสังกะสีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องท่อน้ำ

1.9 เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ทุกชุดต้องหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบ Closed Cell Elastomeric Foam ความหนา 38 มม. (1 1/2 นิ้ว) เป็นอย่างน้อย

1.10 ใบรับรองสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำ (Certificate Test of Origin) เครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องจะต้องมีใบรับรองผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องจากผู้ผลิต

2. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ

2.1 ตัวเครื่องสูบน้ำ (Casing) ทำด้วยเหล็กหล่อออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Maximum Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 16 กก./ตร.ซม. (232 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องได้รับการทดสอบความดัน (Hydrostatic Test) ถึง 1.5 เท่าของความดันที่ออกแบบไว้ (Casing Design Maximum Working Pressure) ข้อต่อของเครื่องสูบน้ำกับท่อจะต้องเป็นแบบหน้าแปลน (Flanged Connection) ทั้งทางด้านดูดกลับและทางด้านส่งและทนแรงดันได้เช่นเดียวกันกับตัวเครื่องสูบน้ำพร้อมทั้งมีรูที่ทำเกลียวและอุดไว้ (Tapped and Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายอากาศ (Vent) และการระบายน้ำทิ้ง (Drain)

2.2 ใบพัด (Impeller) ทำด้วย Bronze หล่อเป็นชิ้นเดียวยึดติดกับเพลาดด้วยสลักอยู่ในตำแหน่งถูกต้อง แน่นอนตัวใบจะต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทางด้าน Statically and Dynamically Balanced

2.3 เปลา (Shaft) ทำด้วย Stainless Steel หรือ Heat-Treated Steel หรือ High-Tensile Steel หรือเทียบเท่า ออกแบบให้มี Safety Factor สูง ผิวโลหะเรียบได้ขนาดที่ถูกต้องแนวนอน

2.4 Seal เป็นชนิด Mechanical Seal และ Seal ที่เลือกใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตที่เลือกใช้กับเครื่องสูบน้ำที่มีโครงสร้างแบบ Cast Iron Bronze Fitted

2.5 Coupling ระหว่างมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ เป็นแบบ Split coupled, rigid spacer type ทำด้วย High tensile aluminum alloy สามารถทำการบำรุงรักษาถอดเปลี่ยนและประกอบกลับคืนได้ง่าย โดยไม่ต้องทำการ Alignment ใหม่และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (Coupling Guard) ยึดติดกับโครงฐานเครื่องสูบน้ำสามารถถอดออกได้ง่ายจะต้องเป็นแบบที่สามารถส่งถ่ายกำลังได้เต็มอัตราที่ทุก ๆ ความเร็วหนวหนวนต่อ น้ำน้ำมันเครื่องสิ่งสกปรกและสภาพบรรยากาศ

2.6 ด้านดูดและด้านส่งจะต้องเป็นหน้าแปลน (Flanged) มีจุดให้ติดตั้งอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure gauge) มี Manual air vent ติดตั้งที่ Flush line มาจากโรงงานผู้ผลิต

3. ชุดควบคุมความเร็วรอบ Variable speed pump controller (VSPC) (หากมีระบุในแบบ)

ชุดควบคุมความเร็วรอบสำหรับเครื่องสูบน้ำตามที่ระบุในแบบ จะต้องประกอบไปด้วย

- Variable speed drive (VSD)
- Sensorless speed controller

3.1 Variable speed drive (VSD)

จะต้องยึดติดกับมอเตอร์มาพร้อมกับเครื่องสูบน้ำเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต และมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์ตามเอกสาร Selection pump ที่ยื่นขออนุมัติ เมื่อใช้งานต้องไม่เกิด Overloading, IP Protection ไม่น้อยกว่า IP55 และเหมาะสมสำหรับไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิร์ต การใช้ VSD คู่กับเครื่องสูบน้ำต้องสามารถประหยัดพลังงานได้ตามมาตรฐาน ASHRAE 90.1

VSD จะต้อง มี DC Link Reactor เพื่อควบคุม Low harmonic และ VSD เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 519-1992 หรือ IEC/EN 61000-3-12 หรือเทียบเท่า มี EMI/RFI control integrated filter เป็นไปตามมาตรฐาน EN 61800-3

ระยะห่างระหว่างมอเตอร์และ VSD ต้องไม่เกิน 0.5 เมตร หากต้องติดตั้งมากกว่า 0.5 เมตร ที่แกนเพลลา (Shaft) จะต้องติดตั้ง Grounding ring และติดตั้ง du/dt Filter เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับฉนวนมอเตอร์และแบร์ริงมอเตอร์

3.2 Sensorless speed controller

Controller จะต้อง มีโปรแกรมในควบคุมการทำงานแบบ Sensorless control ติดตั้งสำเร็จใน Controller มาจากโรงงานผู้ผลิต เพื่อการทำงานแบบอัตโนมัติในการควบคุมอัตราการไหลแบบแปรผัน (Variable flow) โดยไม่จำเป็นต้องมีการเพิ่มอุปกรณ์ใด ๆ ทั้ง Internal หรือ External เครื่องสูบน้ำไม่จำเป็นต้องรับสัญญาณสั่งการทำงานจาก Differential pressure transmitter (DPT)

Sensorless Control จะต้องสามารถทำงานได้ดังนี้

- เมื่อระบบมี Head เพิ่มขึ้นหรือลดลง Controller จะเพิ่ม-ลดรอบการทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อเพิ่ม-ลด Flow ตาม Control curve ที่แสดงในเอกสาร Selection ของทางผู้ผลิต
- สามารถตั้งค่าสำหรับ Min-Max Head และ Water flow ได้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนค่าให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง
- สามารถขยายจุดทำงานทั้ง Water flow และ Head ได้ไม่น้อยกว่า 20% โดยไม่ต้องเปลี่ยนขนาดมอเตอร์

Controller จะต้องสามารถสื่อสารกับระบบควบคุมทั้ง CPMS หรือ BAS ได้ด้วย BACnet MS/TP หรือ Modbus RTU โดยมีค่าต่างๆดังนี้

- Actual Sensorless Flow
- Actual Sensorless Head
- Total Real-Time Power Consumption
- Pump Speed
- Individual Pump Run Status
- Alarm Status
- Start/Stop
- Pump Controls Information: Hz, Current, Power, Volts AC, Flow and Head
- Pump - Hours of Operation
- Min/Max Head and Max Flow Set-Point

Controller ต้องมีหน้าจอที่สามารถแสดงรายละเอียดได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุดังต่อไปนี้

- อัตราการไหล (Flow) ในหน่วย GPM หรือ L/s
- ความดันใช้งาน (Head) ในหน่วย ft หรือ m
- ความถี่การใช้งาน (Frequency) ในหน่วย Hz
- กำลังไฟฟ้าใช้งาน (Power) ในหน่วย kW
- กระแสใช้งาน (Current) ในหน่วย Amps

4. ชุดควบคุมการทำงาน Parallel Pump Control (หากมีระบุในแบบ)

เป็นชุด Control เพื่อควบคุมให้เครื่องสูบน้ำทำงานหลายตัวพร้อมกันที่ความเร็วรอบการทำงานเดียวกัน เฉพาะสำหรับการควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ Chilled pump หรือ Condenser pump จะต้องสามารถควบคุมให้ทำงานได้ไม่น้อยกว่า 6 เครื่องสูบน้ำพร้อมกัน และสามารถควบคุมแรงดันในท่อแต่ละโซนได้ มีโซนควบคุมได้ไม่น้อยกว่า 12 Multi zones

5. Suction guide

จะต้องทำด้วย Cast Iron, Ductile Iron หรือ Carbon Steel วัสดุเป็นไปตาม Working Pressure ของเครื่องสูบน้ำ เป็นอุปกรณ์เฉพาะสำหรับการติดตั้งเข้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อทดแทนข้องอ 90° ของท่อน้ำ จะต้องมีการ Strainer อยู่ภายในเป็น Perforated stainless steel ความละเอียดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร (จะต้องมีการละเอียดให้มาพร้อมกันเพื่อใช้ในการ Flushing น้ำในระบบก่อนเดินระบบจริง) จะต้องถอดล้าง Strainer ได้สะดวกโดยไม่ต้องรื้อถอนท่อน้ำหรือเครื่องสูบน้ำ จะต้องมียุ้ง (Flanged) สำหรับต่อเข้ากับท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำ พร้อมทั้งมีรูทำเกลียว และอุดไว้ (Tapped and Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายน้ำทิ้ง (Drain)

6. Flo-Trex valve

จะต้องทำด้วย Cast Iron, Ductile Iron หรือ Carbon Steel วัสดุเป็นไปตาม Working Pressure ของเครื่องสูบน้ำ เป็นอุปกรณ์เฉพาะสำหรับการติดตั้งเข้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อทดแทนวาล์วปิด-เปิด (Shut off valve), วาล์วกั้นกลับ (Non-slam check valve), วาล์วควบคุมการไหล (Flow throttling valve) และข้องอ 90° ของท่อน้ำ (สามารถปรับเปลี่ยนเป็นข้อต่อตรงได้) จะต้องมีการ O-Ring ที่สามารถถอดล้างได้สะดวกโดยไม่ต้องรื้อถอนท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำ จะต้องมีการ Flow indicator scale สำหรับการปรับตั้ง มี Port อย่างน้อย 1 จุดสำหรับติดตั้งเพื่อวัดค่า จะต้องมียุ้ง (Flanged) สามารถต่อเข้ากับท่อน้ำ

7. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (Pump Installation)

- 7.1 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามคู่มือการติดตั้งและคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ
- 7.2 เครื่องสูบน้ำ Vertical inline ไม่จำเป็นต้องเตรียมแท่นคอนกรีต, Inertia base, สปริงหรือยางรอง, ข้ออ่อน (Flexible connection) ทั้งท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออก ทั้งนี้สามารถตรวจสอบกับตัวแทนจำหน่ายให้ถูกต้องตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 7.3 จะต้องเลือกใช้เครื่องสูบน้ำหรือของเหลวที่เหมาะสมกับอุณหภูมิของ ๆ เหลวนั้นโดยไม่เกิดโพรงอากาศ (Cavitation) และการสะสมของฟองอากาศ (Vapor Binding) ที่เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำจะต้องไม่ทำงานเกินพิกัด (Non-Overloading) เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำชุดเดียวหรือเดินเครื่องสูบน้ำหลาย ๆ ชุดขนานกัน
- 7.4 ท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับที่มีขนาดใหญ่กว่าข้อต่อหน้าแปลนของเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้ข้อลด (Reducer) เป็นตัวช่วยลดในการติดตั้งและเพื่อป้องกันน้ำหนักของท่อน้ำกดลงยังตัวเครื่องสูบน้ำ
- 7.5 ให้ติดตั้ง Line sized shut-off valve ที่มีขนาดเท่ากับท่อน้ำทางด้านดูดกลับและด้านส่งของเครื่องสูบน้ำ
- 7.6 Suction Guide และ Flo-Trex Valve จะต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำ
- 7.7 ให้ติดตั้งอุปกรณ์วาล์วที่จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ เพื่อระบายน้ำทิ้ง (Drain connection)
- 7.8 ติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำไปยังหัวรับน้ำทิ้ง (Floor drain or gutter)
- 7.9 อัดจาระบี หรือเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับมอเตอร์ก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (Start-up) หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 7.10 ข้อต่อทางด้านน้ำเข้า และทางด้านน้ำส่งจะต้องติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure gauge) ตามแสดงในแบบหรือไดอะแกรม การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

หมวดที่ 42040

쿨ิ่งทาวเวอร์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา และติดตั้ง쿨ิ่งทาวเวอร์ (Cooling Tower) และจำนวนที่กำหนดในแบบประกอบ สัญญารวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ตามที่ระบุ
- 1.2 คูลิ่งทาวเวอร์ที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50Hz มีขีดความสามารถในการระบายความร้อนของน้ำได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุตามเงื่อนไขที่กำหนดในรายการอุปกรณ์
- 1.3 คูลิ่งทาวเวอร์เป็นแบบ Multi-Cells, Cross Flow, Vertical Discharge, Low Noise, Internal Piping Type
- 1.4 ระดับเสียงไม่เกิน 70 dBA. ที่ระยะห่าง 2 เมตร จากช่องระบายดูดอากาศ (Louver Side)
- 1.5 คูลิ่งทาวเวอร์จะต้องได้รับการรับรอง (Certified) โดย CTI (Cooling Tower Institute, USA.) หรือ JCI (Japan Cooling Tower Institute) ในเรื่อง Thermal Performance
- 1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายการคำนวณขนาดการระบายความร้อน (Thermal Performance) ส่งขออนุมัติ ก่อนทำการติดตั้ง

2. วัสดุและโครงสร้างของคูลิ่งทาวเวอร์แบบ Cross Flow

- 2.1 โครงสร้างของคูลิ่งทาวเวอร์ โดยตัวถังทำด้วย FRP (Fibreglass - Rein - Forced Polyester) หรือ Galvanized Steel Sheet ถาดกระจายน้ำทำด้วยไฟเบอร์กลาสหรือเหล็กชุบสังกะสี ส่วนแผ่นฟิลเตอร์กระจายน้ำทำด้วยพลาสติก สกรูและน็อตทำด้วยสแตนเลส
- 2.2 คูลิ่งทาวเวอร์จะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนแบบสปริง ซึ่งมีค่า Static Deflection อย่างน้อย 2 นิ้ว โดยมีจำนวนขนาดตำแหน่งที่รองรับตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ และท่อน้ำที่ต่อกับคูลิ่งทาวเวอร์จะต้องเป็นท่ออ่อน (Flexible Pipe Connection)
- 2.3 พัดลมจะเป็นพัดลมชนิดความเร็วรอบต่ำ ใบพัดเป็นอลูมิเนียมอัลลอยหรือไฟเบอร์กลาส โดยได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้าน Static และ Dynamic มาแล้วอย่างดีจากโรงงานผู้ผลิตจะขับเคลื่อน โดยใช้สายพานหรือเฟืองลดรอบ
- 2.4 มอเตอร์ขับเคลื่อนพัดลมจะต้องเป็นแบบมิดชิดน้ำไม่เข้า ระบายความร้อนด้วยพัดลมในตัว หรือระบายความร้อนด้วยอากาศโดยรอบตามมาตรฐานผู้ผลิตความเร็วรอบไม่เกิน 1500 รอบ/นาที IP 55, Class F Insulation ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V / 3Phase / 50Hz.
- 2.5 อุปกรณ์เพิ่มเติมประกอบด้วย
 - ที่กรองเศษผงทางด้านดูด
 - วาล์ว ลูกลอย
 - ท่อสำหรับน้ำไหลกลับ
 - ท่อน้ำทิ้ง
 - ตาข่ายกัน
 - บันไดขึ้นไป Service

- 2.6 Bolts & Nuts ที่ใช้เป็น Stainless Steel
- 2.7 ระดับเสียงไม่เกิน 70 dBA. ที่ระยะห่าง 2 เมตร จากช่องระบายอากาศออก
- 2.8 แผ่นฟิลเลอร์ (Filler) กระจายน้ำทำด้วยพลาสติก และมีแผ่นรองรับ Filler ในแต่ละชั้นและสามารถหรือเข้าถึงเพื่อทำการสะอาดได้, แผ่น Filler สามารถทนอุณหภูมิของน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 122°F และมี ชุด Drift Eliminator ทำด้วยพลาสติก เพื่อลดการสูญเสียของน้ำ (Drift Loss 0.005% ของอัตราการไหล)
- 2.9 ฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดลักษณะและจำนวนให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด โดยผู้ผลิตคูลิ่งทาวเวอร์
- 2.10 คูลิ่งทาวเวอร์จะต้องได้รับการรับรอง (Certified) โดย CTI (Cooling Tower Institute, USA.) หรือ JCI (Japan Cooling Tower Institute) ในเรื่อง Thermal Performance

หมวดที่ 42050 เครื่องส่งลมเย็น

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องส่งลมเย็นซึ่งรับน้ำเย็นจาก Chiller Plant ที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตภายในประเทศไทยได้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นได้ ชนิดของเครื่องส่งลมให้เป็นไปตามที่

ระบุในแบบ

1.2 ค่าความดันที่ระบุให้ไว้ในตารางรายการอุปกรณ์ในแบบเป็นค่า External Static Pressure ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง และนำไปรวมกับค่าความดันลดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องส่งลมเย็น รวมทั้ง Filter Box ตามข้อมูลของผู้ผลิตเพื่อนำไปใช้ในการเลือกกำหนดจุดทำงานของพัดลมและกำลังที่พัดลมต้องการ (Brake Power) การเลือกขนาดกำลังของมอเตอร์ จะต้องเพิ่มจากกำลังที่พัดลมต้องการอย่างน้อย 20% สำหรับพัดลมชนิด Forward Curve Blade และ 15% สำหรับพัดลมชนิด Backward Curve Blade

1.3 ท่อน้ำเย็นที่ต่อเข้า - ออกคอยล์เย็น ถ้าติดตั้งในระดับต่ำกว่าจุดสูงสุดของคอยล์เย็นต้องมี Automatic

Air Vent ติดตั้งไว้ที่จุดสูงสุดของท่อน้ำเย็นออก และต่อท่อระบายอากาศไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุด

1.4 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่อง ต้องมีแตรป (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้ง และเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางทางไหลของน้ำ

2. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit)

2.1 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ประกอบด้วยชุดพัดลม (Fan Section), ชุดคอยล์เย็น (Coil Section), ชุดแผงกรองอากาศ (Air Filter Section) เป็นองค์ประกอบสำคัญแต่ละส่วนอาศัยวิธียึดติดกันในการขนส่งอาจจะแยกขนส่งเป็นชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญนี้ และเมื่อนำไปประกอบที่หน่วยงานได้แต่การประกอบจะต้องทำอย่างประณีตและจะต้องไม่รื้อตามรอยต่อ เมื่อนำเครื่องเป่าลมเย็นเข้าที่ติดตั้งจะต้องปิดปากทางลมเข้าและออกด้วยพลาสติกเพื่อกันฝุ่น และหาวิธีป้องกันตัวถังเครื่องเสียหายในระหว่างการก่อสร้างอัน ได้แก่ การเหยียบ การฉาบปูน เป็นต้น หากพบว่าตัวเครื่องเสียหายจะต้องซ่อม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายให้ใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้คุมงาน

2.2 ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กที่อาบสังกะสีชนิด Heavy Gauge พ่นสีแล้วอบ (Baked on Enamel) หนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม. ตัวถังเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องบุฉนวนภายในตัวถังเครื่องที่อาจจะสัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน สำหรับเครื่องส่งลมเย็นชนิดผนังสองชั้น ตัวถังเครื่องจะต้องเป็นแบบผนังสองชั้นประกบเป็นหน่วยเดียวกัน โดยมีฉนวนบุอยู่ภายในระหว่างผนังทั้งสอง ผนังทั้งสองจะต้องทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี โดยผนังชั้นนอกทำด้วย Heavy Gauge Galvanized Steel Sheet พ่นสีแล้วอบ (Baked on Enamel) และผนังทั้งสองจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน

2.3 ถาดน้ำทิ้งทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี หนาไม่ต่ำกว่า 1.5 มม. ครอบคลุมใต้ส่วนที่เป็นคอยล์เย็นทั้งหมดด้านรับน้ำเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อนด้านล่างบุด้วยฉนวน มีตัวต่อท่อน้ำทิ้งที่มีขนาดเหมาะสมทั้ง 2 ด้าน พร้อมปลั๊กอุดหรือฝาครอบถาดน้ำทิ้งต้องอยู่ในระดับสูงพอที่น้ำจะถ่ายออกจากถาดได้หมดโดยทางท่อน้ำทิ้งที่ทำการติดตั้ง

2.4 คอยล์น้ำเย็น (Cooling Coil) และคอยล์น้ำร้อน (Heating Coil) ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ ขนาดท่อไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ประกับกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่ความดันไม่น้อยกว่า 2000 kPa (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จำนวน ครีบอลูมิเนียมในช่อง 8-12 ครีบอลูมิเนียม และจำนวนแถว 3-6 แถว ครีบอลูมิเนียมของทุกแถวต้องตรงกัน เพื่อให้ ฉีดล้างได้สะดวก หากจะต้องมีจำนวนแถว 8 แถว จะต้องแยกคอยล์เย็นเป็น 2 ชุด วางซ้อนห่างกันอย่างน้อย 50 ซม. (20 นิ้ว) ที่ด้านบนสุดของคอยล์ให้มี Manual Air Vent Cock

2.5 พัดลมโดยทั่วไปเป็นแบบ Forward Curve Centrifugal Fan หากเครื่องเป็นแบบที่มีความดันสูง (High Static Pressure) เกินกว่า 2.5 นิ้ว ใบพัดต้องเป็นแบบ Air Foil Blade พัดลมทำ ด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กผ่านกรรมวิธีฟอสเฟต ฟอสเฟตแล้วอบ (Baked Enamel) ได้รับ การปรับสมดุลย์ทั้ง ทางด้าน Static และ Dynamic ถ้ามีพัดลม 2 ชุด ในเครื่องส่งลมเย็นเครื่อง เดียวกันต้องอยู่บนเพลลาเดียวกัน พัดลมต้องสามารถส่งลม และให้ความดันลมตามที่ต้องการ และให้ความดังของเสียงไม่เกิน 60dBA ตลอด Octave Band 2-8 ในกรณี ที่เสียงดังกว่านี้ จะต้องเพิ่มอุปกรณ์กันเสียง (Sound Attenuator) ที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ใน กรณี ที่เทียบเท่ากันนี้ ตลับลูกปืนเป็นแบบ Ball Bearing ชนิด Self Aligning, Prelubricated, Sealed Type มีหัว สำหรับอัดจาระบี และต่อท่อให้สามารถอัดจาระบีได้จากภายนอกตัวถังในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่าย

2.6 มอเตอร์เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/ 3 Ph/ 50 Hz. แบบ Totally Enclosed Fan Cooled Squirrel Cage Induction Motor ระดับป้องกัน IP 54 ความเร็วไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาทีฉนวนไฟฟ้า เป็น Class F เลือกใช้ที่ Service Factor 1.15 การขับเคลื่อนพัดลมอาศัยมอเตอร์ และสายพานรูปตัววี มอเตอร์ชุดที่ ติดอยู่กับเพลลามอเตอร์ เป็นแบบที่ปรับความกว้างของร่องมอเตอร์ได้ และสามารถทดรอบได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่น้อย กว่า 50 รอบต่อนาที ความตึงของสายพานอาศัยการปรับระยะแท่นมอเตอร์ มอเตอร์ที่มีมอเตอร์หรือสายพานอยู่ ภายนอก เครื่องส่งลมเย็นต้องมี Belt Guard ชนิดที่มองเห็นได้ปิดครอบสายพาน

2.7 ส่วนของตัวเครื่องที่อาจจะทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำที่ผิวภายนอกเครื่องจะต้องบุด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Insulation หรือฉนวนใยแก้วที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 40 กก./ลบ. เมตร (2.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต) โดยกันใยแก้วหลุดด้วย อลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพรุน หรือพันด้วย Neoprene หรือใช้ผนังสองชั้น กรณีเป็นผนังสองชั้นอาจจะใช้ฉนวน Polyurethane Insulation ได้ ความหนาของฉนวนทุกชนิด ถ้าเครื่องติดตั้ง ในห้องปรับอากาศ หรือในที่ลมกลับผ่านใช้ฉนวนหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) ถ้าติดตั้งในห้องทั่วไปใช้ความหนา 25 มม. (1 นิ้ว) การบุฉนวนสำหรับถาดน้ำทิ้งให้บุด้านนอก

2.8 ชุดแผงกรองอากาศ มีโครงสร้างเช่นเดียวกับตัวถังเครื่อง ยึดกับตัวถังเครื่องด้วยหน้าแปลน และต้อง ไม่มีลมรั่วลอดผ่านแผงกรองอากาศ ถ้าในแบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น แผ่นกรองอากาศเป็น แบบ สามารถล้างทำความสะอาดได้ ลักษณะของเนื้อกรองเป็น Slit และ Expanded Aluminum ซึ่งซ้อนกันหลายชั้นเรียงตามลำดับ จากชั้นที่มีรูห่างไปถึงชั้นที่มีรูถี่ ตามทิศทางการ ไหลผ่านของอากาศ ความหนาที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 2 นิ้วหรือ เป็นไปตามที่ผู้ทำเครื่องส่งลมเย็น แนะนำเป็นชนิดความเร็วลมต่ำแบบ V-Shape การติดตั้งให้แนบสนิทอย่าให้ลม รั่วผ่านได้

2.9 อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนเป็นแบบสปริงมีจำนวนพอเหมาะกับขนาดของเครื่องตาม คำแนะนำของผู้ผลิต และมี Static Deflection ไม่น้อยกว่า 25 มม. (1 นิ้ว)

2.10 ช่องเปิดบริการ (Access Door) ทำเป็นประตูมีตัวล็อกที่แข็งแรง (ห้ามยึดด้วยสกรู) และสามารถเปิด ล็อกเพื่อซ่อมบริการได้โดยสะดวก ตัวบานประตูพับลิ้นขึ้นรูปแข็งแรงรอบประตูมี ประเก็นกันลมรั่ว บานประตูมี ขนาดที่เหมาะสมกับจุดบริการ สำหรับประตูขนาดใหญ่กว่า 0.60 x 0.60 ม. ให้มีบานพับตำแหน่งที่จะต้องมีการ เปิดบริการ คือ

- พัดลม
- แผงกรองอากาศ
- คอยล์เย็น

3. เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit)

3.1 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ประกอบด้วยตัวถังคอยล์เย็นพัดลมมอเตอร์ถาดน้ำทิ้ง แผงกรองอากาศ และส่วนประกอบมาตรฐานต่างๆ จะต้องผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตเหมาะสมกับการทำความเย็นที่ใช้

3.2 ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กที่อาบสังกะสี ฟันสีแล้วอบ (Baked on Enamel) แผ่นเหล็กจะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.1 มม. ตัวถังเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องบุฉนวนภายในตัวถังเครื่องจะต้องออกแบบให้แลดูเรียบร้อย สวยงามแข็งแรงและสามารถถอดแผงตัวถังต่างๆ ออกเพื่อทำการซ่อมแซมได้โดยสะดวกตัวถังเครื่องจะต้องมีที่ว่างพอเหมาะสำหรับการติดตั้งวาล์วควบคุม สำหรับเครื่องแขวน (Horizontal Type) จะต้องใส่ลูกยางตรงจุดหัวทุกจุด

3.3 คอยล์เย็น ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ ประกอบกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 1400 kPa (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จำนวนครีบอลูมิเนียมในช่อง 9-12 ครีบอลูมิเนียมและจำนวนแถว 2-4 แถว การติดตั้งคอยล์เย็นจะต้องให้มีลมลอดผ่านคอยล์ให้น้อยที่สุดและต้องไม่มีน้ำกระเซ็นไปตามลม (Carry Over)

3.4 พัดลมเป็นแบบ Forward Curve Centrifugal Fan และอาจจะมีหลายชุดยึดอยู่บนแกนเพลลา ชุดเดียวกันได้ใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสีได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้าน Static และ Dynamic สามารถส่งลมและให้ความดันลมที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และให้ความดังของเสียงไม่เกิน 55 dBA ตลอด Octave Band 2-8 เมื่อเดินรอบปานกลาง (Medium) สำหรับพัดลมติดตั้งโดยที่เป่าลมเข้าคอยล์จะต้องมีกล่องช่วยกระจายให้ลมผ่านอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งคอยล์

3.5 มอเตอร์ เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 220V / 1 Ph. / 50 Hz. ชนิดคาปาซิเตอร์ต่อตลอดเวลา (Permanent Split Capacitor) มีขดลวดที่ทำให้สามารถปรับรอบได้ตามต้องการ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B

3.6 อุปกรณ์ชุดปรับรอบ (Fan Speed Switch) เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรองรับจากมาตรฐานสากลที่มีชื่อเสียงสามารถปรับจังหวะมอเตอร์ได้ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) และ Off ประกอบด้วยเป็น อลูมิเนียมหรือพลาสติกที่แข็งแรงสวยงาม

3.7 ส่วนของตัวเครื่องที่อาจจะทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำที่ผิวภายนอกเครื่องจะต้องบุด้วยฉนวน Closed

Cell Elastomeric Insulation หรือฉนวนใยแก้วที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 40 กก./ลบ.เมตร (2.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต) โดยกันใยแก้วหุ้ดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพรุน หรือพันด้วย Neoprene ความหนาของฉนวนทุกชนิด ถ้าเครื่องติดตั้งในห้องปรับอากาศหรือในที่ลมกลผ่านใช้ฉนวนหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) ถ้าติดตั้งในห้องทั่วไปใช้ความหนา 25 มม. (1 นิ้ว) การบุฉนวนสำหรับถาดน้ำทิ้งให้บุด้านนอก

3.8 แผงกรองอากาศเป็นแบบ Permanent Cleanable Air Filter ทำด้วย Polyester อยู่ในกรอบที่แข็งแรงถ้าเป็นชนิดอลูมิเนียมถักให้มีความหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) และถ้าเป็น Polyester ให้มีความหนา 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) ขนาดพอดีกับกรอบโครงสำหรับใส่แผงกรองอากาศ

4. เครื่องปรับอากาศ แบบควบคุมความชื้น (Precision Air Conditioning System)

4.1 รายละเอียดทั่วไป

- 4.1.1 งานจัดหาและติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้นติดตั้งภายในห้องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีตัวควบคุมให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด
- 4.1.2 หลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศแล้วจะต้องสามารถทำอุณหภูมิเฉลี่ยได้ทั้งที่ 22 ± 1 °C ทุกจุดทั้งพื้นที่ห้อง
- 4.1.3 เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น (Precision Air Conditioning) ต้องประกอบเป็นชุด สำเร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ได้รับมาตรฐาน ISO 9001

4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 4.2.1 สามารถควบคุมอุณหภูมิในห้องให้อยู่ที่ 21 ± 1 °C และความชื้นภายในห้องให้อยู่ที่ $50 \pm 5\%$ RH
- 4.2.2 เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้นในหนึ่งเครื่องสามารถรองรับการเพิ่มต่อขยายขนาดการทำความเย็นได้ในอนาคต
- 4.2.3 ตัวถังเครื่องภายนอกต้องทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีการพ่นเคลือบอบสีกันสนิมภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวน ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันความร้อนและป้องกันความดังของ เสียง
- 4.2.4 พัดลม (Fan) เป็นชนิดขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ Direct Drive หรือ Direct drive EC FAN
- 4.2.5 คอยล์เย็นมีโครงสร้างเป็นแบบตัววี (V) หรือ แบบเฉียง (Slab) ทำด้วยท่อทองแดงยึดติดอัดแน่นกับครีบอลูมิเนียม
- 4.2.6 คอมเพรสเซอร์เป็นแบบ Fully Hermetic scroll compressor และมีวงจรรันยาที่เป็นเทคโนโลยี EEV (Electronic Expansion Valve) เพื่อประหยัดพลังงานในการทำความเย็น
- 4.2.7 คอมเพรสเซอร์ต้องวางอยู่บนอุปกรณ์รองรับการสั่นสะเทือน
- 4.2.8 เครื่องควบคุมความชื้น (Humidifier) เป็นแบบ Electrode-Boiler Type
- 4.2.9 อุปกรณ์ทำความร้อน (Heater) เป็นแบบ Electric Heater ที่มีอุปกรณ์ Thermostat ป้องกัน Overheat ในกรณีที่อุณหภูมิขึ้นสูง (High Temperature) หรือเป็นแบบ Hot Gas Reheat
- 4.2.10 แผงกรองอากาศ (Air Filter) มีโครงสร้างที่รองรับอยู่ในตำแหน่งทางเข้าของส่วนรับลมกลับ การกรองอากาศเป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE 52/76 หรือต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน EU4
- 4.2.11 ชุดระบายความร้อน (Outdoor unit) เป็นชุดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled) โดยให้พัดลมแบบ Axial Flow Type ตัวถังทำจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและ Condenser Coil ทำด้วยท่อทองแดงยึดติดกับครีระบายความร้อนที่ทำจาก aluminum

4.2.12 ให้ทำการตรวจเช็ค และบำรุงรักษาเซตป้องกันในทุก 3 เดือนพร้อมอะไหล่ตลอดระยะเวลาการรับประกันพร้อมทั้งมีทีมงานที่สามารถให้บริการกรณีเหตุฉุกเฉินได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่เว้นวันหยุดราชการ

4.3 ระบบควบคุม

4.3.1 การควบคุมอุณหภูมิต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง $\pm 1^{\circ}\text{C}$ จากจุด Set point และในส่วนความชื้นสัมพัทธ์สามารถควบคุมให้อยู่ในช่วง $\pm 5\%$ RH จากจุด Set point

4.3.2 จะต้องมีการตรวจสอบอุณหภูมิ และความชื้นติดตั้งมากับเครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น (precision Air Conditioning)

4.3.3 การดูแลรักษาและปรับแต่งค่า Set point ต่างๆ ที่แผงควบคุมต้องสามารถทำได้ในระหว่างที่เครื่องกำลังทำงานอยู่

4.3.4 ในกรณีระบบไฟฟ้าเกิดเหตุขัดข้องหรือไฟฟ้าดับเมื่อระบบไฟฟ้ากลับเข้าสู่สภาวะปกติ เครื่องปรับอากาศต้องสามารถทำงานโดยอัตโนมัติ (Auto Start)

4.3.5 หน้าจอ (Display) แสดงผลเป็นแบบ LCD สามารถแสดงผลบนหน้าจอภายในหรือภายนอกเครื่องได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- แสดงสถานะใช้งาน เดิน/หยุด
- แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ เวลาปัจจุบัน
- แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนดไว้
- แสดงสถานะทำความเย็น
- แสดงสถานะทำความร้อน
- แสดงสถานะเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์
- แสดงผลได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
- แสดงกราฟอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ย้อนหลังได้ไม่ต่ำกว่า 3 เดือน

4.3.6 ระบบควบคุมแต่ละเครื่องจะต้องสามารถควบคุมการทำงานอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- เปิดเครื่อง (Start)
- ปิดเครื่อง (Stop)
- ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ
- ปรับเปลี่ยนความชื้นสัมพัทธ์

4.3.7 มีระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติที่เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น (Precision Air conditioning) อย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิสูงเกินกำหนด (High Control Air Temperature)
- อุณหภูมิต่ำเกินกำหนด (Low control Air Temperature)
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกำหนด (High Control Air Humidity)
- ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินกำหนด (Low Control Air Humidity)
- ระบบไหลเวียนอากาศขัดข้อง (Airflow Failure)
- ตัวกรองอากาศมีปัญหา (Filter Blocked)
- สถานการณ์เกิดน้ำรั่ว (Water Leak)

4.3.8 การติดตั้ง

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Air Supply Plenum เพื่อให้การจ่ายลมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งฐานกระจายน้ำหนักเพื่อรองรับน้ำหนักของเครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้นทุกเครื่อง

5. แผงกรองอากาศ

5.1. Pre-Filter

ติดตั้ง Pre-Filter ของเครื่องจ่ายลมเย็น เนื้อวัสดุของแผงกรองอากาศต้องทำจากโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้าย (Blend of Polyester and Cotton Fibre) เสริมความแข็งแรงให้ทรงรูปอยู่ได้ด้วย ตะแกรงสังกะสี (Galvanized Steel Pleat Support Grid) ชนิดใช้แล้วทิ้งและมีคุณสมบัติป้องกันไฟลาม UL 900 class 2 Pre-Filter ต้องมีประสิทธิภาพ (Average Arrestance) ไม่ต่ำกว่า 90% ทดสอบตามมาตรฐานASHRAE 52.1-1992 หรือ MERV 7 ตามมาตรฐานASHRAE 52.2-1999 และต้องมีจำนวนจีบ (Pleat) ต่อความกว้าง 1 ฟุต ไม่ต่ำกว่า 10 จีบ ความเร็วผ่านแผงกรองอากาศ (Maximum Face Velocity) ต้องไม่สูงกว่า 500 ฟุต/นาที่ และต้องมี ความดันตกคร่อมขั้นต้น (Initial Resistance) ไม่สูงกว่า 0.32 นิ้วน้ำ (80 Pa WG.) และ ความดันตกคร่อมขั้นปลาย (Final Resistance) ไม่ต่ำกว่า 1.0 นิ้วน้ำ (250 Pa WG.) ให้มีกรอบทำด้วย กระจก Beverage Board ที่สามารถทนความชื้นได้

5.2. Medium Filter

ติดตั้ง Medium Filter ของเครื่องจ่ายลมเย็นหรือพัดลมเติมอากาศ ห้องปรับอากาศ (FRESH AIR) เนื้อวัสดุของแผงกรองอากาศจะต้องเป็น Micro Fine Glass Fiber อยู่ในกรอบที่ทำด้วยสังกะสีแบบ single header และต้องมีคุณสมบัติป้องกันไฟลาม UL900 Class 1 Medium Filter ต้องมีประสิทธิภาพในการกรองไม่ต่ำกว่า 90-95% (Dust Spot Efficiency) ตามมาตรฐานASHRAE 52.1-1992 หรือ MERV 14 หรือ Class F8 ตาม มาตรฐาน EN 779.2012 ความเร็วลมผ่านแผงกรองอากาศ (Face Velocity) ไม่เกิน 500 ฟุต/นาที่ และต้องมี ความดันตกคร่อมขั้นต้น (Initial Resistance) ไม่เกิน 0.55 นิ้วน้ำ และ ความดันตกคร่อมขั้นปลาย (Final Resistance) ไม่ต่ำกว่า 1.50 นิ้วน้ำ

6. UVGI SYSTEM

6.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาระบบ UVGI โดยใช้หลอด UVC ที่ผลิตความยาวคลื่น 253.7 (254) นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่มีประสิทธิภาพในการหยุดการเจริญพันธุ์ของไวรัส แบคทีเรีย และเชื้อรา โดยจะต้องมีค่าความเข้มรังสี (Intensity) ไม่ต่ำกว่า $1,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ตลอดทั้งหน้าทางออกของคอยล์เย็น โดยติดตั้งระบบ UVGI ในเครื่องปรับอากาศบริเวณด้านทางออกของคอยล์เย็น AHU เพื่อใช้กำจัดไวรัส แบคทีเรีย และเชื้อรา ป้องกันการสะสมของไบโอฟิล์มที่เกิดบริเวณคอยล์เย็น ส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในอาคารดีขึ้น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศ

ระบบ UVGI อุปกรณ์หลอด UVC และ Power Supply และมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

6.2 มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์และโรงงานผู้ผลิตจะต้องได้รับการยืนยันตามมาตรฐานที่กำหนดดังนี้ (พร้อมแนบเอกสารยืนยัน)

- 6.2.1 อุปกรณ์จ่ายไฟ และหลอด UVC ที่เสนอ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL
- 6.2.2 โรงงานผู้ผลิต ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2015, ISO 14001 : 2015
- 6.2.3 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. เลขที่ 1955-2551

6.3 ข้อกำหนดทางเทคนิค

6.3.1 หลอด UVC

- หลอด UVC ต้องผลิตรังสีที่มีความยาวคลื่น 253.7 (254) nm. โดยมีความเข้มเพียงพอในการกำจัดเชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย วัสดุที่ใช้ทำหลอดทำจากแร่ Quartz เพื่อการแผ่รังสีที่สม่ำเสมอสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นชนิดหัวหลอดด้านเดียวชนิด 4 pin (single ended emitter) และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่อุณหภูมิประมาณ 2-25°C
- ความเข้มรังสี UVC ตกกระทบที่บริเวณแผงคอยล์เย็น จะต้องมีความเข้มรังสีที่ความยาวคลื่น 253.7 (254) nm ไม่น้อยกว่า 1,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ โดยให้พิจารณามุมของคอยล์
- หลอด UVC และอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (POWER SUPPLY) ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันไม่อนุญาตให้ใช้ผลิตภัณฑ์ต่างยี่ห้อเพื่อควบคุมมาตรฐานความเข้มของรังสี

6.3.2 ชุดอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply)

- อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในกระแสดำเนินการได้อย่างดี ที่ 2-25 °C, 100% RH
- อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. เลขที่ 1955-2551

6.3.3 ชุดขาตั้งรองรับอุปกรณ์ (Support Kit)

- ชุดขาตั้งรองรับระบบ HIGH INTENSITY UVC ต้องเป็นแบบ Sliding aluminum rack support ผลิตจากอลูมิเนียมที่มีคุณสมบัติที่ไม่เกิดการกัดกร่อน (Non-corrosive)

6.4 ส่งมอบงาน

การส่งมอบงานติดตั้งระบบ UVC ต้องมีเอกสารยืนยันการคำนวณความเข้มของรังสีจาก Software จากตัวแทนจำหน่าย และใช้เรดิโอมิเตอร์ตรวจวัดค่าความเข้มของรังสี UVC ที่มีความยาวคลื่น 253.7 (254) nm ณ บริเวณมุมของแผงคอยล์เย็น โดยมีความเข้มรังสี ไม่ต่ำกว่า 1,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

6.5 การรับประกันต้องมีเอกสารยืนยันจากตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต

- 6.5.1 หลอด UVC รับประกันอายุการใช้งาน 2 ปี
- 6.5.2 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) รับประกันอายุการใช้งาน 3 ปี

หมวดที่ 42060 พัฒลระบายอากาศ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 พัฒลระบายอากาศต้องเป็นรุ่มมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับงานต่างๆ ตามที่ระบุในแบบ และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายอุปกรณ์

1.2 Gravity Shutter ใช้สำหรับพัฒลระบายอากาศแบบติดผนัง ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ใบปิด-เปิดทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรงปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถ ป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้

1.3 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 70 dBA ที่ระยะ 1.5 m (RE 10 - 12 Watts) ที่ Octave Band 2 - 8 และสำหรับพัฒลที่ติดตั้งในลักษณะ Freeblow จะต้องดังไม่เกิน 50 dBA ที่ระยะ 1.5 m. (RE 10 -12 Watts) ที่ Octave Band 2 - 8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้ยกเว้นพัฒลอัดอากาศ ซึ่งใช้งานในสภาวะไม่ปกติแต่เสียงดังไม่เกินมาตรฐานกำหนด ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นมอเตอร์ที่ใช้ ขับเคลื่อนพัฒลผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC,Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/3 Phase/50 Hz. หรือ 22 V/1 Phase/50 Hz. มาตรฐาน IEC, Synchronous speed 1,450 RPM, อนุวนไฟฟ้าเป็น Class B, Rotor torque class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 KW (3/4 HP) และ Rotor torque class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่ใหญ่กว่าและเท่ากับ 0.55 KW (3/4 HP), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP54, Mounting arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัฒลขนาดของมอเตอร์ (Nameplate KW rating) ของพัฒลที่มีใบพัดแบบ Backward Curve หรือ Airfoil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัฒลสูงสุด (Maximum Brake Power) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัฒลที่มีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัฒลสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30% ชนิดและประเภทของพัฒลให้ยึดในแบบเป็นหลัก ซึ่งชนิดและประเภทของพัฒลจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

2. พัฒลแบบ Centrifugal

2.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น Fan scroll และ Side plate ยึดต่อกันแบบ Lock seam หรือ Weld seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

2.2 ใบพัด (Fan Wheel) เป็นแบบ Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ตามที่ระบุในแบบ ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศ

2.3 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุน (Statically and Dynamically balanced) มาจากโรงงานผู้ผลิต

2.4 เพลาพัฒลทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่างๆ จนถึง 2 เท่า ของความเร็วรอบสูงสุดที่ เลือกใช้งาน

2.5 ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self Alignment มีอายุการใช้งานเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life) การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย

ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้อง ต่ออัดจาระบี (Grease fitting) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืน ของพัดลมที่ใช้คูควันหรือไอน้ำจากห้องครัวจะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า

2.6 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan outlet) ต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อ วินาที (2,000 ฟุตต่อนาที)

2.7 ตัวถังพัดลมต้องมีระบายน้ำที่อาจขังสู่ภายในและมีปลักอุดไว้

2.8 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เล่ย์ชนิดปรับร่องได้มีฝาครอบสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดออกมอเตอร์และฝาครอบสายพานจะต้อง ติดตั้งอยู่บนโครงยึดอันเดียวกับฐานพัดลม

2.9 พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 800 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็น Direct-Drive ตามที่กำหนดในแบบ Vibration Isolator ใช้แบบยาง Acoustic Pad ความหนาไม่ น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ Rubber-In-Shear

2.10 Vibration Isolator ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี Acousticpad รองและให้ Static deflection ไม่น้อย กว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิตที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม

2.11 ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุดปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (Screen) ชนิดไม่เป็นสนิมขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ใหญ่กว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

3. พัดลมแบบ Propeller

3.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่าน กรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการ ความสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้รูปร่างที่สวยงาม

3.2 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter

3.3 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคารต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

3.4 ใบพัดลมต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

4. พัดลมแบบ Ceiling Fan

4.1 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper

4.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อม ได้โดยไม่ต้องเปิด ช่องบริการ

4.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งประมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ใน เกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย

4.4 การเปิด-ปิดพัดลม เป็นแบบสวิตช์ที่มีไฟแสดง

5. พัดลมแบบ Axial Flow Direct Drive

- 5.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- 5.2 ใบพัดลมเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต
- 5.4 Vibration Isolator เป็นแบบสปริง
- 5.5 พัดลมส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ต่อกับ Flexible Duct Connector ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

6. พัดลมแบบ Roof Ventilator

- 6.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 6.2 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal, Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ดังที่ระบุในแบบทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมผ่านกรรมวิธีป้องกันการสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิตชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งทาง Static และ Dynamic
- 6.3 ขับเคลื่อนโดยใช้สายพานหรือต่อโดยตรง ความเร็วรอบมอเตอร์ไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที
- 6.4 ชุดพัดลมจะต้องติดตั้งอยู่บนฐาน หรือแท่นคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเหมาะสมกับตัวพัดลมความสูงของฐานหรือขอบไม่น้อยกว่า 200 มม. หรือ 8 นิ้ว ฐานของพัดลมจะต้องวางลงบนแท่นโดยมีแผ่นยางรองขอบนอกอุดด้วยสารกันน้ำซึม
- 6.5 Gravity Shutter ติดตั้งในแนวนอน ทำด้วยอลูมิเนียม

7. ชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน (Energy Recovery Wheel)

- 7.1 ชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเป็นอุปกรณ์เพื่อใช้ลดความร้อนสัมผัส (sensible heat) และความร้อนแฝง (latent heat) ของ fresh air โดยอาศัยการแลกเปลี่ยนพลังงานกับ exhaust air ประสิทธิภาพของวงล้อประหยัดพลังงานจะต้องผ่านทดสอบและได้รับการรับรองตามมาตรฐาน AHRI standard 1060 หรือ Eurovent certified ตามมาตรฐาน European Standard ทั้งประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนทั้งความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง
- 7.2 วัสดุที่ใช้ทำชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเป็นวงล้อ wheel ผลิตจากอลูมิเนียม หรือ โพรไมอร์ อนุญาตให้ใช้วัสดุอื่นที่ไม่มีความคงทน เช่น fibrous หรือ paper เป็นต้น ขนาดของรูจะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอให้ฝุ่นและสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาด 0.8 มม. จะต้องสามารถผ่านไปได้โดยสะดวก ผิวสัมผัสอากาศเคลือบด้วยสารดูดความชื้นชนิด molecular sieve หรือ silica gel เพื่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนทั้งความร้อนสัมผัส (sensible heat) และความร้อนแฝง (latent capacity)
- 7.3 ประเก็นกันรั่วระหว่างวงล้อ เพื่อป้องกันลมรั่วระหว่าง Exhaust และ Supply
- 7.4 วงล้อประหยัดพลังงานจะต้องสามารถแบ่งเป็นชิ้น (Sectorized) ได้ สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 2 เมตร ขึ้นไป
- 7.5 วงล้อประหยัดพลังงานจะต้องขับเคลื่อนด้วยสายพานและประกอบเข้ากับชุดเกียร์อย่างมั่นคงแข็งแรง มอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นชนิดกระแสสลับ (A/C motor) ทั้งกรณีขับเคลื่อนด้วยความเร็วคงที่หรือชนิดปรับเปลี่ยนความเร็วได้

หมวดที่ 42070 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีมีความหนาวิธีการประกอบ และการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือ ในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE STANDARD
- 1.2 ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง
- 1.3 ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ ข้องอหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้
- 1.4 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross- Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ
- 1.5 ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้น หรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ ลุกลามหน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพงและอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน
- 1.6 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตาต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสี ป้องกันการผุกร่อน และรหัสสี
- 1.7 ท่อลมที่ต่อกับพัดลมและเครื่องปรับอากาศต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Cloth เคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว)
- 1.8 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวภายนอก และ/หรือภายในท่อลมด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Zestseal Duct Sealant A-900 รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลมอ่อนกับท่อลมกลมอ่อน หรือ ท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบ รายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อนและติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 1.9 จะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้าง หรือด้านใต้ท่อลมขนาดประมาณ 30 มิลลิเมตร X 300 มิลลิเมตร (12 X 12 นิ้ว) ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดในโตกว่า 0.1 ตารางเมตร ทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีประเด็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่ว และ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มต้องทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อน ชนิดเดียวกันที่ใช้หุ้มท่อลม

- 1.10 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่อดูการตรวจซ่อมและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่อง เปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 1.11 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้ในงานท่อลมจะต้องทำด้วย วัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม
- 1.12 ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pitot tubes หรือเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของ อากาศ และ Balance ระบบลม นั้นต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนดหรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วย ฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด
- 1.13 กรณีการติดตั้งท่อลมต่างๆ และตรวจสอบหน้างานพบว่าต้องมีการปรับขนาดท่อลมแต่คงมี พื้นที่หน้าตัดท่อลมคงเดิม ค่าใช้จ่ายจะอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 1.14 ท่อลมระบายควันจากครัว วัสดุที่ใช้ทำท่อลม ต้องเป็นแผ่นเหล็กดำหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และ เชื่อมท่อลมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า และหุ้มด้วย Calcium silicate insulation 40 mm. Thick density 60 KG. / CU.M หรือฉนวนกันความร้อนผลิตภัณฑ์ของ Rockwool ความหนา 2 นิ้ว โดย มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 80 กก.ต่อ ลบ.ม. (KG/CU.M)
- 1.15 ห้องเครื่องส่งลมเย็นและห้องเครื่องทำน้ำเย็นให้จัดหาและติดตั้งฉนวนที่ผนังทุกด้านและเพดานให้บุ ด้วยวัสดุดูดซับเสียง ชนิดฉนวนใยแก้วแบบแผ่นแข็ง ความหนาแน่น 50 kg/cu.m หนา 2” และหุ้ม ทับด้วยผ้าแก้วชนิดกันไฟลามสีขาวพร้อมยึดด้วยหมุดพลาสติกทุกระยะ 30 cm

2. วัสดุท่อลม

- 2.1 ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลม หรือท่อรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสีปริมาณ สังกะสีที่อบไม่น้อยกว่า 180 กรัมต่อตารางเมตร (0.06 ปอนด์ ต่อตารางฟุต) ต่อรอยพับที่ทำให้ สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาห้ด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก
- 2.2 แผ่นโลหะ (Sheet Metal) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี หรือแผ่นอลูมิเนียม เท่านั้น ความหนาของแผ่นโลหะ น้ำหนักของสังกะสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาด และระยะห่างของเหล็กเสริม ความแข็งแรงของท่อลมต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบโดยเคร่งครัด การเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษ อาจจำเป็นขึ้นอยู่กับลักษณะการแขวน และ รองรับท่อลม ความหนาของแผ่นโลหะขึ้นอยู่กับความกว้าง ของท่อลมดังต่อไปนี้

<u>Largest Dimension</u>	<u>US Gauge</u>
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

- 2.3 ท่อลมแบบกลมชนิด Flexible Duct จะต้องทำด้วยวัสดุอลูมิเนียมยึดโดยวิธีทางกล แบบ Triple Lock Seam ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตท่อลมกลมสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 Kpa (20" WG) และทนความร้อนได้ถึง 120 องศาเซลเซียส (250 องศาฟาเรนไฮต์)

3. การแขวนยึดท่อลม

- 3.1 การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด
- 3.2 โครงเหล็กต่าง ๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่นๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลม และให้ทำสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี
- 3.3 ที่รองรับท่อลม (Duct Supports) การรองรับท่อลมที่เดินตามแนวนอนและมีขนาดเล็กกว่า 54 นิ้ว จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 8 ฟุต ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก 4 ฟุต ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมา ต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอที่รองรับท่อทุกอันต้องทาสี หรือ อย่างอื่นตามที่กำหนด
- 3.4 Duct Sleeves ท่อลมส่วนใดที่ระบุให้เดินผ่านพื้นเพดาน ผนัง หรือหลังคา จะต้องเดินเฉพาะในช่องที่เจาะเตรียมไว้ให้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องใช้เหล็กแผ่นอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 20 USG ทำเป็น Sleeve ให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว 1 นิ้ว โดยรอบฝังไว้ในช่อง เมื่อเดินท่อลมผ่านเสร็จแล้วจึงใช้แผ่น (Flashing) ปิดช่องว่างที่เหลือให้แลดูเรียบร้อย

4. Damper

- 4.1 Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เกจหนากว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมาเป็นทองเหลืองหรือเหล็ก ชูบสังกะสี (Push Rod) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
- 4.2 Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลม แต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบ เดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบ ขึ้นจากแผ่นสังกะสีไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Inter- locking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียอดด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุ ตัวถึงสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบพับจะต้องมี Nylon Bushing ,Synthetic หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้อง จัดใบเป็นแบบ Opposed Blade หรือ Gang Operated
- 4.3 Fire Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบที่แนวกำแพงชาฟท์ต่างๆ ต่อกับท่อลมที่เดินทะลุผ่านรวมทั้งที่พื้นคอนกรีตที่ท่อลมทะลุผ่านทุกๆ จุด ไม่ว่าจะมียุหรือไม่มีระบุตำแหน่ง ไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม, Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส (160 องศาฟาเรนไฮต์) , Fire Damper ต้องติดฉลากระบุ สถาบัน ที่ให้การรับรอง มาตรฐานการทดสอบ อัตราการทนไฟ และ อุณหภูมิการทำงานอย่างชัดเจน

5. หน้ากากลม

- 5.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกอันต้องมีประกันแบบไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามรอรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่วการติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน
- 5.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่

ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้หาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดในภายหลัง

5.3 หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะเป็นแบบกลม หรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทาง ตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือก้านขอบ หน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับ แต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

5.4 หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวนอน ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้งจะต้องมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

5.5 หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser ทำด้วย Extrude Aluminium มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือ หลายช่องพร้อมกล่องลม (Air Plenum) ตามที่ระบุในแบบช่องจ่ายลมแต่ละช่องต้องมีขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

5.6 หน้ากากลมกลับ (Return Air Grill) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับ หน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา สามารถถอดตะแกรงออก โดยไม่ถอดโครงออก

5.7 หน้ากากลมกลับแบบ Transfer มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับถ้าติดตั้งบนผนังหน้าต้อง มี หน้ากากติดตั้งสองด้านของผนัง

5.8 หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถ ปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

5.9 Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาด ความหนาของของ โครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า 5 ตารางเซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วย สารกันน้ำทั้งสองด้าน

5.10 หน้ากากลมระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ หน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุดต้องมี Opposed Blade Volume Damper ด้วย

6. อุปกรณ์ลดเสียง (Sound Attenuator)

6.1 หากต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงอุปกรณ์ลดเสียง จะต้องมีการสร้างตามที่แสดงไว้ในแบบและรายละเอียด ความเร็วลมที่ผ่านอุปกรณ์ลดเสียงต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อ วินาที (1,970 ฟุตต่อวินาที)

6.2 กล่อง (CASING) ของอุปกรณ์ลดเสียงทำขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ขนาดความหนาใช้เบอร์เกจเดียวกันกับท่อลมที่ต่ออยู่ด้วยกัน แต่จะไม่บางกว่า 0.7 มิลลิเมตร

6.3 วัสดุดูดกลืนเสียงเป็นวัสดุพวกใยแก้ว ผิวของวัสดุดูดกลืนเสียงที่อยู่ในทางผ่านของลม (Air Flow Passage) จะต้องเคลือบฝังด้วย Neoprene และมีตาข่ายอลูมิเนียม หรือเหล็กชุบสังกะสีเป็นตาราง ขนาดประมาณ 8 x 8 มม. ปิดทับ

6.4 วัสดุด้วยเสียง ต้องมีการลดเสียง (Dynamic Insertion Loss) ที่ความเร็วลม 10 เมตรต่อวินาที (1970 FPM.) ตามความถี่ของเสียง ดังนี้

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

7. ฉนวนบุภายในท่อลม (Duct Liner)

- 7.1 ท่อส่งลมเย็น และลมกลับที่ติดตั้งผ่านห้องหรือโถงที่ไม่มีฝ้า และ/หรือใต้ฝ้าตามที่ระบุไว้ในแบบ ให้บุด้วยฉนวนไว้ภายในพื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่บุฉนวนภายในต้องไม่เล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อลม ส่วนที่หุ้มฉนวนภายนอกที่มีขนาดท่อลมเท่ากัน
- 7.2 ฉนวนทำด้วยไฟเบอร์กลาสอย่างแข็ง (Rigid Board) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ โดยปิดทับหน้าด้านสัมผัสด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพรุน (Perforated Aluminium Foil)
- 7.3 ฉนวนต้องยึดแน่นติดกับท่อลมด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Neo-Bond PL1 หรือ หมุดยึด (Pin) รอยต่ออุดด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ เป็นผลิตภัณฑ์ของ Neo-Bond Sp-50 ช่วงหัวท้าย ยึดด้วยกรอบสังกะสีเบอร์เกจเดียวกับท่อลม

8. แผ่นปรับลมสำหรับระบบควบคุมเพลิงไหม้และควันไฟ

- 8.1 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควัน (Combination Fire Smoke Damper, Multi Blade Type)
 - 8.1.1 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันแบบหลายใบจะต้องติดตั้งภายในผนังหรือพื้นทึบไฟที่ท่อลมผ่าน ทำหน้าที่ป้องกันไฟและควบคุมการแพร่กระจายของควันที่เกิดจาก เพลิงไหม้ ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องสอดคล้องตามมาตรฐาน NFPA 90A, 92A, 92B
 - 8.1.2 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องผ่านการทดสอบและรับรอง (UL Listed) ตามมาตรฐาน UL 555 และ UL 555S ฉบับล่าสุด
 - 8.1.3 สำหรับผนังหรือพื้นที่มีความสามารถทนไฟไม่เกิน 3 ชั่วโมง ให้ติดตั้งชุดแผ่นปรับลม ป้องกันไฟลามและควันที่ผ่านการรับรองการทนไฟ 1 ½ ชั่วโมงตามมาตรฐาน UL 555 และหากผนังหรือพื้นที่มีความสามารถทนไฟเกินกว่า 3 ชั่วโมง ให้ติดตั้งชุดแผ่นปรับลม ป้องกันไฟลามและควันที่ผ่านการรับรองการทนไฟ 3 ชั่วโมงตามมาตรฐาน UL 555 โดยชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องผ่านการทดสอบที่ความดัน 4 นิ้วน้ำ (995 Pa) และความเร็วลม 2000 ฟุตต่อวินาที (10 m/s) ตามมาตรฐาน UL 555 และ UL 555S (Dynamic Closure Ratings)

- 8.1.4 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องมีความสามารถในการป้องกันการรั่วของ ควัน ได้เป็นอย่างดีผ่านการรับรองตามมาตรฐาน UL555S Leakage rating of Class I มอเตอร์ ที่ใช้เป็นมอเตอร์ที่ผ่านการทดสอบและรับรอง (UL Listed) จากสถาบัน UL สำหรับใช้งาน กับชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันโดยเฉพาะ สามารถทำงานได้ที่ อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 250 องศาฟาเรนไฮต์ (121 องศาเซลเซียส) ต้องติดตั้งและทดสอบ มอเตอร์สำหรับขับเคลื่อน ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันมาจากโรงงานผู้ผลิต ตาม มาตรฐาน UL555S
- 8.1.5 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์สั่งงานที่ไวต่อความร้อน (Electronic Fusible Link) โดยจะต้องติดตั้งมาจากโรงงาน และสามารถสั่งงาน ให้ชุดแผ่น ปรับลมป้องกันไฟลามและควัน ปิดเมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่า 165 องศาฟาเรน ไฮต์ (74 องศา เซลเซียส) ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องมีฉลากจาก สถาบัน UL (UL Label) แสดงการรับรองตามมาตรฐาน UL 555 และ UL 555S
- 8.1.6 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องผ่านการทดสอบและรับรองประสิทธิภาพ ใน ด้านความดันสูญเสีย จากสถาบัน AMCA โดยทดสอบในการติดตั้งที่หลากหลาย รูปแบบ ตาม AMCA Certified Ratings Program for Test Figures 5.2, 5.3 and 5.5 และ มาตรฐานAMCA 500-D
- 8.1.7 ใบ (Blade) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีหนาไม่ น้อยกว่า 16 Guage (1.6 มม.) เสริมความแข็งแรงโดยการพับหักความลึกไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว (25 มม.) ไม่น้อยกว่า 3 แฉก (3 Vee Type) ตลอดความยาวใบ มีแกนยึดใบชนิด ป้องกันการหลุดลื่นออกของใบ ผลิตจากเหล็กกล้าผ่านการป้องกันสนิมมีขนาดไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว (12 มม.) ติดตั้งที่กึ่งกลางใบพอดีเพื่อให้สามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพเท่ากัน เมื่อมีลมผ่านทั้ง 2 ด้าน ปลายใบติดตั้งปะเก็นกันรั่วผลิตจากวัสดุยางสังเคราะห์ (Silicone Rubber) ยึดติดอยู่อย่างถาวรกับใบ
- 8.1.8 กรอบ (Frame) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันทำจากเหล็กเคลือบสังกะสี จำนวน 4 ชิ้น มีความหนาไม่น้อยกว่า 16 Guage (1.6 มม.) เสริมความแข็งแรงโดยการพับ รูปหมวก (Hat Channel) ความกว้างไม่เกิน 5 นิ้ว (125 มม.) และความสูงไม่เกิน 1 นิ้ว (25 มม.) เสริมความแข็งแรงที่บริเวณมุมที่บรรจบกัน โดยมีความยาวของไม้ไม่น้อยกว่า 1 ½ นิ้ว (35 มม.) กลไกควบคุมการเคลื่อนไหวยู่นอกด้านข้างของกรอบใบ (Concealed Linkage) ไม่กีดขวางการไหลของลม และมีแนวหยุดใบ (Blade Stop) กว้างไม่เกิน ½ นิ้ว (12 มม.) แบร็งผลิตจากโลหะผสม (Sintered Bronze) คว้านรูขนาดพอดีกับขนาดของ แกนยึดใบโดยมีความเรียบและลื่นปะเก็นข้างป้องกันใบขัด (JambSeal)ผลิตจากเหล็ก ปลอดสนิมที่มีความลื่นและสามารถยืดหยุ่นได้
- 8.1.9 การติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันทุกๆ ตัวจะต้องติดตั้งอยู่ภายในปลอก (Sleeve) ที่มีความยาวเพียงพอให้พ้นจากผนังหรือพื้น ผลิตจากเหล็กเคลือบสังกะสี โดยมี การยึดติดกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควัน ความหนาของวัสดุไม่ต่ำกว่าที่ผู้ผลิตชุด แผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันได้ระบุไว้ในคู่มือติดตั้ง และสอดคล้องตามมาตรฐาน UL
- 8.1.10การติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันทุกๆ ตัวจะต้องติดตั้งเหล็กฉากก้ำกับ (Retaining Angles) ทั้ง 2 ด้านของพื้นหรือผนังโดยเหล็กฉากก้ำกับผลิตจากเหล็กพับหรือ เหล็กฉาก โดยมีขนาดและการยึดติดกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันตามที่ผู้ผลิต

ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควัน ได้ระบุไว้ในคู่มือติดตั้งเท่านั้น และสอดคล้องตามมาตรฐาน UL

8.2 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามแบบม่าน (Fire Damper, Curtain Type)

8.2.1 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามแบบม่านจะต้องติดตั้งทุกๆจุดภายในผนังหรือพื้นทึบไฟที่ต่อลมผ่านแม้ไม่ได้ระบุไว้ในแบบก็ตามชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องสอดคล้อง ตามมาตรฐาน NFPA 90A โดยหากเป็นระบบปรับอากาศที่สามารถหยุดทำงานโดยอัตโนมัติทันทีเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ให้เลือกใช้ชนิด Static และหากเป็นระบบปรับอากาศที่ยังคงทำงานในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ ให้เลือกใช้ชนิด Dynamic

8.2.2 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องผ่านการทดสอบและรับรอง (UL Listed) ตามมาตรฐาน UL

555 ฉบับล่าสุด

8.2.3 สำหรับผนังหรือพื้นที่มีความสามารถทนไฟไม่เกิน 3 ชั่วโมง ให้ติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามที่ผ่านการรับรองการทนไฟ 1 ½ ชั่วโมงตามมาตรฐาน UL 555 และหากผนังหรือพื้นที่มีความสามารถทนไฟเกินกว่า 3 ชั่วโมง ให้ติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามที่ผ่านการรับรองการทนไฟ 3 ชั่วโมงตามมาตรฐาน UL 555

8.2.4 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์สั่งงานที่ไวต่อความร้อน (Fusible Link) โดยจะต้องติดตั้งมาจากโรงงาน และสามารถสั่งงานให้ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลาม ปิดเมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่า 165 องศาฟาเรนไฮต์ (74 องศาเซลเซียส) ชุด แผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องมีฉลากจากสถาบัน UL (UL Label) แสดงการรับรองตามมาตรฐาน UL 555

8.2.5 กรอบ (Frame) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องผลิตจากเหล็กเคลือบสังกะสี โดยมีความหนาตามที่ผู้ผลิตได้รับการรับรองจาก UL โดยจะต้องมีความกว้างไม่เกิน 4 นิ้ว (100 มม.) โดยกรอบทั้งหมดจะต้องติดตั้งอยู่ภายในผนังหรือพื้นโดยจะต้องไม่ล้ำ ออกมาภายนอกผนังหรือพื้น ใบ (Blade) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามทำจาก เหล็กเคลือบสังกะสี โดยออกแบบเป็นแบบม่าน และติดตั้งในกล่องเก็บ ไม่กีดขวางการ ไหลของลม หากติดตั้งที่พื้นจะต้องติดตั้งสปริงที่ทำจากเหล็กปลอดสนิมเพื่อใช้ในการปิด

8.2.6 การติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามทุกๆ ตัวจะต้องติดตั้งอยู่ภายในปลอก (Sleeve) ที่มีความยาวเพียงพอให้พ้นจากผนังหรือพื้น ผลิตจากเหล็กเคลือบสังกะสี โดยมีการยึดติดกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลาม ความหนาของวัสดุไม่ต่ำกว่าที่ผู้ผลิตชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามได้ระบุไว้ในคู่มือติดตั้งเท่านั้น และสอดคล้องตามมาตรฐาน UL

8.2.7 การติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามทุกๆ ตัวจะต้องติดตั้งเหล็กฉากก้ำกับ (Retaining Angles) ทั้ง 2 ด้านของพื้นหรือผนังโดยเหล็กฉากก้ำกับผลิตจากเหล็กพับหรือเหล็กฉาก โดยมีขนาดและการยึดติดกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามตามที่ผู้ผลิตชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามได้ระบุไว้ในคู่มือติดตั้งเท่านั้น และสอดคล้องตามมาตรฐาน UL

8.3 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามแบบหลายใบ (Fire Damper, Multi Blade Type)

8.3.1 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามแบบม่านจะต้องติดตั้งทุกๆจุดภายในผนังหรือพื้นทึบไฟที่ต่อลมผ่านแม้ไม่ได้ระบุไว้ในแบบก็ตามชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องสอดคล้อง

ตามมาตรฐาน NFPA 90A

- 8.3.2 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องผ่านการทดสอบและรับรอง (UL Listed) ตามมาตรฐาน UL 555 ฉบับล่าสุด
- 8.3.3 สำหรับผนังหรือพื้นที่มีความสามารถทนไฟไม่เกิน 3 ชั่วโมง ให้ติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันที่ผ่านการรับรองการทนไฟ 1 ½ ชั่วโมงตามมาตรฐาน UL 555 และหากผนังหรือพื้นที่มีความสามารถทนไฟเกินกว่า 3 ชั่วโมง ให้ติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันที่ผ่านการรับรองการทนไฟ 3 ชั่วโมงตามมาตรฐาน UL 555 โดยชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องผ่านการทดสอบที่ความดัน 4 นิ้วน้ำ (995 Pa) และความเร็วลม 2000 ฟุตต่อนาที (10 m/s) ตามมาตรฐาน UL 555
- 8.3.4 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันจะต้องผ่านการทดสอบและรับรองประสิทธิภาพในด้านความดันสูญเสีย จากสถาบัน AMCA โดยทดสอบในการติดตั้งที่หลากหลายรูปแบบตาม AMCA Certified Ratings Program for Test Figures 5.2, 5.3 and 5.5 และมาตรฐาน AMCA 500-D
- 8.3.5 ใบ (Blade) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 16 Gauge (1.6 มม.) เสริมความแข็งแรงโดยการพับหยักความลึกไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว (25 มม.) ไม่น้อยกว่า 3 แถว (3 Vee Type) ตลอดความยาวใบ มีแกนยึดใบชนิดป้องกันการหลุดลื่นออกของใบ ผลิตจากเหล็กกล้าผ่านการป้องกันสนิมมีขนาดไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว (12 มม.) ติดตั้งที่กึ่งกลางใบพอดีเพื่อให้สามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพเท่ากันเมื่อมีลมผ่านทั้ง 2 ด้าน ปลายใบติดตั้งปะเก็นกันรั่วผลิตจากวัสดุยางสังเคราะห์ (Silicone Rubber) ยึดติดอยู่อย่างถาวรกับใบ
- 8.3.6 กรอบ (Frame) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามและควันทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีจำนวน 4 ชั้น มีความหนาไม่น้อยกว่า 16 Gauge (1.6 มม.) เสริมความแข็งแรงโดยการพับรูปหมวก (Hat Channel) ความกว้างไม่เกิน 5 นิ้ว (125 มม.) และความสูงไม่เกิน 1 นิ้ว (25 มม.) เสริมความแข็งแรงที่บริเวณมุมที่บรรจบกัน โดยมีความยาวของไม้ไม่น้อยกว่า 1 ½ นิ้ว (35 มม.) กลไกควบคุมการเคลื่อนไหวอยู่ภายนอกด้านข้างของกรอบใบ (Concealed Linkage) ไม่กีดขวางการไหลของลม และมีแนวหยุดใบ (Blade Stop) กว้างไม่เกิน ½ นิ้ว (12 มม.) แบริงผลิตจากโลหะผสม (Sintered Bronze) คว้านรู ขนาดพอดีกับขนาดของแกนยึดใบโดยมีความ
- 8.3.7 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์สั่งงานที่ไวต่อความร้อน (Fusible Link) โดยจะต้องติดตั้งมาจากโรงงาน และสามารถสั่งงานให้ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลาม ปิดเมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่า 165 องศาฟาเรนไฮต์ (74 องศาเซลเซียส) ชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามจะต้องมีฉลากจากสถาบัน UL (UL Label) แสดงการรับรองตามมาตรฐาน UL 555
- 8.3.8 การติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามทุกๆ ตัวจะต้องติดตั้งอยู่ภายในปลอก (Sleeve) ที่มีความยาวเพียงพอให้พ้นจากผนังหรือพื้น ผลิตจากเหล็กเคลือบสังกะสี โดยมีการยึดติดกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลาม ความหนาของวัสดุไม่ต่ำกว่าที่ผู้ผลิตชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลาม ได้ระบุไว้ในคู่มือติดตั้งเท่านั้น และสอดคล้องตามมาตรฐาน UL

- 8.3.9 การติดตั้งชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามทุกๆ ตัวจะต้องติดตั้งเหล็กฉากกำกับ (Retaining Angles) ทั้ง 2 ด้านของพื้นหรือผนังโดยเหล็กฉากกำกับผลิตจากเหล็กพับหรือเหล็กฉาก โดยมีขนาดและการยึดติดกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลามตามที่ได้ผลิตชุดแผ่นปรับลมป้องกันไฟลาม ได้ระบุไว้ในคู่มือติดตั้งเท่านั้น และสอดคล้องตามมาตรฐาน UL
- 8.4 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควัน (Smoke Damper, Multi Blade Type)
- 8.4.1 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันแบบหลายใบจะต้องติดตั้งภายในท่อลม ทำหน้าที่ป้องกันหรือควบคุมการแพร่กระจายของควันที่เกิดจากเพลิงไหม้ ชุดแผ่นปรับลมป้องกันจะต้องสอดคล้องตามมาตรฐาน NFPA 90A, 92A, 92B
- 8.4.2 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันจะต้องผ่านการทดสอบและรับรอง (UL Listed) ตามมาตรฐาน UL 555S ฉบับล่าสุด
- 8.4.3 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันจะต้องผ่านการทดสอบที่ความดัน 4 นิ้วน้ำ (995 Pa) และความเร็วลม 2000 ฟุตต่อนาที (10 m/s) ตามมาตรฐาน UL 555S (Dynamic Closure Ratings)
- 8.4.4 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันจะต้องมีความสามารถในการป้องกันการรั่วของควันได้เป็นอย่างดีผ่านการรับรองตามมาตรฐาน UL555S Leakage rating of Class I มอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ที่ผ่านการทดสอบและรับรอง (UL Listed) จากสถาบัน UL สำหรับใช้งานกับชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันโดยเฉพาะ สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 250 องศาฟาเรนไฮต์ (121 องศาเซลเซียส) ต้องติดตั้งและทดสอบมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันมาจากโรงงานผู้ผลิต ตามมาตรฐาน UL555S
- 8.4.5 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันจะต้องมีฉลากจากสถาบัน UL (UL Label) แสดงการ รับ รอง ตามมาตรฐาน UL 555S
- 8.4.6 ชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันจะต้องผ่านการทดสอบและรับรองประสิทธิภาพในด้าน ค ว า ม ดันสูญเสีย จากสถาบัน AMCA โดยทดสอบในการติดตั้งที่หลากหลายรูปแบบตาม AMCA Certified Ratings Program for Test Figures 5.2, 5.3 and 5.5 และมาตรฐาน AMCA 500-D
- 8.4.7 ใบ (Blade) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 16 Gauge (1.6 มม.) เสริมความแข็งแรงโดยการพับยกความลึกไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว (25 มม.) ไม่น้อยกว่า 3 แถว (3 Vee Type) ตลอดความยาวใบ มีแกนยึดใบชนิดป้องกัน การหลุดลื่นออกของใบ ผลิตจากเหล็กกล้าผ่านการป้องกันสนิมมีขนาดไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว (12 มม.) ติดตั้งที่กึ่งกลางใบพอดีเพื่อให้สามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพเท่ากันเมื่อมีลมผ่านทั้ง 2 ด้าน ปลายใบติดตั้งปะเก็นกันรั่วผลิตจากวัสดุยางสังเคราะห์ (Silicone Rubber) ยึดติดอยู่อย่างถาวรกับใบ
- 8.4.8 กรอบ (Frame) ของชุดแผ่นปรับลมป้องกันควันทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีจำนวน 4 ชั้น มีความหนาไม่น้อยกว่า 16 Gauge (1.6 มม.) เสริมความแข็งแรงโดยการพับรูป หมวก (Hat Channel) ความกว้างไม่เกิน 5 นิ้ว (125 มม.) และความสูงไม่เกิน 1 นิ้ว (25 มม.) เสริมความแข็งแรงที่บริเวณมุมที่บรรจบกัน โดยมีความยาวของไม้ไม่น้อยกว่า 1 ½ นิ้ว (35 มม.) กลไกควบคุมการเคลื่อนไหวยู่นอกด้านข้างของกรอบใบ (Concealed

Linkage) ไม่กีดขวางการไหลของลม และมีแนวหยุดใบ (Blade Stop) กว้างไม่เกิน ½ นิ้ว (12 มม.) แบร้งผลิตจากโลหะผสม (Sintered Bronze) คว้านรู ขนาดพอดีกับขนาดของแกนยึดใบโดยมีความเรียบและลื่น ปะเก็นข้างป้องกันใบขัด (Jamb Seal) ผลิตจากเหล็กปลอดสนิมที่มีความลื่นและสามารถยืดหยุ่นได้

หมวดที่ 42080 ฉนวนหุ้มท่อลม

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อลมต้องได้รับการปิดรอยต่อท่อลมให้เรียบร้อยก่อนทำการหุ้มฉนวน
- 1.2 การหุ้มฉนวนต้องหุ้มติดตลอดตัวท่อลม

2. ฉนวนหุ้มท่อลม

- 2.1 แผ่นฉนวน ต้องเป็นฉนวนยางสังเคราะห์ Closed Cell EPDM หรือเทียบเท่า

คุณสมบัติของฉนวน (INSULATION PROPERTIES)

รายละเอียด	คุณสมบัติ	มาตรฐานการทดสอบ
ชนิดวัสดุ	ยางสังเคราะห์ EPDM, โครงสร้างเซลล์ปิด NON-POLAR	-
ความหนาแน่น (lbs./ft ³) กก./ม ³ (kg/m ³)	2.5-5 (40-80 kg/m ³)	ASTM D 1667
ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน BTU .in/ ft ² .hr. °F	0.24 (0.035 W/mk) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75°F (24°C)	ASTM C177, ASTM C518, JIS A1412, EN ISO 8497
อุณหภูมิการใช้งาน	-57°C to 125 °C	AEROFLEX จะเริ่มแข็งตัวที่ อุณหภูมิ -57°C และสามารถใช้ได้ จนถึง -200°C
ค่าดูดซึมน้ำ	< 10% ของน้ำหนัก < 0.20% ของปริมาตร	ASTM D1056 ASTM C209
ค่าแทรกซึมความชื้น (perm-in) ค่าการต้านทานความชื้น (μ)	ไม่เกิน 0.10 μ ≥ 7000	ASTM E 96 DIN 52615
สภาพการติดไฟ	ไฟดับได้	ASTM D 635
	ไฟดับได้เองและไม่เกิดหยดไฟ (VO)	UL94
	25/50	ASTM E 84
	CLASS 5.3	EMPA
ปริมาณไนไตรล์ (NITRILE CONTENT)	0	ไม่ทำให้เกิด HCN (ไฮโดรเจน- ไซยาไนด์) จากการเผาไหม้
ปริมาณไนโตรซามีน (NITROSAMINE)	ไม่พบ	FDA CPG 7117.11
ป้องกันก๊าซโอโซน / UV	ดีมาก	ASTM G 154

- 2.3 ในกรณีที่ในแบบระบุให้ใช้ฉนวนยางบุภายในท่อลม ให้ใช้ฉนวนที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นตามที่ระบุในบทที่ 15

3. การหุ้มฉนวนท่อลม

- 3.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวนยางดำ Closed Cell EPDM ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้า เพดาน และในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chamber จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวนแต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับ
- 3.2 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องถอดตามตะเข็บ และทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อน ด้วยกาวยาซิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Neo-Bone PL1 ตรรกของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) คาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียมหรือพลาสติกขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตรหนา 1 มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนใยแก้วที่หุ้มท่อลม ทุก ๆ ระยะ 1.2 เมตร ป้องกันไม่ให้ฉนวนใต้ท่อลมตกแอ่นลง การคาดแถบสายรัด จะต้องทำทันทีหลังจากการหุ้มฉนวน และจะต้องหาวิธีป้องกันตรงมุมต่อไม่ให้สายรัดขาด Aluminium Foil ของฉนวน จนฉีกขาด ส่วนฉลอกฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape
- 3.3 ทุก ๆ จุดที่แขวนรองรับท่อลมจะต้องใช้ยึดขั้มบอร์ดขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) หนา 6 มิลลิเมตร รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบนจากการแขวน

หมวดที่ 42090 ท่อน้ำและการติดตั้ง

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้เป็นวัสดุที่ผลิตภายในประเทศ ภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมหรือ มอก. และได้รับใบรับรองจากมอก. ด้วย
- 1.2 ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศจะต้องได้รับการรับรองจากมาตรฐาน BS. Standard หรือ ASTM Standard หรือ JIS Standard

2. ท่อน้ำและอุปกรณ์

- 2.1 ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ท่อน้ำทั้งหมดถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น จะต้องใช้ท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิดมีตะเข็บมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 ความหนาไม่น้อยกว่า ERW Schedule 40 ชนิดมีตะเข็บ ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ End และพินพรีสเครื่องหมายเลขมาตรฐานท่อ และขนาด ระบุบนตัวท่อ สำหรับท่อที่มีขนาดเกินเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม.
- 2.2 ท่อน้ำระบายความร้อน (Chilled Water Pipe) จะต้องใช้ท่อ HOT DIP GAL. SCH 40 ข้อต่อเป็นแบบเชื่อมท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ End และ พินพรีสเครื่องหมายเลขมาตรฐานท่อและขนาด ระบุบนตัวท่อ สำหรับท่อที่มีขนาดเกินเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม.
- 2.3 ท่อน้ำเติม (Make Up Water Pipe) และท่อน้ำทิ้งจากหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower Drain) วัสดุที่ใช้ประกอบระบบท่อน้ำเติมและท่อน้ำทิ้ง จากจุดต่อของระบบประปา ของอาคารจนถึง Expanding Tank หรือหอผึ่งน้ำให้ใช้ท่อ HOT DIP GAL. SCH 40 อุปกรณ์ประกอบท่อ (Pipe Fitting) ใช้แบบมีเกลียวทำด้วย Malleable Iron หรือ Mild Steel.
- 2.4 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ (Condensate Drain Pipe) ใช้ท่อ PVC CLASS 8.5 โดยท่อ น้ำทิ้ง จะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Elastomeric หนา 1/2 นิ้ว การติดตั้งให้มีความลาดเอียงเพียงพอ (ไม่น้อยกว่า 1 : 100)
- 2.5 ท่อน้ำประปา (Cold Water Pipe) จากจุดต่อของระบบท่อประปาจนถึงน้ำอ่อน (Softener) ให้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS. 1387 : 1967, Class Medium อุปกรณ์ประกอบท่อใช้แบบเกลียวทำด้วย Malleable Iron หรือ Mild Steel
- 2.6 อุปกรณ์ประกอบท่อเหล็ก (Pipe Fitting) ใช้ Standard Weight Fitting แบบเชื่อม หรือ แบบต่อเกลียวหน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding - Neck หรือ Socket Welding มาตรฐาน BS 10 Table F หรือ Class 150 lb, มาตรฐาน ANSI B 16.5 (BS1650) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat
- 2.7 ข้อต่อแบบเชื่อม (Welded Fittings) ข้อต่อแบบเชื่อมจะต้องมีลักษณะดังนี้
 - หน้าแปลน (Flanges) เป็นเหล็กกล้า สามารถทนความดันได้ไม่น้อยกว่าวาล์วที่ใช้ติดตั้ง
 - ข้อโค้ง (Elbows), Tees, Laterals และข้อลด (Reducers) ต้องเป็นเหล็กกล้า (Steel) ขนาดเท่ากับท่อน้ำที่ใช้ การต่อท่อกิ่ง (Branch) ที่มีขนาดเล็กกว่ากับท่อเมนใหญ่ให้ใช้ Shaped Welding Fitting จำพวก Weldolets, Teelets หรือ Thredolets เชื่อมต่อห้ามใช้ข้อต่อแบบ Miter Elbow หรือแบบทำขึ้นเองโดยเด็ดขาด
- 2.8 ข้อต่อแบบขันเกลียว (Screwed Fittings) ต้องเป็นชนิด Malleable Iron, Threaded, Standard

Weigh Banded

2.9 ปะเก็น (Gasket) หน้าแปลนทุกตัวจะต้องมีปะเก็นทำจากแผ่น Abestos คั่นอยู่กลาง ความหนาที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 1/16 นิ้ว นอกจากจะได้กำหนดเป็นอย่างอื่น

2.10 สารอัดเกลียว (Pipe Joint Compound) การต่อท่อโดยใช้ข้อต่อเกลียวต้องใช้ Teflon Tape หรือสารประกอบของ Graphite พันหรือทาบนเกลียวตัวผู้ก่อนเข้า เกลียวให้แน่น ปลายเกลียวที่เหลือจะต้องทำความสะอาดก่อนทาสี Zinc Chromate อย่างน้อย 1 ครั้ง และต้องเหลือไม่มากกว่าสองเกลียว

3. การติดตั้ง

3.1 การเดินท่อน้ำต่าง ๆ ดังที่ปรากฏในแบบเป็นเพียงแนวทางที่แนะนำเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบแนวทางการเดินท่อน้ำกับแบบสถาปัตยกรรม, โครงสร้าง, ไฟฟ้า และสุขาภิบาล เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีปัญหาในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีการติดตั้งระบบท่อให้เหมาะสมกับสภาพการก่อสร้างจริงและให้ความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุงรักษาท่อได้มากที่สุดท่อส่วนใดที่ระบุในแบบว่าจะต้องเดินผ่านผนัง, คาน, เสา, Pipe Shaft และ Trench ผู้รับจ้างจะต้องทำตามโดยเคร่งครัดโดยจัดทำ Offset, ข้อต่อ, Sleeve, Escutcheon หรืออื่นๆ ตามที่จำเป็น แนวทางการเดินท่อจริงจะต้องเป็นไปตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติแล้วเท่านั้น

3.2 การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้องโดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้งเมื่อติดตั้งท่อแล้ว จะต้องไม่เกิดแรงเครียด (Stress) ภายในท่ออันอาจทำให้ระบบท่อหรืออาคารเสียหายได้

3.3 การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องปล่อยให้มีการยืดและหดตัวโดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่าง ๆ โดยให้จัดทำ Offsets และ Loops ตามความเหมาะสมเพื่อใช้รับการขยายตัวของท่อ การต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน หากในกรณีที่ไม่ได้ระบุให้มีในข้อต่ออ่อน (Flexible Connection) ต่อประกอบอยู่ จะต้องจัดระนาบการเดินท่อน้ำการทำ Offset ให้เหมาะสมกับ ขนาดท่อ และความยาวของท่อทางตรงเพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือน และแรงเครียด (Stress) ที่ถ่ายทอดไปยังระบบท่อน้ำ

3.4 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ และวาล์วต้องเป็น Union หรือ Flange เสมอ

3.5 จะต้องไม่มีแนวท่อน้ำเดินอยู่เหนือแผงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเด็ดขาด

3.6 ผงตะไคร่น้ำต่างๆจะต้องกวาดออกจากภายในท่อผิวภายนอกของท่อเหล็กดำและ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทั้งหมดต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสสี

3.7 การเปลี่ยนแนวทางการเดินท่อ เปลี่ยนขนาดต้องใช้ข้อต่อมาตรฐานเสมอ ท่อแยก (Branch) ที่ต่อออกจากท่อเมน (Main) ให้ใช้ Tee มาตรฐาน นอกจากท่อแบบเชื่อมขนาด 8 นิ้ว และใหญ่กว่าหากท่อแยกมีขนาดไม่เกินครึ่งหนึ่งของท่อเมนยอมให้ใช้เจาะเชื่อมได้

3.8 ในกรณีที่ใช้ข้อต่อสำหรับท่อในแนวนอน (Horizontal) ให้ใช้ข้อต่อเบี้ยว (Eccentric Reducer) โดยติดตั้งให้ด้านหลังท่ออยู่ในระดับเดียวกัน ด้านลดขนาดอยู่ด้านล่างทั้งท่อน้ำส่ง และน้ำกลับเพื่อไม่ให้อากาศค้างอยู่ภายใน

3.9 ข้อต่อของท่อแบบเกลียวห้ามใช้แบบลดเหลี่ยม (Bushing) ต้องใช้ข้อต่อมาตรฐาน (Reducer) เท่านั้น

3.10 ติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Gate Valve และต่อท่อจาก Air Vent ไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุดตำแหน่งที่ต้องติดตั้งดังนี้คือ

- Main Header ในห้องเครื่องทำน้ำเย็น
- จุดบนสุดของท่อ Chilled Water Risers
- อื่น ๆ ตามที่ระบุในแบบ

3.11 จุดยึดท่อ (Clamp) ในแนวตั้ง (Vertical Riser) และข้อต่อไม่ควรอยู่สูงกว่า 1.50 เมตร จากพื้นของแต่ละชั้น

3.12 จุดต่ำสุดของท่อแนวตั้ง (Riser) ทุกท่อต้องติดตั้ง Drain Valve ไว้ถ่ายน้ำทิ้งและจากวาล์วต่อท่ออื่นๆ ขนาดเท่าวาล์ว พร้อมมี Cap ปิดปลายขนาดของวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้เป็นดังนี้

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)

3.13 ท่อในแนวตรงต้องต่อท่อให้มีข้อต่อน้อยที่สุด ห้ามใช้เศษท่อต่อกัน

3.14 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี Trap และลาดเอียงไปทางปลายทาง (Slope) ไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 100 (1 : 100) หาก Slope น้อยกว่า 1 ต่อ 100 ให้เลือกขนาดท่อใหญ่ขึ้นถัดไป ขนาดท่อใช้ตามตารางดังนี้

ขนาดท่อระบายน้ำทิ้ง มิลลิเมตร (นิ้ว)	ขนาดเครื่องปรับอากาศ (ตันความเย็น)
20 (3/4)	0 - 5
25 (1)	5 - 10
32 (1 1/4)	10 - 40
40 (1 1/2)	40 - 100
50 (2)	100 - 300
75 (3)	300 - 600
100 (4)	600 - 800
125 (5)	มากกว่า 800

4. ที่แขวนและรองรับน้ำหนักท่อ (Hanger and Support)

4.1 ที่แขวนท่อ (Hangers) ที่รองรับท่อ (Saddles) Pipe Rollers และประกันยึดท่อ (Clamps) ท่อน้ำทุกท่อต้องมีการรองรับอย่างแข็งแรงดังนี้ ท่อที่เดินตามแนวนอน ให้ใช้ที่แขวนท่อแบบ Clevis ชนิดปรับได้ ยึดติดกับโครงสร้างอาคารด้วยก้านเหล็ก อย่างมั่นคงแต่อาจใช้ Trapeze Hanger แทนได้ ในกรณีที่ท่อเดินขนานกันหลายท่อ ท่อที่เดินใกล้ระดับพื้นให้ใช้ Pipe Stanchions ที่มี Base Flanges และ Top Yodes ที่สามารถปรับระดับได้ หรือจะใช้ Roller Supports ตั้งบนฐานคอนกรีต หรือแบบอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ท่อที่เดินใกล้กำแพงให้ใช้ ท้าวแขนเหล็กกล้า (Steel Bracket) ที่เหมาะสมรองรับท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1

1/2" หรือเล็กกว่าอาจใช้ประกับยึดท่อเพียงอันเดียว การแขวนหรือรองรับท่อต้องไม่เกิน 1.50 เมตร จากชิ้นส่วนที่หนัก เช่น ข้อต่อ หรือวาล์ว สำหรับบริเวณ ท่อแยกทั้งต้นท่อและปลายท่อต้องยึดห่างไม่เกิน 0.9 เมตร ส่วนบริเวณที่หักเลี้ยวต้องไม่มากกว่า 0.3 เมตร ท่อส่วนที่นอกเหนือจากนี้ต้องรองรับไม่ห่างเกินที่ กำหนดในตารางข้างล่างนี้

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

ที่แขวน หรือรองรับท่อแต่ละอันต้องสามารถปรับระยะในแนวดิ่งได้ไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว

4.2 Pipe Hanger ทุกตัวที่อยู่ใน Chiller Plant Room จะต้องแขวนด้วย Spring Isolator ทุกตัว Min. Static Deflection 1"

4.3 Protection Shields การป้องกันมิให้เนื้อฉนวนบริเวณที่แขวนท่อ ถูกน้ำหนักทอดทับจน เสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องใช้ Protection Shield ที่ทำด้วยวัสดุซึ่งมีความหนาและความยาวพอเหมาะเพื่อใช้รองรับระหว่างที่แขวนท่อกับฉนวนโดยต้องนำมาขออนุมัติก่อนเอาไปใช้ติดตั้ง

4.4 การรองรับท่อตามแนวดิ่ง (Vertical Piping Supports) ท่อที่เดินในแนวดิ่งจะต้องมี Guide หรือที่รองรับ ณ กึ่งกลางของ Riser แต่ละชั้น โดยมีระยะห่างกัน ไม่เกิน 5.00 เมตร และจะต้องทำที่รองรับเพิ่มเติมที่ฐานของบริเวณข้อโค้ง (Elbow) หรือท่อแยก (Tee) ด้วย Pipe Stand ในบริเวณที่มีท่อเดินในแนวดิ่ง อยู่ใกล้กันหลายท่ออาจจะใช้ Guide ที่เหมาะสมร่วมกันได้ Guide และ Spacers ต้องทำด้วยเหล็กโครงสร้าง และตรึงยึดให้อยู่กับที่อย่างมั่นคง

4.5 การแขวน ยึดท่อ ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน สถานที่ตั้งและน้ำหนักของท่อน้ำในท่อรวมทั้ง อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนท่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกชนิด และขนาดของ Hanger และ Support การยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ Expansion Bolt ห้ามใช้ปินยั้งตะปูยึด (Power Actuated Pin)

4.6 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักท่อโดยเด็ดขาด

4.7 หลังจากการติดตั้งระบบท่อทั้งหมด และเติมน้ำเข้าจนเต็มแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง

5. ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (Sleeve and Escutcheon)

5.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งปลอกท่อลอด (Sleeve) ก่อนการเทพื้น คานและผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก รวมทั้ง ผนังก่ออิฐ ก่อนการติดตั้งให้ร่วมปรึกษากับผู้คุมงานและวิศวกรโครงสร้าง

5.2 ท่อที่ติดตั้งก่อนทำผนังหรือหล่อคอนกรีต ต้องสวม Sleeve ไว้ก่อนเสมอ

5.3 ขนาดภายในของ Sleeve ต้องโตกว่าขนาดท่อ และฉนวนหุ้มท่อที่ลอดผ่านไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปลายทั้งสองด้านต้องตัดขอบเรียบได้ฉากกับผนังและความยาวเท่ากับความหนาของผนัง

5.4 ช่องว่างระหว่าง Sleeve กับท่อ และฉนวนที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องอุดให้แน่นด้วยฉนวน Mineral Wool แผ่นปิด (Escutcheon) ทั้งสองด้านทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว

5.5 ขนาดของแผ่นปิดมีดังนี้

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

6. ท่อที่ติดตั้งผ่านผนังออกสู่ภายนอกอาคาร (Exterior Wall)

6.1 Sleeve ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว ม้วน และเชื่อมภายนอกตลอดแนว ความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร (3/16 นิ้ว) หรือท่อเหล็กดำ Standard Weight มี Water Stop เชื่อมติดกับ Sleeve ตลอดแนวความหนาของแผ่นเหล็กของ Water Stop ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว) และอุดช่องว่างด้วยเชือกปอติดแน่น และสารอุดกันซึม พร้อมแผ่นปิดทั้งสองด้านพร้อมทาสีภายนอกให้เข้ากับสีของอาคาร

6.2 ท่อที่ติดตั้งผ่านพื้น และคานคอนกรีตเสริมเหล็ก Sleeve ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว ม้วนและเชื่อมตลอดแนว ความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว) หรือท่อเหล็กดำ Standard Weight สำหรับ Sleeve ที่พื้นให้ติดตั้งยาวสูงพื้นพื้นหลังจากแต่งผิวแล้ว (Finish Floor) 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) อุดช่องว่างด้วย Mineral Wool แล้วอุดช่องหัว-ท้ายด้วย Sealant หรือ Caulking Compound

6.3 ท่อที่เดินผ่านระหว่างอาคารจะต้องทำการติดตั้ง Expansion Joint ระหว่างรอยต่อของอาคาร หรือดังที่แสดงในแบบ

7. อุปกรณ์เพื่อการขยายตัว (Expansion Joints)

7.1 ในกรณีที่แบบระบุให้ผู้รับจ้างจัดหาอุปกรณ์เพื่อการขยายตัวของท่อ ที่เกิดขึ้นเนื่อง จาก Offsets หรือ Loops ของท่อที่มีอยู่ไม่สามารถลดการขยาย หรือหดตัวอย่างได้ผล ผู้รับจ้างจะต้องใช้ Expansion Joint ชนิด Axial Bellow Type ทำด้วย Stainless Steel ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้กับน้ำอุณหภูมิระหว่าง 33 - 350 องศาฟาเรนไฮต์ และสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Operating Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า Valve ที่ใช้ติดตั้งส่วนนั้น มีคุณสมบัติลดแรงเค้น (Stress) อันเกิดจากการขยายหรือหดตัวของท่อได้ทั้งหมดโดยถือว่าน้ำที่ในอุณหภูมิ 95 องศาฟาเรนไฮต์เป็นเกณฑ์การเลือกขนาดที่เหมาะสมตลอดจนการติดตั้งต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำเท่านั้น

7.2 ในกรณีที่การขยายตัวของท่อจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือยกตัว ผู้รับจ้างจะต้องทำที่แขวนท่อแบบใช้ สปริงที่ได้รับการเห็นชอบเรื่องรูปแบบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

8. ความลาดของท่อน้ำ (Pipe Pitch)

8.1 แนวท่อน้ำเย็น (Chilled Water Line) แนวท่อที่เดินต้องมีความลาดเล็กน้อยเพียงพอที่จะสามารถระบายน้ำทิ้งออกจากระบบได้เมื่อต้องการ ท่อที่เป็น Trap หรือ Loop จะต้องจัดเตรียมวาล์วระบายน้ำทิ้งไว้ทุกแห่ง

8.2 แนวท่อระบายน้ำทิ้งของเครื่องเป่าลมเย็น (Condensate Drain Line) แนวท่อต้องมีความลาดตามทิศทางการไหลของน้ำเล็กน้อยเพียงพอที่จะระบายน้ำทิ้งออกได้โดยสะดวก

8.3 แนวท่อน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Line) แนวท่อต้องมีความลาดเล็กน้อยเพียงพอที่จะสามารถระบายน้ำทิ้งจากระบบได้มีที่สำหรับ Bleed-off ส่วนหนึ่งที่ไหลกลับเข้า Cooling Tower ออกทิ้งอย่างสม่ำเสมอ

8.4 แนวท่อระบายน้ำทิ้ง (Drainage Piping) ความลาดของแนวท่อควรจะมี ความลาด 1 : 50 และต้องไม่น้อยกว่า 1 : 100

9. การต่อท่อ

9.1 ท่อแบบเกลียว (Threaded Joint)

- เกลียวท่อโดยทั่วไปใช้แบบ Parallel Thread เว้นแต่ท่อส่วนที่ระบุให้สามารถทนความดันเกินกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เกลียวต้องเป็นแบบ Taper Thread ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 281 หรือ BS 21 : 1973

- ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้วจะต้องคว้านปาดเอาเศษที่ติดอยู่โดยรอบทิ้งออกให้หมด
- ใช้ Pipe Joint Compound หรือ Teflon Tape พันเฉพาะเกลียวตัวผู้เมื่อขันเกลียวแน่นแล้วเกลียวจะต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม

12.9.2 การต่อแบบเชื่อม (Welded Joint)

- คุณสมบัติของช่างเชื่อม และวิธีการเชื่อม การตัดสินใจช่างเชื่อมผู้ใดมีคุณสมบัติเหมาะสมตามต้องการหรือไม่จะใช้วิธีดูจากฝีมือเชื่อม ณ สถานที่ที่ทำงาน หากเห็นว่าฝีมือของช่างคน ใดยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ให้ช่างผู้นั้นทำงานต่อไปได้

- Pipe Connection ท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และเล็กกว่า ต้องใช้ท่อแบบเกลียวท่อที่มีขนาด 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่า ให้ใช้ข้อต่อแบบเชื่อมทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามนี้โดยเคร่งครัด นอกจากจะได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่น

- การลบมุมท่อ (Pipe Beveling) ท่อทุกท่อนก่อนที่จะนำมาเชื่อมติดกันต้องลบมุมทั้งสองข้างให้เรียบร้อย ประมาณ 20 องศา - 40 องศา ซึ่งอาจทำโดยใช้เครื่องจักร หรือใช้เลื่อยไฟตัดท่อขาดก่อน แล้วใช้ตะไบถูแต่งขอบให้เรียบร้อยอีกทีหนึ่ง

- ลวดเชื่อม (Welding Rods) ต้องเหมาะสมกับเนื้อโลหะที่ใช้เชื่อมตามมาตรฐาน AWS

- การเชื่อมท่อ (Pipe Welding) ก่อนเชื่อมต้องทำความสะอาดปลายท่อให้เรียบร้อยก่อนวางท่อให้อยู่ในแนวที่ต้องการ แล้วค้ำยันให้มั่นคงด้วยท่อส่วนอื่นๆ ทำการเชื่อมแถมยึดเป็นจุดๆ (Tack Weld) ก่อนเชื่อมจริงขณะเชื่อมต้องพยายามให้เนื้อโลหะจากลวดเชื่อม และท่อหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกันตลอดแนวเชื่อม ลึกลงไปถึงผิวภายในของตัวท่อทุกส่วน

- การเชื่อมท่อโดยทั่วไปเป็นแบบ Butt - Welding ใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ARC Welding) รอยเชื่อมจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อมให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้ากันได้อย่างทั่วถึง

9.2 การต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Joints)

- เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลนและการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Out-Side Diameter) ที่เลือกใช้งานและหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่าง ๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อโดยทั่วไปจะต้องเป็นแบบเชื่อม

- การยึดจับหน้าแปลน จะต้องจัดให้หน้าสัมผัส (Facing Flange) ได้แนวนานกัน และตั้งฉากกับท่อการเชื่อมหน้าแปลนกับท่อ ให้เชื่อมอย่างน้อย 2 รอยทับกัน

- สลักเกลียว (Bolt) และนอต (Nut) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไปเป็นแบบ Carbon Steel ยกเว้นที่ใช้กับระบบท่อซุงสังกะสีจะต้องใช้แบบ alvanized or Cadmiumplate Bolt and Nut และที่ใช้กับระบบท่อฝังดินจะต้องทำด้วย Stainless Steel สลักเกลียวจะต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วจะต้องมีปลายโผล่จากเป็นเกลียวไม่น้อยกว่า 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว

9.3 การต่อแบบบัดกรี (Solder Joints)

- ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมจะต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมดทำความสะอาดปลายท่อนอกและภายใน

- ใช้แปรงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting สวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสาน อุณหภูมิการเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยเฉพาะการใช้ Solder แบบ Silver Brazing น้ำบัดกรีส่วนเกินจะต้องเช็ดออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง

9.4 การต่อแบบในน้ำยาประสาน (ท่อ ABS.)

- น้ำยาประสานที่ใช้กับท่อแต่ละชนิดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของท่อชนิดนั้น ๆ หรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- ทำการตัดท่อ ABS. ให้ได้ฉาก และลบมุมปลายท่อให้ได้ขนาด และทำความสะอาดปลายท่อนอกและภายใน

- ทำการวัดระยะสวมต่อของท่อ โดยการทดสอบสวมท่อเข้ากับข้อต่อ แล้วทำเครื่องหมายไว้
- ใช้กระดาษทรายขัดผิวรอบท่อนอกที่บริเวณที่จะทำการสวมกับข้อต่อ
- ใช้น้ำทำความสะอาด (ABS. Pipe Cleaner) บริเวณที่จะต่อท่อเข้าด้วยกัน
- ใช้น้ำยา ABS. Solvent Cement ทาโดยรอบบริเวณที่จะต่อเข้าด้วยกัน ปริมาณการทาน้ำยาให้ทำตามคำแนะนำจากผู้ผลิตท่อ

- สวมท่อเข้ากับข้อต่อทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที เพื่อรอการแข็งตัว
- เช็ดน้ำยาที่ล้นออกมานอกรอบต่อให้เรียบร้อย ป้องกันการกัดท่อ ABS.

หมวดที่ 42100 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 วาล์วทุกชนิด (ยกเว้น Control Valve) สเทรเนอร์ และข้อต่ออ่อน ต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่
- 1.2 วาล์วเปิดปิด ซึ่งใช้ควบคุมเฉพาะการเปิด - ปิด (On - Off) น้ำเข้าเครื่องปรับอากาศต้องมี ขนาดอย่างน้อยเท่ากับท่อน้ำที่วาล์วนั้นติดตั้งอยู่ และต้องมีความดันลดยของน้ำที่ตัววาล์วไม่เกิน 1.5 เมตร (5 ฟุต) ของน้ำ ที่ปริมาณการไหลของน้ำสูงสุดและจะต้องไม่มีเสียงดัง
- 1.3 โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อน้ำในแนวนอน (Horizontal Pipe) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้งแนวน แต่จะมีสาเหตุจำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้ง หรือใช้งานจึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติดตั้งอยู่ในแนวเอียงได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการพิจารณาและอนุมัติจากผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
- 1.4 วาล์วที่ปิด-เปิดขณะใช้งานบ่อย หากสามารถทำได้ ต้องติดตั้งให้ตัววาล์วไม่สูงกว่า 1.50 เมตร จากพื้น
- 1.5 วาล์วขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า ที่ติดตั้งอยู่สูงเกิน 2.50 เมตร จากพื้นต้องติดตั้ง Chain Wheel และโซ่ทำด้วยเหล็กไม่เป็นสนิมห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร พร้อมทั้งคล้องโซ่ใน ตำแหน่งที่เหมาะสม
- 1.6 วาล์วทุกชนิดจะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า เป็น Valve Class 125 (200 PSI W.O.G.) และไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 1.10
- 1.7 ผู้รับจ้างจะต้องใส่ปิด-เปิดวาล์วตามที่แสดงไว้ในแบบและตามตำแหน่งดังต่อไปนี้ ซึ่งอาจไม่แสดงในแบบ
 - ณ จุดที่ท่อแยกออกจาก Risers และ Main Branches ออกจากท่อ Supply หรือ Return Main
 - ท่อน้ำเข้า และออกของเครื่องอุปกรณ์แต่ละเครื่องเพื่อให้สามารถถอดย้ายเครื่องทำการซ่อมแซมได้ โดยไม่กระทบกระเทือนส่วนอื่น ๆ ที่เหลือของระบบ
 - ข้อต่อเครื่องอุปกรณ์ที่ซึ่งผู้ผลิตระบุไว้ว่าวาล์วจะต้องจัดหา "By Customer"
 - จุดสูง และจุดต่ำในแต่ละวงจรที่ซึ่งจะติดตั้งวาล์วน้ำทิ้ง หรือ Automatic Air Vent พร้อม วาล์ว ปิด-เปิด วาล์วทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้แกนหมุน อยู่ในแนวระดับ หรือตำแหน่งตั้งฉาก (ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดจุดให้ตอนทำการติดตั้ง)
- 1.8 วาล์วทุกตัวต้องได้รับการผลิตตามมาตรฐาน ASTM. หรือ BS.
- 1.9 วาล์วแต่ละประเภทที่ใช้ต้องเป็นยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งเท่านั้น ตามรายชื่อผู้ผลิตซึ่งได้ระบบ ไว้ในรายชื่อผลิตภัณฑ์ วาล์วต้องมีแบบและ Class ถูกต้อง ได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง
- 1.10 วาล์วที่ใช้งาน ชั้น B2-13 ANSI 150 (PN20) และชั้น 14-ดาดฟ้า ANSI 125 (PN16)

2. Gate Valve

- 2.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ กำหนดในข้อ 1.10
- 2.2 วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screw Bonnet, Rising stem

2.3 วาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron, Bolted Bonnet, Bronze Trimmed, Outside Screw and Yoke, Rising Stem, Solid Wedge, Flanged Ends

3. Butterfly Valve

3.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 1.10

3.2 ใช้กับท่อขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า หรือตามที่กำหนดในแบบตัววาล์ว (Body) เป็นแบบ Full Lug Type ทำด้วย Cast - Iron หรือ Ductile Iron มี Elastomer Seat, DISC ทำด้วย Stainless Steel, Shaft ทำด้วย Stainless Steel ออกแบบเป็นชิ้นเดียว Valve Seat ต้องเป็นแบบที่สามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้วาล์วขนาดใหญ่มากกว่า 150 มม. (6 นิ้ว) ให้ใช้เป็นชนิด Hand Wheel Gear Operated

4. Globe Valve

4.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 1.10

4.2 วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วยบรอนซ์ปลายเป็นแบบขันเกลียว ลักษณะเกลียวเป็นชนิดมาตรฐาน Renewable Disc Bonnet แบบมีเกลียว

4.3 วาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วยเหล็กปลายเป็นแบบหน้าแปลน Renewable Bronze Seat And Disc. Outside Screw And Yoke Bolted Bonnet

5. Silent Check Valve

5.1 Check Valve จะต้องเป็นแบบ Non - Slamming Check Valve หรือ Spring Loaded Silent Check Valve ออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในข้อ 5.1

5.2 วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ทำด้วย Bronze หรือ Brass มี Disc ทำด้วย Bronze หรือ Cast Iron และมี Spring ทำด้วย Stainless Steel มี Body เป็นแบบ Wafer หรือแบบ Screwed Ends

5.3 วาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ทำด้วย 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

6. Balancing Valve

6.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 1.10

6.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้ง Balancing Valve ที่ท่อน้ำออกจากเครื่องปรับอากาศทุกชุดและตามท่อแยกเข้า Riser ทั้งหมด หรือตามที่กำหนดในแบบ เพื่อใช้ปรับอัตราการไหลของน้ำให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการ โดยจะต้องติดตั้งร่วมกับ Flow Meter Fitting ชนิด Pilot Tube หรืออาจจะเลือกใช้ Balancing Valve ชนิดที่มี Measuring Ports ออกแบบมาสำหรับใช้วัดอัตราการไหลของน้ำได้ในตัว ในทั้งสองกรณีผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และส่งมอบ Manometer ชุด ที่ใช้วัดและอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำเย็น สำหรับสัญญางานนี้

ให้กับเจ้าของโครงการด้วย จำนวน 1 ชุด อาจจะมากกว่า 1 ชุด ในกรณีที่ Balancing Valve ต้องใช้ Manometer ที่แตกต่างกันออกไป

6.3 Balancing Valve With Flow Measuring Port และ Manometer จะต้องเลือกใช้ตามขนาดท่อที่แสดงไว้ในแบบ และ/หรือเลือกขนาด โดยการคำนวณอัตราการไหล และความดันตก (Pressure Drop) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต มีความเหมาะสมสำหรับการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำในช่วงตามที่ต้องการ

6.4 วาล์วขนาด 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม. (2 นิ้ว) ทำด้วย Bronze แบบ Screwed Ends

6.5 วาล์วขนาด 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วย Ductile Iron และ ปลั๊กทำด้วย EPDM coated Cast Iron Flanged Ends

6.6 Flow Meter Fitting และ Manometer จะต้องเลือกใช้ตามขนาดท่อที่แสดงไว้ในแบบ และเหมาะสมสำหรับการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำในช่วงตามที่ต้องการ

7. Automatic Flow Limiting Valve

7.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 1.10

7.2 วาล์วขนาด 2 และเล็กกว่า Body จะต้องเป็นชนิด Y - Type มี Measuring Port สำหรับวัดปริมาณน้ำและความดันลด Body เป็น DZR Brass และมี Diaphragm ทำจาก HNBR จะต้องเป็นชนิดชั้นเกลียว Cartridge เป็น Brass Spring เป็น Stainless Steel ทั้งนี้ต้องส่งรายละเอียดเพื่อขออนุมัติและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

7.3 วาล์วขนาด 2 1/2" ขึ้นไป จะต้องเป็นชนิด Wafer Type มี Measuring Port สำหรับวัดปริมาณน้ำ และความดันลด Body จะต้องเป็น Cast Iron หรือ Ductile Iron, Cartridge และ Spring เป็น Stainless Steel ทั้งนี้ต้องส่งรายละเอียดเพื่อขออนุมัติ และได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

7.4 Automatic Flow Limiting Valve จะต้องสามารถรักษาอัตราการไหลได้คงที่ และความแม่นยำ (Accuracy) $\pm 5\%$ ในช่วงความดันที่กำหนด (Pressure Range)

7.5 Automatic Flow Limiting Valve ต้องทำงานได้ในช่วงความต่างความดัน 0-600 kPa โดยไม่ต้องเปลี่ยน Cartridge

8. Water Strainer

8.1 สเตรนเนอร์จะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 13.1

8.2 สเตรนเนอร์ ใช้สำหรับต่อต้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ และที่อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบตัวสเตรนเนอร์เป็นแบบ Y-Pattern แผ่นตะแกรงดัดงอทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกล้างได้ โดยไม่ต้องถอดสเตรนเนอร์ทั้งตัวออกจากระบบท่อน้ำ

8.3 ขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัวเรือนทำด้วย Bronze ต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) รูตะแกรงไม่โตกว่า 1.6 มิลลิเมตร

8.4 ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัวเรือนทำด้วย Cast Iron ต่อ แบบหน้าแปลน (Flanged Ends) รูตะแกรงไม่โตกว่า 3 มิลลิเมตร ที่แผ่นปิดท้าย ตะแกรงต้องติดตั้งวาล์วระบายตะกอนทั้งขนาดไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อน้ำ และฝาปิด (Cap) ปลายท่อทั้งไว้ด้วย

8.5 Strainer ก่อนท่อน้ำเข้าของเครื่องสูบน้ำ แผ่นตะแกรงประมาณ 50 รู/ตารางนิ้ว

8.6 Strainer ก่อนท่อน้ำเข้าเครื่องเป่าลมเย็น แผ่นตะแกรงประมาณ 150 รู/ตารางนิ้ว

9. Automatic Air Vent

- 9.1 จะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน ข้อ 1.10
- 9.2 เป็นแบบ Direct Acting Float Type ขนาดของท่อต่อเข้า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่กำหนดในแบบลูกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย Stainless Steel
- 9.3 การติดตั้งให้ใส่ Gate Valve ไว้ก่อนถึง Automatic Air Vent Valve ทุกตัว

10. Flexible Pipe Connection

- 10.1 จะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน ข้อ 1.10
- 10.2 ข้อต่ออ่อน สำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำ และเครื่องทำน้ำเย็น และ อุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ เป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Below Type Double Sphere)
- 10.3 ขนาดข้อต่ออ่อนตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าต่อแบบเกลียวส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ต่อแบบหน้าแปลน
- 10.4 การติดตั้งแบบต่อด้วยหน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยึดตัวของข้อต่ออ่อนมากเกินไปกำหนด

11. Differential Pressure Relief Valve

- 11.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน ข้อ 1.10
- 11.2 ถ้าระบุให้ใช้สำหรับ Bypass น้ำในระบบท่อน้ำเย็น จะต้องเป็นแบบเป่าออกโดยตรง หรือ By Pass ซึ่งสามารถที่จะป้องกันไม่ให้อุปกรณ์หรือท่อต่าง ๆ มีความดันสูงเกินกว่าที่จะรับได้สามารถปรับความดันแตกต่าง (Differential Pressure) ได้

12. Pressure Gauge

- 12.1 เป็นแบบ Bourdon Tube, Bronze or Stainless Steel Movement สำหรับวัดความดันเข้าออกของเครื่อง และอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลหน้าปัทมอยู่ในช่วง 150% ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติ Accuracy With-In 1% ของสเกลบนหน้าปัทม มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้ สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น PSIG หรือมิลลิเมตรปรอทสำหรับวัด ความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ
- 12.2 เกจความดันแต่ละชุดจะต้องมี Shut Off Needle Valve ทำด้วย Brass Snubber
- 12.3 เกจวัดความดันที่ทางด้านท่อดูด (Suction Side) ให้เป็น Compound Gauge
- 12.4 สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU.) ตั้งติดตั้งวาล์ว และเกจวัดความดันไว้ที่ท่อน้ำเย็น เข้า-ออกทุกเครื่อง
- 12.5 ตำแหน่งที่จะต้องติดตั้งเกจวัดความดันมีดังต่อไปนี้
- ท่อน้ำเข้าและน้ำออกของเครื่องสูบน้ำ
 - ท่อน้ำเข้าและน้ำออกของเครื่องทำน้ำเย็น

- ท่อน้ำเข้า และน้ำออกของเครื่องเป่าลมเย็น

12.6 Test Pressure Guages เกจวัดความดันดังที่กำหนดไว้ข้างต้นจะต้องสำรองไว้เป็นอะไหล่สำหรับ
ใช้ในงานบำรุงรักษา

- เครื่องสูบน้ำเย็น จำนวน 4 ชุด
- เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น จำนวน 4 ชุด
- เครื่องเป่าลมเย็น จำนวน 10 ชุด

13. Thermometer

13.1 เทอร์โมมิเตอร์เป็นแบบหลอดแก้ว ชนิด Adjustable Angle มีสเกล 23 เซนติเมตร(9 นิ้ว) ติดตั้ง
ไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำที่ด้านเข้า-ออกจากเครื่อง และอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบเรือนทำด้วย Cast
Aluminium ก้านวัดอุณหภูมิ (Stem) ยาวไม่น้อยกว่า 9 เซนติเมตร (3 1/2 นิ้ว) Accuracy Within One
Scale Division ของสเกลบนหน้าปัทม์ มีสเกลหน้าปัทม์ 30-180 องศาฟาเรนไฮต์

13.2 เทอร์โมมิเตอร์แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกับ Separable Brass Well โดย Connection แบบ
Swivel Nut หรือแบบ Union, ตัว Well จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้อย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)
สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่าให้ขยายท่อโดยใช้สามตา หรือข้อต่อต่าง ๆ ประกอบในการติดตั้งตำแหน่ง
ที่ติดตั้งให้อยู่ในระดับสายตา สูงประมาณ 1.50 เมตร จากพื้น

13.3 สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU.) ต้องติดตั้ง Thermometer Well ไว้ที่ท่อน้ำพร้อมทั้ง
ติดตั้ง Thermometer ไว้ที่ท่อน้ำเข้าออกทุกเครื่อง

14. Expansion Tank

14.1 เป็นแบบ Closed Diaphragm Type ตัวถังทำด้วยเหล็กแล้ว (Steel) ต้องสร้างขึ้นและ ผ่านการ
ทดสอบตาม ASME Standard โดยออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 150 Psig.

14.2 Expansion Tank และอุปกรณ์ควบคุมจะติดตั้งดังระบุในแบบ ซึ่งมีอุปกรณ์ประกอบ ดังนี้

- Isolating Valve
- Pressure Relief Valve
- Pressure Gauge
- Strainer
- Check Valve
- Bypass Valve
- 2-Way Motorized Valve
- Limit Pressure Control
- Air purger
- Drain Valve

15. Pressure Independent Control Valve (PICV)

15.1 เป็น วาล์วที่รวม 2-Way Control Valve, Balancing Valve และ Differential Pressure Regulator เข้าไว้ด้วยกันเพื่อให้ทำงานสอดคล้องกันไม่ขัดแย้งกัน

15.2 ค่าอัตราการไหลสูงสุดสามารถตั้งได้ง่ายด้วยการหมุนพวงมาลัยโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือพิเศษใดๆ ช่วยค่าที่ตั้งสามารถอ่านค่าได้โดยตรงที่พวงมาลัยเป็นหน่วยของอัตราการไหล เช่น แกลลอนต่อนาที หรือลิตรต่อชั่วโมง หรือ คิวบิกเมตรต่อชั่วโมง โดยไม่ต้องอาศัยการเปิดตาราง เทียบค่า ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับอัตราการไหลสูงสุดได้ง่ายในภายหลังด้วยตนเองเพื่อให้เหมาะสมกับภาระความร้อนที่อาจเปลี่ยนแปลงไป

15.3 2-Way Control Valve ใน PICV มีโครงสร้างเป็น Globe Valve ที่มี Characteristic เป็นเส้นตรง (Linear) เพื่อให้มีอำนาจในการควบคุมอัตราการไหลและอุณหภูมิห้องได้ดีที่สุด

15.4 PICV ต้องประกอบไปด้วย Diaphragm Unit ซึ่งทำหน้าที่เป็น Differential Pressure Regulator เพื่อรักษาความดันตกคร่อมของ 2-Way Control Valve และ Balancing Valve ให้คงที่ตลอดเวลา

15.5 หัวขับ (Actuator) สำหรับ FCU ให้ใช้เป็นแบบ On-off Type หรือ Proportional Type, normally close with spring return ใช้แรงดันไฟ 220 V และต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันกับตัววาล์ว

15.6 หัวขับ (Actuator) สำหรับ AHU ให้ใช้เป็นแบบ Modulating Type, Characteristic เป็นแบบเส้นตรง (Linear) ใช้แรงดันไฟ 24V และต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันกับตัววาล์ว

15.7 PICV ต้องสามารถสร้างอัตราการไหลได้ตามต้องการไม่ว่าความดันตกคร่อมวาล์วจะแปรเปลี่ยนเป็นเท่าใดก็ตามในช่วง 0.4 - 4.0 bar

15.8 วาล์วและหัวขับ (Actuator) ต้องมีความสามารถปิดน้ำได้สนิทเมื่อความดันตกคร่อมวาล์วไม่เกิน 6.0 bar

15.9 วาล์วสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 16 bar

15.10 วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำจาก Bronze หรือ DZR (De-Zincification Resistant Brass) ข้อต่อเป็นแบบเกลียว(Screwed Ends)

15.11 วาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2-1/2 นิ้ว) ขึ้นไป ตัววาล์วทำจากเหล็กหล่อ ข้อต่อเป็นแบบหน้าแปลน (Flanged Ends)

หมวดที่ 42110 ฉนวนหุ้มท่อน้ำ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อน้ำเย็นต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และทดสอบสนิมอย่างเรียบร้อยก่อนหุ้มฉนวน
- 1.2 การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นจะต้องหุ้มห่อตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินลอด ที่สวมสอดท่อตามข้อต่อ หน้าแปลน และวาล์วต่าง ๆ ฉนวนจะต้องหุ้มให้แนบติดผิวท่อไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน
- 1.3 ฉนวนที่ใช้หุ้มอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นซึ่งอาจจะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (Cold Surface) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อ

2. คุณสมบัติของตัวฉนวนท่อน้ำเย็น และท่อน้ำทิ้ง

- 2.1 ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น และท่อน้ำทิ้ง จะต้องใช้ Closed Cell Elastomeric Insulation ซึ่งไฟไม่ลาม (Self Extinguishing)
- 2.2 ฉนวนที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการต่อไปนี้
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ไม่เกิน 0.24 Btu/hr sq.ft(F/in) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75°F หรือ 0.0375 W/M.K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C ตามมาตรฐาน ASTM C177 และ BS 874 และ DIN 52616
 - ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต้องมีค่าไม่เกิน 5% โดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM D1056 และ ASTM C534 Type I
 - ค่าการแทรกซึมความชื้น (Water Vapor Permeability, WVP.) ต้องมีค่าไม่เกิน 0.10 Perm-Inch ตามมาตรฐาน ASTM E96
 - ค่าการต้านทานความชื้น (Moisture Resulance) ต้องมีค่ามากกว่า 7,000 ตามมาตรฐาน DIN 52615 และ BS 4370
 - ค่าการลามไฟ (Flame Spread) มีค่าไม่เกิน 25 ตามมาตรฐาน ASTM E84
 - ค่าปริมาณควัน (Smoke Developed) มีค่าไม่เกิน 50 ตามมาตรฐาน ASTM E84
 - ความหนาแน่น 3-5 ปอนด์/ลบ.ฟุต
 - อุณหภูมิใช้งาน -20°C ถึง 105°C หรือ -4°F ถึง 220°F
- 2.3 ขนาดความหนาของฉนวนที่ใช้หุ้มท่อขนาดต่าง ๆ จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ดังนี้

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

3. การติดตั้งฉนวน

3.1 ท่อน้ำทุกท่อจะต้องผ่านการทดสอบด้วยการอัดด้วยความดันจนแน่ใจว่าไม่มีรอยรั่วก่อน จึงจะหุ้มฉนวน การหุ้มฉนวนต้องหุ้มให้ทั่วถึงไม่เฉพาะตัวท่อเท่านั้น แต่คลุมตลอดไปถึงหน้าแปลน ข้อต่อ Flexible Connection ท่อส่วนที่ลอดผ่าน Sleeve หรือ Guide และอื่น ๆ ของระบบด้วยการป้องกันมิให้น้ำหนักท่อกดทับแผ่นฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหายให้ใช้ท่อนไม้เนื้อแข็งหรือไม้ Cork กลึงเป็นวงแหวนให้มี เส้นศูนย์กลางภายนอกเท่ากับท่อที่หุ้มฉนวน แล้วนำวงแหวนไม้ไปปิดกรอบรับทั้งด้านบน และล่างของตัวท่อ ณ จุดรองรับแล้ว ใช้ Pressure Sensitive Vapor Barrier Tape กว้างไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้ว พันรอบนอกกรดให้แน่นอีกทีหนึ่งให้เลยรอยต่อของท่อน้ำและเนื้อฉนวนด้วย

3.2 ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Performed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ ซึ่งรอยต่อของฉนวนจะต้องไม่มีรอยพับหรือรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบท่อน้ำ และรอยต่อจะต้องไม่ เป็นรอยบากรูปตัววี

3.3 ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดีไม่มีคราบน้ำปูน สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระ รอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ

3.4 ใช้กาวตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนติดให้สนิทไม่มีรอยปริรอยต่อ จะต้องได้แนวเรียบรอยไม่เอียง หรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องทาให้ผิวฉนวน ติดสัมผัสกับผิวอุปกรณ์ ไม่ให้มีโพรงอากาศ

3.5 ฉนวนที่หุ้มแล้ว จะต้องมีความตึงพอดีไม่หย่อน หรือตึงจนสังเกตได้ชัดฉนวนแบบ Performed Tube ที่ใช้ถ้ามีขนาดที่สวมเข้ากับตัวท่อค่อนข้างหลวมจะต้องทาการยึดฉนวนให้ติดกับตัวท่อโดยตลอด

3.6 ตรงส่วนที่รองรับท่อด้วยที่แขวนท่อให้ใช้ยางเนื้อแข็งที่ขึ้นรูปเข้ากับท่อประกบต่อกันเข้ากับท่อและความหนาเท่ากับฉนวนที่หุ้มตัวท่อและหุ้มชนด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Insulation โดยรอบโดยต้องรองรับข้างใต้ด้วยแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ม้วนเป็นวงครึ่งวงกลมมีความยาวตามแนวท่อยาวกว่าความยาวของยางรองออกไปข้างละ 3 ซม.

3.7 ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ฉีกขาด ผิดลอก หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้งไม่อนุญาตให้นำมาใช้ในการติดตั้งโดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อ และอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความเสียหายมีรอยถลอก รอยกรีด ฉีกขาดหลายแห่งเป็นเนื้อที่มากกว่า 5 % ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ยัง

3.8 สภาพดีในบริเวณนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะซ่อมหรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้คุมงานให้ผู้รับจ้างตรวจสอบกับผู้ผลิตว่าความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อน้ำ ในกรณีที่ท่อน้ำเย็นเดินอยู่นอกอาคารผ่านบริเวณที่มีความชื้นสูงเป็นพิเศษก่อนทำการติดตั้ง ถ้าฉนวนมี ความหนาไม่เพียงพอให้ผู้รับจ้างเลือกฉนวนที่มีความหนามากกว่าที่ระบุไว้ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

3.9 ท่อที่หุ้มฉนวนที่บริเวณต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ให้หุ้มทับด้วยปลอกอลูมิเนียม (Aluminium Jackey) ความหนา 0.5 มม.

- ภายนอกอาคาร
- ภายในห้องเครื่องทำน้ำเย็น
- ภายนอกส่วนที่ปรากฏแก่สายตา

หมวดที่ 42120 ระบบปรับคุณภาพน้ำ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ให้ผู้รับจ้างจัดหาติดตั้งและทดสอบการใช้งาน ระบบปรับสภาพน้ำ เพื่อใช้งานกับระบบน้ำหล่อเย็นของระบบปรับอากาศ ระบบปรับสภาพน้ำต้องเป็นแบบไม่ใช้สารเคมี (NON CHEMICAL) และเป็นชุดสำเร็จรูปครบถ้วนจากบริษัทผู้ผลิต ทั้งนี้จะตรวจสอบสภาพน้ำก่อนปรับเพื่อนำมาเลือกระบบปรับสภาพน้ำและคำนวณคุณภาพของน้ำที่ได้จากระบบ อุปกรณ์ในระบบปรับสภาพน้ำและคำนวณคุณภาพของน้ำที่ได้จากระบบ อุปกรณ์ในระบบปรับสภาพน้ำต้องมี Capacity และจำนวนที่สามารถรองรับอัตราการน้ำเติมของระบบที่ 1.5% ของอัตราการไหลรวมทั้งหมดของน้ำหล่อเย็นที่ 3,000 GPM. (1,000 ตันความเย็น) ปริมาณน้ำหล่อเย็นรวมในระบบ, ขนาดและการกันแยกห่อผนัง, การใช้งาน 12 ชั่วโมงต่อวัน

1.2 ระบบปรับสภาพน้ำหล่อเย็นจะต้องสามารถทำงานได้ดังนี้

- ขจัดตะกรัน แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Mg CO_3) และอื่น ๆ
- ป้องกัน การกัดกร่อน และควบคุมการเกิดตะไคร่น้ำ นอกจากนี้จะต้อง ควบคุม สิ่งเจือปนในน้ำและความเข้มข้น (TOTAL DISSOLVE SOLID,TDS) ไม่เกิน 1,000 PPM หรือให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมกับการใช้งาน ของน้ำในระบบน้ำหล่อเย็น
- ป้องกันเชื้อลิจิเนลลา

ทั้งนี้ระบบปรับสภาพน้ำ จะต้องควบคุมระดับสูงสุดของสารละลายในขณะที่ ระบบทำน้ำเย็นทำงานไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

สภาพต่างทั้งหมด	500 mg/l วัดในเทอมของหินปูน
ความกระด้างทั้งหมด	1,200 mg/l วัดในเทอมของหินปูน
ซิลิกา	150 mg/l วัดในเทอมของซิลิกาไดออกไซด์

ที่อัตราการ Bleed off ไม่เกิน 0.39% ของอัตราการไหลของน้ำหมุนเวียนที่ 3,000 GPM (1,000 ตันความเย็น) หรืออัตราการไหลของน้ำหมุนเวียนที่ใช้งานจริง ทั้งนี้อัตราการ Bleed off ให้นับรวมปริมาณสูญเสียที่ระบบ Ball Cleaning ที่ Condenser ของเครื่องทำน้ำเย็นด้วย โดยให้แสดงรายการคำนวณข้อมูลทางเทคนิคอย่างละเอียดประกอบการพิจารณาอนุมัติกับผู้ควบคุมงาน ผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ

1.3 ในส่วนของระบบน้ำเย็นให้ผู้รับจ้างจัดหาติดตั้ง และทดสอบการใช้งาน ระบบ BY-PASS CHEMICAL FEEDER ที่ระบบน้ำเย็น เพื่อจัดการกัดกร่อนของน้ำในระบบน้ำเย็นกับท่อและอุปกรณ์ ระบบน้ำเติมของน้ำเย็นให้เข้าถึงน้ำขยายตัว สำหรับน้ำเย็นให้คำนวณจากปริมาณน้ำเย็นในระบบ

2. ระบบปรับสภาพน้ำหล่อเย็น

ให้ประกอบด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้

- ELECTROMAGNETIC DESCALERS
- ELECTROMAGETIC MAGNETITE GENERATORS
- COPPER-SILVER IONIZATION UNITS

- ง. ระบบหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นของ ก. - ค. (ถ้ามี) โดยจัดให้มี SUBMERSIBLE PUMPS และระบบท่อ โดยมีจำนวนที่เหมาะสมกับขนาด และการกันแยกของ COOLING TOWERS
- จ. AUTOMATIC BLEED OFF
- ฉ. CONDUCTIVITY SENSOR & METER
- ช. PH CONTROLLER
- ซ. แผงไฟฟ้าควบคุม
- ณ. VALVE อุปกรณ์ประกอบระบบท่อน้ำและอื่น ๆ ตามมาตรฐาน

3. การส่งมอบงาน

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนทดแทนสำหรับระบบน้ำหล่อเย็น หรือ สารเคมีสำหรับระบบปรับสภาพน้ำเย็น สำรองให้ผู้ว่าจ้างเป็นเวลา 2 ปี ภายหลังจากระบบปรับสภาพน้ำใช้งานได้ดีและผ่านการตรวจรับมอบงานแล้ว

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องนำตัวอย่างน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำหล่อเย็นไปทดสอบคุณภาพ และเทียบกับค่ามาตรฐานของระบบน้ำหล่อเย็นหลังจากที่ระบบบำบัดน้ำหล่อเย็นเริ่มใช้งาน โดยจะต้องส่งผลการวิเคราะห์น้ำทุก 1 เดือน เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หน่วยงานวิเคราะห์น้ำเป็นหน่วย งานราชการ เช่น กรมวิทยาศาสตร์บริการหรือหน่วยงานเอกชนที่อนุมัติเทียบเท่า

3.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ทดสอบคุณภาพน้ำภาคสนาม จำนวน 1 ชุด โดยสามารถตรวจสอบคุณภาพได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้ CHLORIDE HARDNESS, P-H, P AND M ALKALINITY TR

หมวดที่ 42130 ระบบไฟฟ้า (Electrical System)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ระบบไฟฟ้าทั้งหมดต้องสอดคล้องกับระบบของการไฟฟ้าฯ ขอบเขตผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงในแบบ และที่กำหนดในรายละเอียดนี้
- 1.2 ระบบไฟฟ้าเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย 380/220 V., 50 Hz. Y - Connection System Solid Ground
- 1.3 ระบบสีของสายไฟ และบัสบาร์ให้เป็นดังนี้
 - สายเฟส เอ น้ำตาล
 - สายเฟส บี ดำ
 - สายเฟส ซี เทา
 - สายศูนย์ N สีฟ้า
 - สายดิน GND. สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง
 - สายไฟที่ผลิตเพียงสีเดียวให้ทาสี หรือพันเทปทั้งสองข้างของสายด้วยสีที่กำหนดให้ รวมทั้งในที่ที่มีการต่อสายและต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับบัสบาร์ให้ทาสีหรือติดเทปสีตามระบบสีดังกล่าว
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงาน กับงานระบบไฟฟ้า ในการจัดเตรียม Harmonic Filter, IEEE Standard 519-1992

2. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

- 2.1 ทั่วไป แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์และมีใบอนุญาตเป็นตัวแทนผลิตผู้จากเจ้าของผลิตภัณฑ์แผงสวิตช์บอร์ดไฟฟ้า (Original Manufacturer) ด้านการทำแผงสวิตช์ฯ และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC 61439-1 & 2 (FULLY TYPE-TESTED) ชนิด LICENSEE FACTORY มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีเอกสารการตรวจรับรอง การให้รับใบอนุญาตเป็นตัวแทนผลิตแผงสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ ปี (Annual Audit Report / Audit Annual ertificated) โดยผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก. 1436 – 2540) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิตและการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 ตู้โลหะเป็นชนิด Dead-Front Modular Type of Standard Design และเป็นแบบที่การไฟฟ้าฯ เห็นชอบ และอนุมัติให้ใช้
- 2.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง แผงสวิตช์แรงต่ำและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
- 2.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค
 - พิกัด แผงสวิตช์ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้

- แรงดันระบบ 3 เฟส 4 สาย 380/220V, 50 Hz
- Insulation Level 600 โวลต์
- กระแสต่อเนื่อง ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
- กระแสลัดวงจร ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
- รายละเอียดทางการออกแบบและการสร้าง
 - ตัวตู้เป็นชนิดวางตั้งกับพื้น หรือติดบนผนังตามที่ระบุในแบบ ประกอบจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ในกรณีที่เป็นตัวตั้งกับพื้นโครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากเชื่อมติดกันหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. หรือใช้เหล็กฉากยึดติดกันด้วยสลักเกลียวและแป้นเกลียว ตู้ที่ตั้งชิดกันต้องมีแผ่นโลหะกันแยกจากกัน และตู้ต้องยึดถึงกันด้วยสลักและแป้นเกลียว
 - ตัวตู้ โครงตู้และส่วนที่เป็นเหล็ก ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟต หรือ สังกะสี เป็นต้น สำหรับการพ่นสีภายนอกให้ใช้สีเทาอ่อน
 - ให้มีการบริการและบำรุงรักษาอุปกรณ์แรงต่ำจากด้านหน้าของตู้ โดยมีประตูเปิดจากด้านหน้า โดยใช้บานพับชนิดซ่อน ซึ่งเปิดปิดโดยใช้กุญแจหกเหลี่ยมไข
 - ตัวตู้ต้องมีความแข็งแรงพอไม่บิดตัวขณะใช้งาน และในขณะลัดวงจรพร้อมทั้งมีการ ระบายความร้อนที่ดี โดยให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip-proof) ซึ่งมีมุ้งลวดติดด้านในที่ฝาปิดช่องล่างด้านหน้าและที่ฝาปิดช่องบนด้านหลัง
 - ตัวตู้ต้องติด Mimic Diagram แสดง Single Line Diagram ของระบบ
 - ฝาตู้ทุกด้านต้องมีสายดินทำด้วยทองแดงชุบแบบถักแบน ต่อลงดินที่โครงตู้
- สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์ ให้ใช้สายชนิดทน แรงดันได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ 70 °C ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. (ยกเว้นเป็น วงจรกระแส และสายดินระหว่างตัวแผงกับบานประตูแผงสวิตช์ให้ใช้ขนาด 4 และ 10 ตร.มม. ตามลำดับ) การเดินสายให้เดินในรางพลาสติกหรือท่อพลาสติกทั้งหมด การต่อสายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน ห้ามต่อตรงระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ และห้ามมีการตัดต่อสายไฟฟ้าที่เชื่อมระหว่างจุดต่อดังกล่าวเพื่อความสะดวกในการทดสอบและแก้ไขต่าง ๆ สายควบคุมที่ติดตั้งนอกแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ชนิดหลายแกน หุ้มฉนวน 2 ชั้น และยึดด้วยประกับพลาสติก
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะ เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 947-1, IEC 947- 2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องเป็นชนิด Moulded และต้องเป็นแบบทำงานเร็ว (Quick-Make, Quick-Break, Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip, Thermal Overload Current Trip and Trip Indication) โดยมีพิกัดขนาดและ Breaking Capacity Icu ตามที่แสดงไว้ในแบบเซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้งหมดต้องเป็นของผู้ผลิตเดียวกัน
- Molded Case Circuit Breaker
 - เป็นชนิด Thermal magnetic ที่พิกัด AF ต่ำกว่า 400 AF โดยเป็นชนิด Electronic ที่พิกัด AF ตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป
 - Molded Case Circuit Breaker ผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947-2 ทำงานด้วยระบบ Quick – Make , Quick – Break และ Trip Free เมื่อเกิดกระแส Overcurrent และ Short Circuit Current.
 - Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position

- MCCB ทุกขนาดสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม Shunt Trip, Undervoltage, Auxiliary Switch, Alarm Switch, Rotary Handle, Pad locking device เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งด้านการป้องกันและการควบคุม
- Trip Unit ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal-Magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส Thermal ตั้งแต่ 0.75 – 1.0 ของ Rated AF
- Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไปจะต้องมี Rating Plug เพื่อกำหนดค่า Ampere Rating โดยสามารถปรับค่ากระแส Overload Current ได้ระหว่าง 0.1 – 1.0 ของฟิเกต Rating Plug และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 3 – 10 เท่า
- การติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Fixed Type ซึ่งติดตั้งถาวรโดยยึดติดกับโครงโลหะในตู้แรงต่ำด้วยสลักและแป้นเกลียว
- การสับเข้าและออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Manual Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมือ
- ขั้วต่อสาย (Terminal) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดเฟรมต่ำกว่า 225 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์ สำหรับขนาดเฟรมสูงกว่า 225 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์เท่านั้น
- บัสบาร์ ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดความสามารถรับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ตามมาตรฐาน DIN 43671 แต่ทั้งนี้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตร.มม. และอุณหภูมิของบัสบาร์ขณะใช้งานเต็มที่ ต้องไม่เกินไปกว่า 25°C เหนืออุณหภูมิแวดล้อม 40°C
- บัสบาร์ให้ติดตั้งบนบัสบาร์ Holder ประเภท Epoxy แบบสองชั้นประกบ บัสบาร์ Resin หรือ Fiber Glass Reinforced Polyester ห้ามใช้วัสดุตระกูล Bakelite หรือ Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้า ระยะห่างระหว่างเฟสและ/หรือ Ground เป็นไปตามที่การไฟฟ้าฯ กำหนด การเจาะรูและการต่อเชื่อมบัสบาร์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน DIN 43673 และต้องมีความแข็งแรงพอที่ยึดหรือรองรับบัสในขณะลัดวงจรไม่น้อยกว่า 50kA ที่ 415 VAC (หรือ ตามที่แสดงในแบบ)
- ต้องมีบัสดินขนาดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33 ของบัสบาร์ในแต่ละเฟสติดตั้งภายในตู้ยาวตลอดตู้ และเชื่อมกับระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าภายนอกอย่างน้อย 2 จุด โดยใช้สายดิน ขนาด 120 ตร.มม. หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- มอเตอร์สตาร์ทเตอร์
 - ชุดสตาร์ทเตอร์ แต่ละชุด ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้
 - Circuit Breaker
 - Motor Starter
 - Thermal Over Load Protection
 - Start and Stop Push Button
 - Running Indicating Lamp
 - Selector Switch H-O-A (IF Require)

- Alarm (IF Require)
- Control Fuse or Breaker
- Name Plate and Circuit Diagram
- โดยทั่วไป ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 7.5 HP ให้ สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct On Line ได้ และถ้ามากกว่า 7.5 HP ต้องเป็นชนิด Star-Delta Start
- สำหรับ Circuit Breaker ของมอเตอร์แต่ละตัว ในกรณี Breaker ดังกล่าว และมอเตอร์อยู่ไกลจากสายตาดูการทำงานของมอเตอร์ดังกล่าวไม่ได้ ตัว Breaker ต้องมี Handle แบบ Lock Off เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในการบำรุงรักษา
- คอนแทคเตอร์ และโอเวอร์โวลต์รีเลย์ มีพิกัดขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานตามปกติ และสามารถรับกระแสขณะเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ได้เป็นอย่างดี
- คอนแทคเตอร์ ให้ใช้ชนิด AC3 Duty และสามารถกันฝุ่นได้เป็นอย่างดี
- โอเวอร์โวลต์รีเลย์ ให้ใช้ชนิดที่ติดตั้งครบทุกเฟส
- แรงดันคอยล์ 220 V, 50 Hz (หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ)
- มีจำนวนหน้าสัมผัสช่วยของคอนแทคเตอร์แต่ละตัวไม่น้อยกว่า 1NO+1NC สำหรับใช้งานระบบควบคุม และ/หรือ การแสดงผลต่าง ๆ
- Remote และ Local Control Panel
 - Remote และ Local Control Panel ต้องเป็นกล่องพับขึ้นรูปตามที่กำหนดในลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ
 - Remote Control Panel จะต้องตั้งอยู่ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อยเพื่อความเหมาะสม
 - Local Control Panel ที่ประจำอยู่ในตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์ต้องมี Local Remote Selector Switch และในกรณีที่จำเป็นอาจต้องใช้ Auxiliary Relay สำหรับการต่อเชื่อมระบบที่แรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน
 - Remote Control Panel จะต้อง มี On-Off Push Button พร้อม Indication Lamp และ Remote Local Indicating Lamp
 - การประกอบ Remote และ Local Control Panel ต้องจัดทำ Shop Drawing แสดง Control Circuit Diagram และรูปแบบของตัวตู้เสนออนุมัติจากผู้คุมงานก่อน
- หม้อแปลงกระแส (CT) เป็นชนิด Encapsulated มีพิกัดตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยมีกระแสหตุยภูมิ 5A และติดตั้งเพื่อให้สามารถวัดได้ทุกเฟส Accuracy Class 1 หรือดีกว่า
- อุปกรณ์หรือเครื่องวัด ต้องเป็นชนิดติดตั้งในแผงสวิตช์ สามารถกันฝุ่นและ ความชื้นได้ดี โดยมีขนาดประมาณ 96x96 มม. Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- หลอดแสดงเป็นแบบติดฝังเรียบบนแผงสวิตช์ ใช้หลอดไส้ 0.6 W, 6 V พร้อมหม้อแปลง 220 V/6V ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบเลนซ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มม.
- Selector Switch (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องเป็นชนิดติดตั้งในแผงสวิตช์ มี 7 steps สำหรับ volt-selector และ 4 steps สำหรับ amp-selector
- ป้ายชื่อทั้งหมด ต้องจัดหาและติดตั้งในแต่ละส่วนของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

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

2.4 การติดตั้ง แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ

2.5 การทดสอบ แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้องผ่านการทดสอบและมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงาน ตลอดจนได้รับการตรวจและทดสอบโดยการไฟฟ้าฯ นั่นคือ ให้ตรวจสอบฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์และสายป้อนต่างๆ รวมทั้งตรวจสอบระบบการของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้องผู้รับ จำต้องส่งรายละเอียดต่าง ๆ ตามที่การไฟฟ้าฯ ต้องการ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจำต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

2.6 หนังสือคู่มือ ผู้รับจำต้องจัดหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาและวิธีใช้แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

3. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

3.1 ทั่วไป สายไฟฟ้าแรงต่ำของอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2553

3.2 ขอบเขต ผู้รับจำต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซี ทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ
- สายไฟฟ้าที่เดินลอยใช้สายหุ้มฉนวนและเปลือกนอกพีวีซี แกนเดียวหรือหลายแกนทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ
- รายละเอียดของสายไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งเป็นสายหุ้มฉนวนพีวีซี พิกัดแรงดัน 750 โวลต์ และอุณหภูมิใช้งาน 70 °C
- ให้ใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซีแกนเดียวทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ
- สายใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้เป็นสายตีเกลียว (Stranded Wire)
- สายภายนอกอาคารให้เดินร้อยในท่อ หรือฝังดินโดยตรง หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

3.4 การติดตั้ง

- สายไฟฟ้าต้องเดินร้อยในท่อโลหะ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- การเดินสายไฟฟ้าในท่อต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าต้องร้อยสายในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้เตรียมหรือร้อยสายไฟไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- การหล่อลื่น ในการดึงสายผู้รับจำต้องใช้ตัวหล่อลื่นซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น
- การติดตั้งสายไฟฟ้าทุกขนาด ต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการติดตั้งต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ NEC

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

3.5 การทดสอบ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าสายไฟที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้ อาจมีคุณสมบัติไม่เท่าที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบตามมาตรฐาน โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้รับจ้าง ต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญาและต้องรับผิดชอบในความล่าช้าของงานในส่วนนี้ด้วย

4. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

4.1 ทั่วไป ท่อร้อยสายไฟฟ้าของอาคารทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC

4.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

4.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- ท่อโลหะและอุปกรณ์ต้องเป็นวัสดุที่ใช้เฉพาะกับงานไฟฟ้า ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตจะต้องยึดด้วยประกับโลหะ และ/หรือประกับสำหรับแขวนท่อทุก ๆ ช่วง 2.5 เมตร และไม่เกิน 1.0 เมตร จากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์
- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในปูนทราย ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย หรือที่ขึ้นตามข้อกำหนดของ NEC
- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) ต้องเป็นท่อเหล็กบางผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดาน หรือเดินฝังในอิฐก่อ (ต้องใช้ร่วมกับข้อชนิดกันน้ำ) สามารถใช้ติดตั้งได้ในทุกสถานที่ยกเว้นที่ระบุไว้ในกรณีท่อ IMC และท่ออ่อนซึ่งจะได้

กล่าวต่อไป ท่อโลหะชนิดบาง โดยทั่วไปใช้ข้อต่อแบบสลักเกลียวขัน (Set-screw) ยกเว้นในห้องเครื่องให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ

- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดอ่อน (Flexible Metal conduit : FMC) ต้องทำจาก Galvanize Steel ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์เป็นต้น หรือใช้ในที่อื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อน โดยเฉพาะท่อโลหะชนิดอ่อนให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ท่ออ่อนที่ใช้ในบริเวณที่อาจจะ เปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้นต้องเป็นแบบกันน้ำ และใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำเช่นกัน
- ท่อร้อยสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะใช้งานและสภาวะแวดล้อม ดังที่ได้กล่าวโดยสังเขปมาแล้ว

- ท่อร้อยสายแต่ละท่อต้องมี Coupling อยู่ที่ปลายข้างหนึ่งและ Thread Protector อีกข้างหนึ่ง
- Conduit Fitting ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514
- ต้องมี Lock Nut และ Bushing ในทุกปลายของท่อ
- กล่องต่อสายไฟฟ้า ต้องเป็นกล่องชุบสังกะสีหรือแคดเมียม

- ท่อร้อยสาย ต้องมีวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย

4.4 การติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าและ NEC โดยที่

- ท่อ IMC ต้องใช้เดินฝังในดิน หรือคอนกรีตหรืออิฐก่อ หรือ Floor Slab การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 3.46
- ท่อ EMT ต้องใช้กับแนวเดินท่อที่ Exposed หรือ Concealed การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 348
- ท่ออ่อน ต้องใช้เมื่อต้องการต่อเชื่อมท่อเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งมีการสั่นสะเทือนหรือเมื่อต้องการยืดหยุ่นการติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 350
- Associated Material ต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 สำหรับการติดตั้งในบริเวณอันตราย (Harzard) ให้เป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 500
- Bend And Offset ต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุ ห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- การนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน
- การเดินท่อให้พยายามเดินในแนวเฉียงทางเดิน และมีแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
- ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit Bushing ใส่ไว้ ปลายท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องมีฝาครอบ(Conduit Cap) ปิดไว้ทุกแห่ง การต่อท่อโลหะชนิดบางที่ฝังในผนังหรือพื้นให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การรองท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ โดยใช้เครื่องมือตัดที่เหมาะสม และเมื่อรวมมุมที่งอ แล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสายสองจุด)
- ปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อนก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อหรือกล่องต่อสายต้องทำให้หมดคม โดยใช้ Conduit Reamer และการวางท่อต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกท่อชำรุด
- การต่อเชื่อมกับกล่องต่อสายและตัวตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของ

กล่องหรือตัวตู้โดยมี Locknut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อร้อยสาย ต้องมี Bushing สวมอยู่

5. รังเดินสายไฟฟ้า (Cable Ladder, Cable Tray or Wire Way)

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

5.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งรังเดินสายไฟฟ้าตลอดจนอุปกรณ์จับยึดรังเดินสายไฟฟ้ากับโครงสร้างอาคารสำหรับรูปร่างและขนาดของรังเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- รังเดินสายไฟฟ้า ต้องทำจากแผ่นเหล็กพอสเฟตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. สำหรับ Cable Ladder/ Cable Tray และ 1.5 มม. สำหรับ Wire Way หรือที่ระบุไว้ในแบบ
- Cable Ladder และ Cable Tray ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip Galvanized หรือ Electro-Galvanized สำหรับ Wire Way ต้องพ่นสีทับเพื่อป้องกันสนิม และทนต่อสภาพการผุกร่อนได้ดี
- ตัวรังเดินสายไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรงอย่างพอเพียงที่จะป้องกันสายไฟฟ้าที่เดินอยู่ภายในได้ และสามารถรับน้ำหนักของสายไฟฟ้าดังกล่าวได้ดี
- ภายในตัวรังเดินสายไฟฟ้า ต้องออกแบบให้สามารถเดินสายไฟฟ้าในรางดังกล่าวได้ง่ายและไม่ทำให้สายชำรุดเสียหาย เช่นขอบข้างราง และ/หรือชั้นของรางต้องเรียบโดยไม่มีความคมของขอบ
- รังเดินสาย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์จับยึด (Support) ทุก ๆ ช่วงไม่เกิน 1.5 เมตร และตัวจับยึดต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอ
- รังเดินสายและอุปกรณ์จับยึด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

5.4 การติดตั้ง

- การติดตั้งให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้า ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินในรางให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- รังเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการเดินสาย ต้องต่อลงดิน
- สายไฟฟ้าที่เดินในรังเดินสายไฟฟ้าทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน ต้องมีอุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้ากับรังเดินสายไฟฟ้างกล่าว (Cable Tie) หรือใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้าที่เหมาะสม

6. กล่องต่อสายไฟฟ้า

6.1 ทั่วไป กล่องต่อสายแบบต่างๆต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 และ 373 กล่องต่อสายให้หมายรวมถึงกล่องต่อสวิตช์ เต้ารับกล่องดึงสาย กล่องรวมสาย และกล่องสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ

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

6.3 ความต้องการทางเทคนิค

- โดยทั่วไปกล่องต่อสายต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสี หรืออะลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. เป็นแบบมีฝาปิด และมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางของ NEC
- กล่องต่อสายต้องมีกรรมวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย
- กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานและสภาวะแวดล้อม
- กล่องต่อสายแบบกันน้ำ ต้องใช้เป็นอะลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ และมีกรรมวิธีป้องกันน้ำได้ดี โดยที่ฝาครอบมีขอบยางอัตรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่นหรืออะลูมิเนียมแผ่น
- กล่องดึงสายและฝาครอบขนาดใหญ่ ให้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. พ่นสีกันสนิมแล้วพ่นสีขึ้นนอกด้วย
- ขนาดกล่องต่อสายและจำนวนสายในกล่องต้องเป็นไปตามกฎของ NEC
- กล่องต่อสายทุกกล่องต้องต่อลงดินตามกฎของ NEC

6.4 การติดตั้ง

- ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับตัวอาคาร
- การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย Lock Nut และ Bushing และอุปกรณ์ 0

ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

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

หมวดที่ 42140 อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติหมายถึงระบบควบคุมที่ใช้กับระบบการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ (Automatic Temperature Control) และระบบป้องกันความเสียหายต่อระบบปรับอากาศรวมถึงระบบควบคุมสำหรับพัดลม และระบบอื่น ๆ ตามที่กำหนด เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ได้ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบ และรายการ ไม่ว่าในแบบและรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็น สำหรับการควบคุมการทำงานดังกล่าวไว้หรือไม่ก็ตาม การเลือกอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมที่ติดตั้ง
- 1.2 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ พร้อมทั้งรายการคำนวณ, การเลือกอุปกรณ์, แบบแสดงแนวทางเดิน, ขนาด และลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์มารับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน ก่อนการติดตั้ง
- 1.4 บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบควบคุมของวิศวกรผู้ชำนาญงานด้านนี้
- 1.5 ระบบควบคุมเป็นแบบ Electrical หรือ Electronic Type
- 1.6 ผู้รับจ้างจะต้องเตรียม Voltage Free Contact และ Control Relay สำหรับอุปกรณ์ที่มีมอเตอร์เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงกับระบบ Building Automation System (BAS) และ ระบบจัดการอุปกรณ์เครื่องทำความเย็น (CPM : Chiller Plant Manager)

2. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

- 2.1 เทอร์โมสแตท สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นขนาดใหญ่เป็นแบบ P-I Controller, Low Voltage (24V)
- 2.2 เทอร์โมสแตท สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดมากกว่า 5 ตัน เป็นแบบติดผนัง หรือแบบอื่นๆ ที่ระบุในแบบ เป็นชนิด Single stage หรือ Multi stage ตาม ความจำเป็นของเครื่อง
- 2.3 เทอร์โมสแตท สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นขนาดเล็ก, เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็กเกิน 5 ตันความเย็น เป็นแบบติดผนัง พร้อมทั้งมีสวิตช์ปรับรอบพัดลม 3 จังหวะอยู่ในชุดเดียวกัน โดยสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นต้องเป็น ชนิด P-I Controller, Low Voltage (24V)

3. อุปกรณ์ควบคุมเมื่อเกิดเพลิงไหม้

- 3.1 ระบบควบคุมสำหรับเครื่องปรับอากาศและพัดลมทุกชุด ที่มีอัตราการส่งเกินกว่า 2000 cfm ต้องใช้ Smoke Detector เป็นแบบ Duct (Insert) Type ใช้สำหรับตรวจจับการควบคุมของมอเตอร์เครื่องเป่าลมเย็น หรือของเครื่องปรับอากาศทั้งชุด เมื่อตรวจจับควันที่มากับลมได้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจาก

U.L. ในกรณีที่อาคารนั้นมี Smoke Detector อยู่แล้ว ให้เอาสัญญาณจาก Smoke Detector มาใช้ควบคุมมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นแทนได้

4. วาล์วอัตโนมัติ (Automatic Control Valve)

- 4.1 2-Way Proportional Motorized Control Valve ใช้สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ระบุในแบบขณะที่ไม่มีไฟเข้าวาล์วต้องปิด (Normally Closed) ไม่ให้น้ำไหลผ่านคอยล์เย็น
- 4.2 2 - Way Proportional Motorized Control Valve ใช้สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ระบุในแบบ วาล์วขนาดตั้งแต่ 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม. (2 นิ้ว) ตัว วาล์วทำด้วย Bronze or Brass ส่วนขนาด 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วยเหล็กหล่อต่อแบบหน้าแปลน ก้าน วาล์วทำด้วยสแตนเลส หน้าวาล์วสามารถถอดออกเปลี่ยนได้ง่ายลิ้นวาล์วเป็นแบบ Ball หรือ Plug Pattern ตัววาล์วต้องประกอบด้วย Linkage และ Modutrol Motor แบบ Spring Return หรือ Electric Return พร้อม กับ มี Valve Position Indicator บอกลักษณะการ ปิดหรือเปิดวาล์วมอเตอร์จะต้องมี Manual Clutch สามารถปิดหรือเปิดวาล์วด้วยมือ ขณะที่มอเตอร์ใช้งานไม่ได้ วาล์วต้องเป็นแบบ Normally Closed โดยขณะที่ไฟไม่เข้าวาล์วต้องอยู่ในตำแหน่งปิดไม่ให้น้ำไหลผ่านคอยล์เย็น
- 4.3 วาล์วพร้อมอุปกรณ์ทุกชุดต้องทนอุณหภูมิในช่วง 2 ถึง 60 องศาเซลเซียส และวาล์วทุกตัวจะต้องทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1,360 KPa (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เมื่อ วาล์วปิดสนิทขณะผลต่างความดันหน้าและหลังวาล์วเป็น 300 kPa (43 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จะมีน้ำไหลได้ไม่เกิน 10 % ของอัตราการไหลที่ใช้งานปกติ (Close Off Rating) การเลือกขนาดให้ใช้ความดันลด (Pressure Drop) ขณะที่อัตราการไหลที่ใช้งานปกติดังนี้ :
- วาล์วที่เปิด-ปิดอย่างเดียว (On-Off Valve) ความดันลดไม่เกิน 35 kPa (5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
 - วาล์วที่หรี่ได้ (Modulating Valve) ความดันลดอยู่ระหว่าง 35 ถึง 70 kPa (5-10 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว)
- 4.4 สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าของวาล์วที่ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 220 โวลต์ จะต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน โดยมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 95% โดยสามารถ Overload ได้ไม่น้อยกว่า 25 % เป็นแบบ Heavy duty

5. อุปกรณ์แสดงการไหลหรือเปิดปิดเมื่อมีการไหล (Flow Switchs)

- 5.1 จะต้องมียุติสวิตซ์ตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เมื่อไม่มีการไหลของน้ำเย็นและน้ำระบายความร้อน และตำแหน่งอื่นๆ ที่แสดงในแบบตัว Detect จะต้องสอดอยู่ในท่อน้ำเย็นโดยโครงสร้างของ Flow Switch จะต้องเป็นแบบ Watertight, Dust-tight ใช้ในบริเวณที่มีความชื้นสูง และจะต้องได้ UL List ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้
- Wetted Part : Brass
 - Switch Enclosure : NEMA 4X
 - Pressure Rating : 150 psi
 - Minimum Temp. Rating : 32 °F
 - Maximum Temp. Rating : 220 °F
 - Electrical : 10 A. 250 V.AC., 2 A. 0-30 V.DC.

6. Differential Pressure Sensor

- 6.1 เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างความดันอากาศในบันไดหนีไฟและความดันบรรยากาศ ณ ความสูงเดียวกัน
- 6.2 ช่วงความดันแตกต่างในการวัดอย่างน้อย 12 ถึง 250 Pa (0.05 ถึง 1 inWG.) และต้องครอบคลุม ช่วงความดันแตกต่างในการวัดซึ่งระบุอยู่ในแบบ (Drawings)
- 6.3 สามารถตั้งจุดควบคุม (Set Point) ได้
- 6.4 เป็นชนิด Maintenance Free

7. การควบคุมการอัดอากาศลิฟต์ดับเพลิงและบันไดหนีไฟ (Pressurized Fire Man Lift Lobby and Stair Case Control)

- 7.1 พัดลมอัดอากาศจะเปิดโดยอัตโนมัติเมื่อมีสัญญาณจาก Smoke Detector หรือระบบแจ้งเพลิงไหม้
- 7.2 การควบคุมความดันในช่องลิฟต์ดับเพลิงและบันไดหนีไฟสัญญาณจาก Differential Pressure Sensor จะสั่งให้อุปกรณ์ควบคุมความดันภายในช่องอัดอากาศไม่ให้สูงเกิน 75 kPa (0.3 inWG.) วิธีการตามที่ระบุในแบบ
- 7.3 พัดลมอัดอากาศเมื่อทำงานแล้ว จะต้องทำงานตลอดเวลาจนกว่าจะปิดโดยเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบเท่านั้น

8. อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ (Variable Frequency Drive ; Inverter)

- 8.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบตามขนาดของมอเตอร์ ของอุปกรณ์ที่ควบคุม และจำนวนที่กำหนดในแบบ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่ระบุในรายละเอียด และที่จำเป็น สำหรับการใช้อย่างสมบูรณ์
- 8.2 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศ หรือประกอบ (Knock Down) ในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลมาแล้ว ผลิตภัณฑ์ต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวร ภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์ พร้อมสำหรับเปลี่ยนทดแทนได้ทันที อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- 8.3 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องมีชุดควบคุม (Inverter Controller) ซึ่งสามารถรับ สัญญาณได้ ดังที่ระบุในแบบ โดยชุดควบคุมอาจเป็นชุดเดียวกัน กับอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ หรือ แยกชุดกันก็ได้
- 8.4 Control Specification
 - Control Method : Sinusoidal Pulse Width Modulate (PWM) Voltage Control
 - Frequency Range : 6-60 Hz
 - Start Frequency : At 3 Hz
 - Frequency Accuracy : $\pm 0.5 \% \text{ At } 25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$
 - Overcurrent Capacity : 150 % For One Minute
 - Frequency Setting Signal : 4-20 mA. DC.
 - Acceleration/Deceleration Time : 10-150 Sec.

8.5 AC Input : 380V/3 Phase/50 Hz., $\pm 5\%$ For
Frequency Fluctuation, $\pm 10\%$ For
Voltage Fluctuation

8.6 Protective-Function

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

8.7 Input-Output For Building Automation System (BAS) Connection.

9. Differential Pressure Sensor and Transmitter

9.1 เป็น Sensor สำหรับวัดความแตกต่างความดันของท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับ ใช้ประกอบกับอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบได้อย่างเหมาะสม และมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- Control Output 4-20 MA, 2-Wire 24 VDC
- Adjustable Span 0-100 Psi
- Accuracy $\pm 0.25\%$ Of Full Span
- Protection Against Radio Frequency Interference
- Watertight Electrical Enclosure
- สายส่งสัญญาณจาก Differential Pressure Transmitter ไปยัง Inverter Controller ให้ ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิต โดยสายสัญญาณจะเป็นชนิดป้องกันคลื่นรบกวนจากภายนอก (Shield Cable) และถ้ายาวเกินกว่ามาตรฐาน จะต้องมิตัวขยายสัญญาณ (Amplifier)

10. Temperature Sensor

10.1 เป็น Sensor สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำในระบบปรับอากาศ โดยแสดงค่าการทำงานในช่วงของ -20/+250° F (-29/121°C) โดยสัญญาณที่ส่งออกไป Interface เป็น 4-20 mA DC. หรือ 0 to 10 VDC Accuracy $\pm 0.1\%$ at 0°C ตัว Sensor ควรจะอยู่ในกล่องที่มีฝาปิดครอบมิดชิดและสามารถที่จะ Interfacing กับ Chiller Plant Manager Panel (CPM) ได้เป็นอย่างดี

11. VAV. Terminal Box

ส่วนที่ 1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งชุดปรับปริมาณลม (VAV Terminal Unit) ซึ่งมีจำนวน,ขนาด และปริมาณลมเป็นไปตามแบบและรายการ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน เป็นของใหม่ประกอบ

สำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง ไม่ผ่านการดัดแปลงหรือประกอบสำเร็จจากที่อื่นและผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน AHRI 880 โดยชุดกล่องปรับปริมาณลมจะต้องประกอบไปด้วย

- 1.1 ชุดกล่องปรับปริมาณลม (Terminal Unit) และอุปกรณ์ประกอบ
- 1.2 ชุดแผงควบคุมแบบ DDC Controller BACnet และอุปกรณ์ประกอบ
- 1.3 ชุดกล่องแยกลม (Multi Outlet) ต้องมีจำนวนท่อแยกลมตามที่ระบุในแบบ (ถ้ามี)

ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawing และตัวอย่างอุปกรณ์เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้งกับผู้ควบคุมงาน

ส่วนที่ 2 วัสดุอุปกรณ์

2.1 ชุดกล่องปรับปริมาณลม (Terminal Unit) และอุปกรณ์ประกอบชุดกล่องปรับปริมาณลม (Terminal Unit) คือกล่องพร้อมใบปริมาณลม และเซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณลม ต้องประกอบสำเร็จรูป และทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิตต่างประเทศ มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

ก. กล่องใส่ชุดปรับปริมาณลม (Casing)

กล่องทำด้วยแผ่นดเหล็กเคลือบสังกะสีความหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร (Gauge 22) ใช้งานในระดับ Medium Pressure ขึ้นไปผนังกล่องเป็น ชนิดสองชั้นภายในผนังกล่องบุด้วยฉนวนใยแก้ว ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 24 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (1.5 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ข้อต่อด้านลมเข้าเป็นท่อกลม ข้อต่อทางด้านลมออกเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า กล่องใส่ชุดปรับปริมาณลมต้องผ่านการรับรองและทดสอบตามมาตรฐาน ARI กล่องใส่ชุดปรับปริมาณลมจะต้องมีปริมาณลมรั่ว (Casing Leakage) ไม่เกิน 1% ที่ความดันลมเข้า (Inlet Static Pressure) ที่ 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ของน้ำ ความดันตกคล่อมกล่องใส่ชุดปรับปริมาณลมที่ประกอบเรียบร้อยแล้วต้องไม่เกิด 30 ปาสกาล (0.14 นิ้วน้ำ) ที่ความเร็วลมทางเข้า (Inlet) 2,000 fpm โดยมีความดันเสียงด้านทางออกจากกล่องไม่เกิน NC 40

ข. ใบรับปริมาณลม (Air Valve Damper)

เป็นใบปรับลมทำด้วย Heavy Gauge Metal โดยมีประเก็นติดโดยรอบติดตั้งบนแกนที่แข็งแรง กรณีใบปรับปริมาณลมอยู่ในตำแหน่งปิดสนิทจะต้องมี Leakage ไม่เกิน 2% ที่ความดันด้านเข้า (Inlet Pressure) 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ของน้ำ ตามมาตรฐาน ASHRAE 130 ชุดใบปรับลมต้องผ่านการทดสอบการทำงานเปิด – ปิดได้ไม่น้อยกว่า 1 ล้านครั้ง โดยไม่เกิดการชำรุดเสียหาย

ค. เซ็นเซอร์วัดปริมาณลม (Multi – Point Sensor)

เป็นเซ็นเซอร์วัดปริมาณลมติดตั้งตรงกลางทางด้านลมเข้าออกแบบตามลักษณะ Aerodynamic Profile มีจุดวัด Total Pressure ไม่น้อยกว่า 12 จุด และ Static Pressure ไม่น้อยกว่า 4จุด เพื่อความแม่นยำในการวัดค่าปริมาณลม มีความละเอียดในการวัด $\pm 5\%$ กรณีต่อท่อหักฉาก 90 องศา เข้ากล่อง โดยวัดค่าได้ด้วยความเร็วตั้งแต่ 400 ฟุตต่อนาทีขึ้นไป ผลิตด้วยวัสดุชนิดแข็งแรง ไม่แตกหักบิดงอได้ง่ายเซ็นเซอร์สามารถถอดเพื่อทำความสะอาดได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม

2.2 ชุดแผงควบคุมแบบ DDC Controller BACnet และอุปกรณ์ประกอบเป็นชุดแผง DDC Controller BACnet, Actuator และ Thermostat ต้องประกอบสำเร็จรูปเข้ากับกล่องใส่ชุดปรับปริมาณลม (Casing) มีอุปกรณ์ดังนี้

ก. ชุดแผง DDC Controller BACnet

เป็นแผงควบคุมหลักของชุดปรับปริมาณลม (VAV Terminal Unit) ประกอบด้วย DDC

Controller และ BACnet Communication Module ประกอบเป็นแผงเดียวกัน เพื่อสื่อสารกับระบบหลัก BAS BACnet (หรือ BMS) ของอาคาร โดยใช้สายสัญญาณแบบ RS485 ลักษณะการทำงานเป็นชนิด Pressure Independent จะรับสัญญาณจาก Thermostat และ Multi Point Sensor เป็นอุณหภูมิและปริมาณลมตามลำดับ ชุดแผง DDC Controller BACnet ต้องการ

- ระบบไฟฟ้าจ่ายเข้า : 220-240 VAC พร้อมหม้อแปลง
เป็น 24 VAC สำหรับแผงควบคุมหลัก
- สามารถใช้งานในสภาพแวดล้อม
- อุณหภูมิ : 0°C-55°(32°F-131°F)
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 10%-90% RH (โดยไม่เกิดหยดน้ำ)
- DDC Controller แต่ละชุดต้องสามารถกำหนด Address ประจำตัวได้จากแผง BACnet Communication Module เมื่อต่อเข้ากับระบบ BAS ของอาคารต้องสามารถส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปแสดงที่ระบบ BAS ได้ดังนี้
- Room Temperature (Read)
- Room Set Point (Read /Write)
- Occupied / Unoccupied (Read /Write)
- Current Damper Position (Read)
- Airflow Rate (Read)
- Airflow Target (Read)
- Min – Max Set Point (Read /Write)
- Min – Max Damper Position (Read /Write)

ข. Actuator

เป็นมอเตอร์สำหรับขับใบปรับปริมาณลม (Air Valve Damper) ซึ่งออกแบบเพื่อติดตั้งเข้ากับแผงควบคุมหลัก มีคุณสมบัติดังนี้

- แรงบิด(Torque) 44 lb-In.
- ใช้เวลาเปิด – ปิดภายใน 90 วินาที โดยหมุนจาก 0-90 องศา
- เสียงจากการทำงานไม่เกิน 35 dBA

ค. LCD Thermostat

เป็นชุดตรวจวัดอุณหภูมิห้องแสดงหน้าจอเป็นตัวเลข (LCD) ซึ่งออกแบบเพื่อติดตั้งเข้ากับแผงควบคุมหลักโดยเฉพาะ มีคุณสมบัติดังนี้

- ความละเอียดไม่น้อยกว่า $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.36^{\circ}\text{F}$) ที่อุณหภูมิระหว่าง 32° F to 125°F (0°C to 52°C)

2.3 ชุดกล่องแยกลม (Multi Outlet)

ทำหน้าที่เป็นกล่องลดเสียง และแยกลม ความยาวของกล่องต้องไม่น้อยกว่า 36 ” (914 mm)
กล่องทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี ความหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร (Gauge 22)

ใช้งานในระดับ Medium Pressure ขึ้นไปผนังกล่องเป็นชนิดสองชั้น ภายในกล่องบุด้วยฉนวนใยแก้วความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 24 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (1.5 ปอนด์ต่อ ลูกบาศก์ฟุต) มีท่อแยกออกเป็นท่อกลมพร้อม ใบปรับลม (Manual Damper) ซึ่งมีขนาดและจำนวนตามที่ปรากฏในรายการอุปกรณ์เมื่อปรับใบปรับลมแล้วต้องขันล็อกให้แน่นสนิทไม่ให้เกิดเสียงอันเนื่องมาจากการกระพือหรือหลวม

Vendor List

Brand	Country
- Price	USA
- Honeywell	USA
- or Equivalent	

หมวดที่ 42150

การทำความสะอาดและการตกแต่ง

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผิวของวัสดุที่เป็นโลหะที่พ่นหรือทาสีมาจากโรงงานถ้ามีรอยชำรุดสีลอกจะต้องทำการซ่อมสีให้เรียบร้อย
- 1.2 ผิวงานของวัสดุที่ไม่ได้พ่นหรือทาสีมาจากโรงงานจะต้องทำการพ่นและแต่งสีหน้างาน

2. การทาสี และพ่นสี

- 2.1 ผิวส่วนที่เป็นโลหะของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องทาหรือพ่นสีซึ่งอาจจำแนกได้ดังนี้
 - การพ่นสีเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน (Factory Painting) ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ทุกชนิดตามมาตรฐานของผู้ผลิตจะต้องพ่นสีเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน
 - ผิวส่วนใดที่เสียหายหรือบุบจะต้องซ่อม และตกแต่งให้สวยงามเข้ากับสีเดิม
- 2.2 การพ่นสีหรือทาสีในสถานที่ติดตั้ง (Field Painting) ผิวของวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้จะต้องได้รับการพ่นหรือทาสี
 - ชิ้นส่วนของ Cooling Tower ที่ระบุว่าจะต้องพ่นหรือทาสีเอง
 - ที่รองรับที่ประกอบขึ้นใช้เอง(Shop Fabricated Supports)
 - ที่แขวนท่อลม
 - ที่รอง และแขวนท่อน้ำ
 - ท่อน้ำเติม (Make-Up Water Pipe)
 - ท่อน้ำหล่อเย็น(Condenser Water Pipe)
 - ท่อ Condensate หรือ Bleed-Off
 - วาล์วต่าง ๆ และ
 - ท่อร้อยสายไฟส่วนที่มองเห็นได้ (Exposed Conduit)

3. การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ

- 3.1 ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่นสิ่งสกปรกและสนิมโดยเก็บรักษาท่อสูงจากพื้น และปิดปลายท่อทั้งสองด้าน
- 3.2 ระหว่างการติดตั้งท่อ วาล์ว ข้อต่อ ต้องทำความสะอาดโดยไล่สิ่งสกปรกภายในออกให้หมด
- 3.3 ท่อส่วนใดที่ผ่านการทดสอบด้วยความดันแล้วให้ระบายน้ำภายในทิ้งให้หมดอุดปลายท่อทั้งสองด้านให้แน่นป้องกันฝุ่น และสิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปอีก
- 3.4 หลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจนเต็ม และ ถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และ เติมน้ำใหม่พร้อมทั้งเดินเครื่องสูบน้ำให้น้ำหมุนเวียนใน
- 3.5 ระบบหลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่ายทิ้งใสสะอาดเมื่อดูด้วยตาเปล่า ตลอดเวลาที่ล้างและทำความสะอาดเครื่อง และอุปกรณ์ที่มีที่กรองเศษผงจะต้องมีที่กรองติดตั้งอยู่และต้องถอดออกมาทำความสะอาดทุกครั้ง
- 3.6 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำครั้งสุดท้าย (Final Cleaning of Piping Systems) ให้ใช้สารเคมี Polyphosphates, Synthetic Detergents หรือของผสมระหว่างสารสองอย่างนี้เติมลงในน้ำให้มี

ความเหมาะสมแล้วสูบน้ำให้ไหลวนเวียนในระบบเพื่อขจัดคราบน้ำมันสารอัดเกลียว (Pipe Thread Compound) และสิ่งสกปรกอื่นๆ เป็นเวลาหนึ่ง หรือสองวัน หลังจากนั้นให้ระบายน้ำทิ้งเติมน้ำอ่อนที่สะอาดลงไปล้างระบบให้ทั่วอีกครั้งเสร็จแล้วต้องถอด Strainer และ Dirt Pocket ออกดูและล้างทำความสะอาดให้หมด

4. การทำความสะอาดท่อลม

- 4.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- 4.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่น หรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่นผงออกจากท่อลมให้หมด
- 4.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลมผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 42160

การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้ายผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมดให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา
- 1.2 การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วัน ๆ ละ 12 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน
- 1.3 ระบบปรับอากาศชุดใด ที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้น ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 15 วัน
- 1.4 ภายหลังการทดสอบให้ผู้รับจ้าง ยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่า ระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้ เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

2. ข้อมูลของการทดสอบ

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้งลงในแบบฟอร์มที่มี ลักษณะคล้ายกับแบบมาตรฐานของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนิน
- 2.2 แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจน
- 2.3 ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน
- 2.4 ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจาก เครื่องวัดโดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของ เครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใด บันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขีดลบออกโดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น
- 2.5 หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของ ผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

3. การทดสอบระบบทำความเย็น

- 3.1 ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็น และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่อง โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการที่ผู้ทำ เครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างดีเคร่งครัด
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่องตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมทั่วไป และระบบควบคุมความปลอดภัยต่างๆ รวมทั้ง กำลังไฟฟ้าที่ใช้
- 3.3 เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ได้ระดับท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่องต้องมีการรองรับเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึง หรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางลม และบันทึก

ลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานของผู้ทำ

- 3.4 อุปกรณ์ปรับสภาวะน้ำ ให้ทำการทดสอบเกี่ยวกับอัตราการไหล การวิเคราะห์สภาวะ ของน้ำ แล้วทำการปรับแต่งให้ได้ตามที่กำหนดไว้
- 3.5 Cooling Tower ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะในการระบายความร้อน และจำนวนน้ำที่ต้อง Bleed-Off ในแต่ละครั้งภายหลังการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดถังรองรับน้ำให้สะอาดปราศจากตะกอน และโคลนตกก่อนการส่งมอบงาน

4. การทดสอบระบบท่อน้ำ

- 4.1 ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำ ตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนด การจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 4.2 การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาและอนุมัติของผู้คุมงาน
- 4.3 การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้คุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย
- 4.4 ท่อน้ำและอุปกรณ์ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งานแต่ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- 4.5 ท่อน้ำทั้งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- 4.6 หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่ว และซ่อมแซมแล้วทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
- 4.7 รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อและเทปพันเกลียวใหม่รอยรั่วที่รอยเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่

5. การปรับปริมาณน้ำ

- 5.1 ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้าง ต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบ และที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการอยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จากที่ระบุไว้ในแบบ และรายการอุปกรณ์
- 5.2 การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำ ให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และเทียบกับ Pump Curve ของผู้ผลิต
- 5.3 วาล์วปรับปริมาณน้ำ (Balancing Valve) หลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว
- 5.4 ออริฟิส หรือ Flow Meter ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 5.5 การทดสอบปริมาณน้ำเย็นที่ไหลเข้าคอยล์ของเครื่องเป่าลมเย็นแต่ละตัวให้ใช้วิธีวัดจาก Balancing Valve โดยใช้มิเตอร์เฉพาะกรณีที่มีการติดตั้งมาตรวัดความดันเข้า-ออก คอยล์ก็ให้บันทึกความดันที่ลดลง แล้วตรวจสอบกับผู้ผลิตคอยล์ว่าปริมาณน้ำไหลเข้าถูกต้องตามต้องการ

6. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- 6.1 ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบ งานต้องได้รับการทดสอบปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามความต้องการปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% ของปริมาณลมที่ระบุในแบบ
- 6.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 6.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง
- 6.4 ระบบกระจายลมจะต้องไม่ทำให้เกิด Draft หรือเสียงดังเกินกว่า Noise Criteria สำหรับลักษณะการใช้งานของแต่ละห้อง

7. อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

- 7.1 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศจะต้องได้รับการปรับ หรือ ตั้งตามเงื่อนไข หรือ ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบผู้รับจ้างทำการตรวจสอบระบบควบคุมแล้วทำรายงานถึงผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษรภายหลังจากวันตรวจมอบงานแล้วหนึ่งเดือนสามเดือน แปด เดือน และสิบเอ็ด เดือน ตามลำดับรวม 4 ครั้ง

หมวดที่ 42170 การป้องกันไฟ และควันลาม

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 โดยทั่วไป การป้องกันไฟ และควันลามต้องเป็นตามหัวข้อ 300-21 ของ NED และ ASTM
- 1.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้ง วัสดุ หรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันตามช่องเปิดของท่อต่างๆ ซึ่งผ่านแนวนิ่งกันไฟและพื้นทุกชั้น
- 1.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ ULรับรอง
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือเกิดเพลิงไหม้ สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
 - ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดีและติดตั้งง่าย
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อน หรือหลังเกิดเพลิงไหม้
- 1.4 การติดตั้ง
 - ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง หรือพื้นห้อง หรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์ หรือวัสดุป้องกันไฟ และควันลาม
 - การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต อุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว
 - ช่องเปิดทุกช่องสำหรับท่อต่าง ๆ ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตต้องหุ้มปิดไว้ด้วยวัสดุป้องกันไฟ และควันลามด้วย

2. ระบบระบายควัน (Smoke Extract)

- 2.1 เมื่อเกิดไฟไหม้พัดลมดูดอากาศ Smoke Extract Fan จะทำงานโดยอัตโนมัติ โดย อาศัยสัญญาณจาก Fire Alarm ควันไฟจะถูกระบายออกจนหมด
- 2.2 พัดลมจะหยุดการทำงานเมื่อมีคนไปปิดเท่านั้น
- 2.3 สายไฟจ่าย Smoke Exhaust ทั้งหมดเป็นสายกันไฟ
- 2.4 Smoke Fan จะเป็นชนิด Class D ตาม BS 7346 : PART 2 : 1990
- 2.5 พัดลมทั้งชุดขับเคลื่อนและ Motor จะต้องประกอบสำเร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.6 พัดลมทุกตัวต้องได้รับการรับรอง Performance Test Certificated จาก Warrington Fire Research หรือ UL หรือสถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับ

หมวดที่ 42180 การสั่นสะเทือน และเสียง

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 เครื่องจักรกลทุกชิ้นของระบบปรับอากาศ จะต้องได้รับการติดตั้งบนตัวกันสะเทือน ตามที่ระบุไว้ในของแบบ เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน และเสียงไปตามโครงสร้าง ของอาคารการเลือกขนาดของแท่นกันสะเทือนต้องเหมาะสมกับการกระจายน้ำหนัก (Weight Distribution) ของเครื่องจักรกลที่เสนอเพื่อทำให้เกิด Static Deflection อย่างสม่ำเสมอตามต้องการ
- 1.2 ถ้าในแบบไม่ได้กำหนดชนิดของตัวกันสะเทือน ให้ใช้ตัวกันสะเทือนตามที่แสดงต่อไปนี้

2. แท่น และตัวกันสะเทือนของเครื่องทำความเย็น

- 2.1 ตัวแท่นต้องเป็นคอนกรีตหล่อสูงจากพื้นขึ้นมาตามที่ทำเครื่องทำความเย็นแนะนำ
- 2.2 หากเป็นเครื่องที่ติดตั้งอยู่ ณ ชั้นใต้ดินของอาคารให้ใช้ตัวกันสะเทือน Rubber - In - Shear ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับที่ใช้บนเครื่องเป่าลมเย็นชนิดตั้งพื้นตามข้อ 18.1.5
- 2.3 ถ้าเครื่องทำความเย็นนั้นติดตั้งอยู่ ณ ชั้นอื่นๆ ที่มีใช้ชั้นใต้ดินของตัวอาคารแล้วตัวกันสะเทือนต้องเป็นแบบขดสปริงอยู่ใน Housing เพื่อป้องกันการเกิด Binding ของสปริงทางด้านข้าง ด้านบนของตัวกันสะเทือนต้องมีที่ปรับระดับ และตัวกันมิให้ขดสปริงยืดหรือหดตัวไม่ว่าน้ำหนักขณะใช้งานของเครื่องทำความเย็นจะแปรเปลี่ยน ไปอย่างไร ส่วนด้านล่างซึ่งสัมผัสกับพื้นต้องเป็นแผ่น Neoprene Friction Pad เพื่อกันการเคลื่อนที่ของตัวเครื่อง การติดตั้งให้ตามคำแนะนำทั้งของผู้ผลิตเครื่อง และผู้ทำตัวกันสะเทือนโดยเคร่งครัด

3. แท่น และตัวกันสะเทือนของเครื่องสูบน้ำ

- 3.1 ลักษณะของแท่นประกอบด้วยฐานคอนกรีตเสริมเหล็กกรุปลีเหล็มน้ำมันผ้า ซึ่งรองรับไว้ ให้ลอยอยู่กับที่ด้วยตัวกันสะเทือนแบบขดสปริงขนาดของฐานคอนกรีตต้องใหญ่พอ ที่จะรองรับข้องอ ท่อน้ำส่วนที่ต่อเข้ากับด้านดูดและด้านส่งของเครื่องสูบน้ำได้ และ ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว แต่ไม่เกิน 12 นิ้วยกเว้น ผู้ทำตัวกันสะเทือนจะ แนะนำ ให้ใช้แท่นคอนกรีตหนากว่านี้เพื่อเพิ่มมวลและความมั่นคงในการรองรับ
- 3.2 การหล่อฐานคอนกรีต ให้ใช้เหล็กโครงสร้างรูปตัว I หรือตัว C คาตรัดโดยรอบ แล้ววางเหล็กเสริม ซึ่งอาจใช้เหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว หรือเหล็ก ฉากขนาด 1/2 นิ้ว เชื่อมสายกันเป็นตาข่ายทุก ๆ 6 นิ้ว ชั้นของเหล็กเสริมนี้วางห่างจากผิวด้านล่างของตัวฐานประมาณ 1 1/2 นิ้ว
- 3.3 ขดสปริงที่ใช้ต้องเป็นแบบ Free Standing และมีความสมดุลย์ทางด้านข้างโดยไม่ต้องใช้ Housing ด้านล่างของสปริงต้องเป็นแบบแผ่น Neoprene Friction Pad เพื่อกันแท่นเลื่อนการยืดขดสปริงให้ติดกับฐานคอนกรีตให้ใช้ Height Saving Bracket เพื่อให้ส่วนล่างของฐานอยู่สูงจากพื้นห้องประมาณ 1 นิ้ว

4. แท่น Cooling Tower

- 4.1 ตัวแท่นต้องเป็นคอนกรีต ขนาด และจำนวนของแท่นต้องเป็นไปตามที่ผู้ทำ Cooling Tower แนะนำ เพื่อให้ตัว Tower ตั้งได้ระดับ

5. ตัวกันสะเทือนเครื่องเป่าลมเย็น

- 5.1 เครื่องเป่าลมเย็นแบบตั้งพื้น ให้ร่อนหนุนใต้เครื่องด้วยตัวกันสะเทือนแบบ Rubber-In- Shear หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าซึ่งสามารถทนต่อการกัดกร่อนของน้ำมันได้ ผิวด้านบนและด้านล่างของตัวกันสะเทือนต้องมีลักษณะเป็น Friction Pad เพื่อตรึงเครื่องให้อยู่กับที่โดยไม่ต้องใช้สลักเกลียวยึด
- 5.2 เครื่องเป่าลมเย็นแบบแขวนด้านบนของเหล็กแขวนเครื่องส่วนที่ยึดติดกับเพดาน ให้ใช้ตัวกันสะเทือนแบบที่มี Rubber-In-Shear และขดสปริงอยู่ใน Hanger Box เดียวกันรู้ด้านล่างของ Hanger Box ส่วนที่ก้านเหล็กแขวนสามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้บ้างโดยไม่ต้องแตะถูกขอบรูอันจะทำให้เกิดการลัดวงจรของแรงสั่นสะเทือนผ่านขดสปริง

6. ตัวกันสะเทือนสำหรับอุปกรณ์อื่นๆ

- 6.1 ท่อน้ำที่ต่อเข้ากับเครื่องทำความเย็นและเครื่องสูบน้ำ ไม่ว่าจะเป็นท่อน้ำเข้า หรือท่อน้ำออกให้ใช้ตัวกันสะเทือนแบบเดียวกับในข้อ 18.5.2 ทำการแขวนท่อให้ติดกับเพดานห่างออกมาจากเครื่องจักรกลนั้น ๆ เส้นท่อละไม่น้อยกว่า 3 จุด ภายหลังจากนั้นจึงเปลี่ยนไปใช้ที่แขวนท่อแบบไม่มีตัวกันสะเทือน
- 6.2 ท่อน้ำที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือผนัง ให้ทำการเดินท่อผ่าน Sleeve ซึ่งมีแผ่น Neoprene หนาไม่น้อยกว่า 3/4" อัดไว้โดยรอบตัว Sleeve นี้ต้องยาวยื่นออกมาจากผิวหน้าทั้งสองข้างของผนัง หรือพื้นไม่น้อยกว่า ด้านละ 1"
- 6.3 ท่อร้อยสายไฟที่ต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า สายไฟที่เดินออกจากกล่องต่อสายของมอเตอร์ ให้ร้อยผ่านท่อร้อยสายแบบ Water Proof Flexible Conduit
- 6.4 ท่อลมที่ผ่านกำแพงหรือพื้นท่อลมเมื่อเดินผ่าน Sleeve ที่กำแพงหรือพื้นแล้วต้องอัดโดยรอบด้วยใยแก้วให้แน่นปิดด้วยปลอกที่ไม่ยึดแน่นกับตัวท่อลมอีกทีหนึ่ง
- 6.5 การลดเสียงผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Sound Attenuator เพื่อลดเสียงของเครื่องเป่าลมเย็น และพัดลมทุกตัวให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดโดยต้องแสดงการคำนวณมาเพื่อขออนุมัติ

7. ตัวป้องกันเสียงดังรบกวนภายในห้องเครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่

- 7.1 ผนังและเพดานห้องเครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ทุกห้องต้องติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 2" (DENSITY 3lb/ ft³) พร้อมหุ้มทับด้วยผ้าแก้วใยสังเคราะห์แล้วยึดด้วย PIN พลาสติกทุก ๆ ระยะ 30 cm.

หมวดที่ 42190 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ / หรือการทาสี ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
- 1.2 วิธีการทาสี ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักรอุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากการซ่อมแซม ชัดถู และทาสี ให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และดำเนินต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอม จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
 - ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น
- 2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็กให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทรายแล้วเช็ดด้วยน้ำมันสนห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาดแล้วจึงทาสีรองพื้น
- 2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสีให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น
- 2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติกทองเหลืองให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาสีหรือพ่นสี

- 3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องใช้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้
- 3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ
 - สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
 - สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสี ที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม
- 3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางแสดงประเภทและชนิดของสี

4. ตารางแสดงประเภทหรือชนิดของสี

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
Black Steel Pipe Black Steel Hanger & Support Black Steel Sheet Switch Board, Panel Board ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet	ชั้นที่ 1 Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
Galvanized Steel Pipe Galvanized Steel Hange & Support Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสีให้ใช้สี ทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
Pvc. Pipe Plastic Pipe	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber
Cast Iron Pipe รวมถึงท่อใต้ดินด้วย	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy
Copper Tube Stainless Steel Pipe Stainless Steel Sheet Aluminium Steel Pipe Aluminium Steel Sheet Light Alloy Lead Conduit Clamp	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd
Closed Cell Foam Plastic ใช้แถบสีแสดงรหัสสี		

หมายเหตุ : ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขีดหรือ
การทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อยกเว้นถ้าท่อนั้นๆ มีการหุ้มฉนวนให้ทาเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

5.2 ในระบบไฟฟ้าให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น

5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้

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

5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทางกำหนดเป็น ดังนี้

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

5.5 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 4

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
----------	------------	----------	--------	-----------

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

หมายเหตุ : ที่มีปรากฏแก่สายตา และมีได้ระบุรหัสสี ให้ใช้ประเภทหรือชนิด ของสีตาม ตารางข้อ 4 ส่วนรหัสของสีที่บ่งชี้ให้เป็นไปตามสีของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

หมวดที่ 42200 ระบบจัดการอุปกรณ์เครื่องทำความเย็น (CPM)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติครอบคลุมถึงรายละเอียดการจัดหาและติดตั้งระบบควบคุม และการจัดการอาคาร และระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็น (CPM : Chiller Plant Manager) ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้
- 1.2 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ จะต้องจัดหา ติดตั้ง ทดสอบและตกแต่งระบบโดยผู้รับจ้างที่เชี่ยวชาญงาน CPM โดยเฉพาะ
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องมีผลงานการติดตั้งที่ดี และมีผลงานเป็นที่ยอมรับของเจ้าของโครงการ
- 1.4 ระบบ CPM ต้องยินยอมให้ผู้ควบคุมระบบสามารถเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมและเปลี่ยนแปลงสูตรการคำนวณต่างๆ ได้
- 1.5 ระบบ CPM ของอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศจะต้องสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกับระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ BAS (ระบบหลัก) ของอาคารได้เพื่อให้สามารถตรวจสอบควบคุมระบบต่างๆ ได้ โดยผ่านทาง LAN PORT TCP/IP

2. ขอบเขตของงาน

- 2.1 ระบบควบคุม CPM ที่กำหนดรายละเอียดในข้อกำหนดนี้ จะต้องสามารถประมวลผลการทำงานของระบบต่าง ๆ ได้ โดยอย่างน้อยจะต้องสามารถตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ , สัญญาณเตือนการทำงานเมื่อมีข้อผิดพลาด, การจัดการบริหารการใช้พลังงาน, เก็บข้อมูลการใช้งานต่าง ๆ ได้
- 2.2 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์หลักดังนี้
 - 2.2.1 คอนโซลสำหรับพลังงานควบคุม (Operator Console or Work Station) ซึ่งประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง (Central processing Unit : CPU.), แป้นพิมพ์ (Keyboard), จอแสดงผล (Monitor), เมาส์ (Mouse) พร้อมทั้ง Hardware ที่จำเป็นอื่น ๆ จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.2 อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งชุด Work Station ประกอบด้วย โต๊ะคอมพิวเตอร์ที่สามารถรองรับ อุปกรณ์ต่างๆ ได้ครบครัน และเก้าอี้ทำงาน จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.3 เครื่องพิมพ์ข้อมูล(Printer) สำหรับการทำงานในสภาวะปกติและการแจ้งเตือนเหตุขัดข้อง จำนวน 2 ชุด
 - 2.2.4 เครื่องสำรองไฟ UPS. (Uninterrupted Power Supply) สำหรับการสำรองพลังงานไฟฟ้าของระบบเมื่อเกิดไฟฟ้าขัดข้องมีขนาดเพียงพอสำหรับจ่ายไฟฟ้าให้ Work Station, RPU. และ อุปกรณ์ที่จำเป็นต่างๆในระบบ
 - 2.2.5 หน่วยควบคุมอุปกรณ์ (Remote Processing Unit: RPU.) ประกอบด้วย Microprocessor, แบตเตอรี่และฟังก์ชันการวัดต่าง ๆ ตามจำนวนที่แสดงในแบบ
 - 2.2.6 อุปกรณ์ประกอบต่างๆ เช่น Sensor, Transducer, Repeater สำหรับการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ, ระบบสุขาภิบาล, ระบบไฟฟ้า, ระบบป้องกันน้ำท่วม เป็นต้น รวมทั้งประสานงานกับผู้รับจ้างระบบอื่น ๆ ในการติดตั้ง

- 2.2.7 สายควบคุมจาก CPU หรือ Work Station ไปยัง RPU. และสายจาก RPU. ไปยังอุปกรณ์ (Device) ต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เช่น ท่อร้อยสาย (Conduit) และรางเดินสายไฟ (Wireway)
- 2.2.8 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมชุด Hand-Held Terminal สำหรับใช้ติดต่อกับ RPU. และอุปกรณ์ DDC ต่างๆ ได้จำนวน 1 ชุด ให้กับอาคาร
- 2.2.9 Software และ Hardware ที่จำเป็นสำหรับการสร้างภาพกราฟิกต่าง ๆ เช่น แบบแปลน, แบบ Single line, แบบ Riser เป็นต้น โดยให้รวมอยู่ในราคาทั้งหมด
- 2.2.10 ผู้รับจ้างต้องจัดทำข้อเสนอทางเทคนิคโดยละเอียด โดยเปรียบเทียบกับข้อกำหนดที่ผู้ว่าจ้างต้องการกับคุณสมบัติของระบบ BAS / CPM ที่เสนอมานำตรงตามข้อกำหนดหรือต่างไปจากข้อกำหนดอย่างไรบ้าง นอกจากนั้นผู้รับจ้างสามารถที่จะเสนออุปกรณ์อื่นที่เป็นการเพื่อเลือก (Option) ให้กับผู้ว่าจ้างได้ เพื่อให้ระบบ BAS / CPM มีความสามารถและความสมบูรณ์เพิ่มขึ้น
- 2.2.11 จัดทำรายละเอียดการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดและโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ BAS / CPM ตามที่แสดงใน Point Schedule เสนอต่อผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อและติดตั้ง
- 2.2.12 จัดทำ Flow Chart และแสดงการควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัวพร้อมทั้งการตั้งค่าและสูตรที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์เสนอต่อผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้งและเขียน Software

3. อุปกรณ์ของระบบ (System Equipment)

- 3.1 ระบบ CPM ของอาคารใช้ในการควบคุม (Control), แจ้งเหตุขัดข้อง (Alarm), แสดงสถานการณ์ทำงาน (Status), และควบคุมบริหารการใช้พลังงาน (Energy Management) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง, ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ, ระบบสุขาภิบาล ฯลฯ ระบบ BAS / CPM ที่เลือกใช้อย่างน้อยต้องเป็นแบบ Microprocessor Based System ชนิด Modular Unit ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุมต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ นอกจากนั้นการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ควบคุมให้เป็นระบบ Multiplex โดยใช้สายเพียงคู่เดียวและเป็นระบบ Peer to Peer เมื่อมีส่วนหนึ่งส่วนใดทำงานไม่ได้ ส่วนที่เหลือยังคงทำงานและสื่อสารกันเองได้ โดยมีส่วนประกอบของระบบที่จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป
- 3.2 คอนโซลสำหรับพนักงานควบคุม (Operator Console or Work Station) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับ เช่น HP, IBM, Compaq, Dell หรือเทียบเท่าโดยเป็นรุ่นล่าสุดในขณะนั้น (ช่วงส่งขออนุมัติวัสดุจากผู้ว่าจ้าง) ประกอบด้วยหน่วยประมวลผล (CPU.), แป้นพิมพ์ (Keyboard), จอแสดงผล (Monitor), เมาส์ (Mouse), เครื่องพิมพ์ (Printer), โปรแกรม (Software) พร้อมทั้งโต๊ะคอมพิวเตอร์สำหรับวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดและเก้าอี้สำหรับพนักงานควบคุม โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้
 - Workstation PC สามารถใช้ระบบปฏิบัติการ Windows sever รุ่นล่าสุด โดยใช้ได้ทั้ง รุ่น 32 bit และ 64 bit
 - CPU ไม่น้อยกว่า Intel Core i7 4แกนประมวลผล, ความเร็ว 3.5 GHz ขึ้นไปหรือรุ่นล่าสุด. หน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า DDR5 16GB
 - มีหน่วยแสดงผลกราฟฟิคพร้อมหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 GB (ไม่รวมกับหน่วยความจำหลัก)

- มี Hard Disk Drive แบบไม่น้อยกว่า Raid 1 (Mirror) Saga II ขนาด 3 TB 2 Sets
- มี DVD-RW จำนวน 1 ชุด
- มี Port เชื่อมต่อภายนอกไม่น้อยกว่า ดังนี้

• 1000/100/10 Base TX Ethernet	1	Part
• USB 2-0	4	Part
• Serial	1	Part
• Parallel	1	Part
- ชุดแป้นพิมพ์ภาษาไทย/อังกฤษ พร้อมเมาส์ 1 ชุด
- จอแสดงผล (Monitor) เป็นชนิด LED จอสีขนาดไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว
- เครื่องพิมพ์ (Printer) ชนิด Dot Matrix จำนวน 1 เครื่อง สำหรับการพิมพ์สภาวะการใช้งานและการแจ้งเหตุผิดปกติต่าง ๆ (Alarm) เครื่องพิมพ์เป็นระบบ 24 เข็ม หน้ากว้างประมาณ 9 นิ้ว และมีความเร็วในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 160 ตัวอักษรต่อวินาที พร้อมกับกระดาษต่อเนื่อง 1 กล่องประมาณ 2,000 หน้า และตลับผ้าพิมพ์ (Ribbon) 2 ชุด
- เครื่องพิมพ์สี (Color Printer) ชนิดฉีดพ่นสี (Inkjet) จำนวน 1 เครื่อง ชนิดหมึกแยกตลับสำหรับใช้ในการพิมพ์เอกสารอื่น ๆ ทั่วไป สามารถใช้ได้กับกระดาษมาตรฐาน A4 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1200x1200 dpi และความเร็วในการพิมพ์สีไม่น้อยกว่า 20 แผ่นต่อนาที
- เครื่องสำรองไฟ UPS. จำนวน 1 เครื่อง เป็นชนิด On-Line Stabilizer และสามารถใช้งานใน Mode Standby ได้ ขนาดของเครื่องไม่น้อยกว่า 1000 VA. (หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ CPM.) ทดสอบที่ Load Factor 0.8-1.0 Leading to Lagging สามารถรับแรงดันไฟฟ้า AC Input 220V 50Hz และทำงานได้อย่างต่อเนื่องภายในช่วงแรงดัน 187-253V. และมีแรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง 215-225V. เมื่อ Load คงที่และแรงดันขาออกเป็น Pure Sine Wave มี Total Harmonic Distortion ไม่เกิน 7% แบตเตอรี่ที่ใช้เป็น Maintenance Free สามารถจ่ายไฟได้อย่างต่อเนื่องเมื่อไฟฟ้ามดับเป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมงติดต่อกัน (ที่ Full Load) พร้อมทั้งมีสัญญาณไฟ (Indicator Lamp) แจ้งเมื่อแบตเตอรี่ต่ำและเมื่อ Inverter ทำงาน
- เครื่องสำรองไฟ UPS จำนวน 1 เครื่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 1000 VA In put / Out put ใช้ AC 220V 50 Hz สามารถจ่ายไฟจากเบรกเกอร์ได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 30 นาที (สำหรับเครื่อง Workstation PC) พร้อมระบบ Stabilizer และ AVR มี Port และ Cable เชื่อมต่อกับ PC พร้อม Status Monitor Software เพื่อตรวจสอบ UPS

3.3 หน่วยควบคุมอุปกรณ์ (Remote Processing Unit: RPU.)

หน่วยควบคุมอุปกรณ์ประกอบด้วย Microprocessor พร้อม Software ภายในโดยเก็บไว้ที่ EPROM และมีหน่วยความจำ(RAM) พร้อม Battery Backup ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 2 ปี ภายในใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ตามคำสั่งของ CPU. โดย RPU. มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นระบบ DDC (Direct Digital Control) ชนิด Stand Alone สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง แม้จะขาดการติดต่อกับ CPU. (Network Failure)

- RPU. สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ระหว่าง RPU. แม้ว่าจะมีส่วนหนึ่งเสีย ส่วนที่เหลือยังคงทำงานและสื่อสารกันได้ (Peer to Peer Communication)
- ในกรณีที่ไฟฟ้าดับและใช้ Battery Backup จนหมด RPU. จะต้องสามารถจำค่า Setting ต่าง ๆ และค่าสั่งสุดท้ายได้
- RPU. จะต้องมีความสามารถในการทำงานสอดคล้องกับการเชื่อมต่อ INPUT/OUTPUT ต่าง ๆ ดังนี้

INPUT

OUTPUT

- | | |
|--------------------------|--|
| - Analog 4-20 mA. | - Analog 4-20 mA. |
| - Analog 0-10 V. | - Analog 0-10 V. |
| - Dry Contact (NO or NC) | - Dry Contact (NO or NC) |
| - Override Switch | - Momentary - Pulsed and
Mechanically Latched |
| - Photocell Contact | |
| - Transducer and Sensor | |
| - etc. | |
- RPU. จะต้องสามารถใช้ได้กับไฟฟ้า 24 VAC, 50 Hz พร้อมกับการป้องกันการ Overload ภายในตัว
 - เครื่องแปลงไฟ (Transformer) ที่ใช้สำหรับแปลงไฟฟ้าจาก 220 VAC. เป็น 24 VAC. เพื่อป้อนให้กับ RPU. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาเอง

3.4 Sensors, Transducer and Operating Device

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ Sensors, Transducers, Transmitters และ Relay ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการควบคุม CPM/BAS. ตามที่ระบุใน Point Schedule โดยรายละเอียดอุปกรณ์มีดังนี้

- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศ, น้ำ เป็นชนิด Thermal Thermistor สามารถใช้งานที่อุณหภูมิ -10°F ถึง 220°F มีความแม่นยำสูงโดยมีความเที่ยงตรงไม่น้อยกว่า $\pm 0.5^{\circ}\text{F}$ ทำด้วย Stainless Steel ความยาวไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ส่งสัญญาณ Output เป็น 4-20 mA. หรือ 0-10 V. การใช้งานแต่ละประเภทเป็นดังนี้
 - การติดตั้งในท่อน้ำจะต้องใช้ Thermowell เป็นชนิดชั้นเกลียวขนาด 1/2" ติดตั้งที่ท่อน้ำและรับแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 150 PSI. โดยไม่มีการรั่วซึม
 - การติดตั้งในท่อลม จะต้องสอดเข้าไปในท่อลมถึงกึ่งกลางท่อลมหรือมีความยาวของ Thermistor ไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว

- การติดตั้งนอกอาคาร (Outdoor Sensor) จะต้องติดตั้งในแนวนอนพร้อมกับปลอกที่มีช่องระบายอากาศและ Clamp ต่าง ๆ ต้องเป็น Stainless
- แบบติดตั้ง (Room Type) เป็นรุ่นที่สร้างขึ้นสำหรับการติดตั้งบนผนังพร้อมกับมีฝาครอบและก้านปรับอุณหภูมิรวมทั้งมีตำแหน่งบอกอุณหภูมิห้อง
- อุปกรณ์วัดความชื้น (Humidity Sensor) สำหรับวัดความชื้นอากาศภายนอกอาคารสามารถวัดความชื้นได้ 0-95% มีความแม่นยำ (Accuracy) $\pm 3\%$ ที่อุณหภูมิ 77°F ส่งสัญญาณ Output เป็น 4-20 mA. หรือ 0-10 V. มีความยาวของ Sensor Probe ไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ทำด้วย Stainless ออกแบบมาสำหรับการติดตั้งภายนอกอาคารโดยเฉพาะ การติดตั้งให้ติดตั้งในแนวนอนพร้อมกับปลอกที่มีการระบายอากาศ และ Clamp ต่อต่าง ๆ ที่เป็น Stainless
- อุปกรณ์วัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide Sensor) สำหรับวัดคุณภาพอากาศสามารถวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศได้ในช่วง 0-2000 PPM มีความแม่นยำ (Accuracy) ± 75 PPM ส่งสัญญาณ Output เป็น 4-20 mA. หรือ 0-10 V. และมีความสามารถในการวัดไม่เกิน 30 วินาที (Response Time) และให้จัดเตรียมชุด Calibration Kit ให้ 1 ชุด
- อุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Switch : DPS.) ให้สำหรับวัดค่าความดันแตกต่างด้าน Upstream และ Downstream ของของไหลเพื่อตรวจสอบว่าการไหลของของไหลหรือไม่มีสัญญาณ Output เป็น Dry Contact หรือ SPDT Snap Acting ซึ่งมีรายละเอียดของการใช้ดังนี้
 - DPS. ที่ใช้กับน้ำ เช่นการติดตั้งที่ Chiller, Pump จะต้องเป็นชนิดกันน้ำและทำจาก Stainless Steel เพื่อป้องกันการกัดกร่อนสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 150 PSIG และทำงานที่ค่าความดัน 5-50 PSID. สามารถปรับตั้งความดันแตกต่างได้โดยไม่ต้องถอดฝาเครื่อง
 - DPS. ที่ใช้กับอากาศ เช่น การติดตั้งที่ท่อลม, การตรวจสอบ Air Filter การตรวจสอบพัดลมของ Cooling Tower สามารถทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 12 นิ้วน้ำ และทำงานที่ค่าความดันระหว่าง 0.5-2.00 นิ้วน้ำ สามารถปรับตั้งได้โดยไม่ต้องถอดฝาเครื่อง
- อุปกรณ์วัดค่าความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transducer : DPT.) ใช้สำหรับวัดค่าความดันแตกต่างของน้ำเช่นเดียวกับ DPS. แต่วัดค่า Output เป็น Analog 4-20 mA. หรือ 0-10 V. มีความแม่นยำ (Accuracy) $\pm 0.4\%$ และ Response Time 30 MSEC. DPT. ที่ใช้ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 150 PSI และทำงานที่ค่าความดันในช่วง 0-30 PSID. ทำด้วย Stainless Steel และเป็นชนิดกันน้ำ
- อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำ (Water Flow Transducer) ใช้สำหรับวัดค่าอัตราการไหลของน้ำเป็นชนิดกันน้ำ ทำด้วย Stainless Steel สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 150 PSI ส่งสัญญาณ Output เป็น Analog 4-20 mA. หรือ 0-10 V. มีความแม่นยำ (Accuracy) $\pm 2\%$ มีค่าความดันลดไม่เกิน 2.5 PSI. จุดติดตั้งจะต้องอยู่ในจุดที่เป็น Laminar Flow โดยมีระยะห่างจากข้องอและ Valve ต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 2-5 เท่า หรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- อุปกรณ์วัดประจุไฟฟ้า (Conductivity Transducer) ใช้สำหรับการวัดค่า Conductivity ในน้ำ Condenser เป็นชนิดกันน้ำและทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 150 PSI. ส่งสัญญาณ Output

- เป็น 4-20 mA. หรือ 0-10 V. และมี SPDT Contact Relay อย่างน้อย 2 ชุด มีความแม่นยำ $\pm 3\%$ ในส่วนของ Conductivity Probe จะต้องเป็นชนิด Maintenance Free
- อุปกรณ์วัดระดับน้ำ (Level Switch) เป็นแบบ Float Operated หรือแบบ Electrode แล้วแต่ลักษณะงานที่ใช้ ซึ่งจะเปิดหน้าสัมผัสเมื่อระดับของเหลวสูงหรือต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้ มีสัญญาณ Output เป็น SPDT Contact
 - อุปกรณ์วัดค่าระดับน้ำ (Level Transducer) เป็นแบบ Flood Operated พร้อมอุปกรณ์ที่ทำด้วย Stainless Steel ซึ่งจะวัดค่าระดับน้ำตามระดับจริงมีลูกลอยอยู่ มีสัญญาณ Output เป็น Analog 4-20 mA. หรือ 0-10 V.
 - อุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้า (kW, A, V, Transducer) เป็นแบบ Linear Output สัญญาณ Output เป็น Analog 4-20 mA. หรือ 0-10 V. มีความแม่นยำ $\pm 0.2\%$ (AVG.) และ $\pm 0.5\%$ (RMS.)
 - อุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Pulse kWh Transducer) สำหรับวัดค่าการใช้ไฟฟ้าเป็น kWh มีสัญญาณ Output เป็น Analog 4-20 mA. หรือ 0-10 V. มีความแม่นยำ $\pm 0.2\%$ (AVG.) และ $\pm 0.5\%$ (RMS.)
 - อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิด (Control Relay) สำหรับใช้ควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นแบบ SPDT หรือ Momentary On/Off Push-Button Electronic Type ติดตั้งในตัว Starter
 - อุปกรณ์เชื่อมต่อกับระบบอื่น (Interface Controller) ใช้สำหรับการรับส่งสัญญาณข้อมูลระหว่าง BAS. กับอุปกรณ์ Electronic ต่าง ๆ เช่น Digital Power Meter, Two-Wire Remote Lighting, Variable Speed Drive (VSD.), Fire Alarm Control หรือ Chiller Plant Manager (กรณีที่เป็นคนละผลิตภัณฑ์กับ Chiller) โดยมีการเชื่อมต่อด้วย RS-232 หรือ RS-485 Module BAS.

3.5 สายควบคุมและการต่อสาย

- สายควบคุมระหว่าง CPU และ RPU ให้ใช้สาย Multicore with Shielded.
- สายควบคุมระหว่าง RPU และ RPU ให้ใช้สาย Twisted Pair with Shielded.
- สายควบคุมระหว่าง RPU และ Analog Device ให้ใช้สาย Twisted Pair with Shield
- สายควบคุมระหว่าง RPU และ Digital Device ให้ใช้สาย CW
- การต่อสายให้ใช้ Male & Female Spade

4 โปรแกรมของระบบ (System Software)

- 4.1 โปรแกรมหลักของระบบ (Operating System) จะต้องไม่น้อยกว่า Microsoft Windows 2000 Server ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีเสถียรภาพ (Stability) และจัดเตรียมโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ เช่น โปรแกรมกราฟฟิคต่างๆ, โปรแกรม Microsoft Offices, โปรแกรม AutoCAD Version 2002 และโปรแกรมอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งาน
- 4.2 โปรแกรมสำหรับสั่งการโดยเฉพาะของระบบ BAS / CPM (Operating Interface Software) มีการทำงานโดยใช้ระบบ Graphic User Interface (GUI.) สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Windows ได้เป็นอย่างดี โดยการสั่งการผ่าน Mouse และ Keyboard โดยโปรแกรมที่จะต้องมีความสามารถอย่างน้อยดังนี้

- การจัดรหัสป้องกันหลายระดับ (Multiple Level Password Protection) ในการเข้าถึงโปรแกรมของระบบ จะต้องจัดเตรียมรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบหรือผู้ใช้งานได้หลายระดับ ซึ่งแต่ละระดับจะสามารถใช้งานได้ตามความสำคัญแต่ละระดับ ดังนี้
 - Level 1: สำหรับผู้ใช้งานประจำวันตรวจสอบได้จากหน้าจอเท่านั้น
 - Level 2: Level 1 + สามารถ Override การทำงานของระบบได้
 - Level 3: Level 2 + สามารถแก้ไขฐานข้อมูลได้
 - Level 4: Level 3 + สามารถสร้างฐานข้อมูลและแก้ไขโปรแกรมได้
 - Level 5: Level 4 + สามารถกำหนดและแก้ไขรหัสป้องกัน (Password) ได้
- การเข้ารหัสป้องกันของระบบจะต้องสามารถกำหนดได้ไม่น้อยกว่า 50 รหัส เจ้าหน้าที่ควบคุมแต่ละคนสามารถใช้คำสั่งในแต่ละระดับของ Password ได้ ซึ่งรวมถึงหน้าจอ Monitor, Hard-Held Terminal และตู้ RPU. ตามจุดต่าง ๆ โดยการเข้าไปแก้ไขทุกครั้งจะต้องผ่านโดยการเข้ารหัสเท่านั้น
- ภาพกราฟฟิค (Graphic) โปรแกรมจะต้องสามารถสร้างภาพกราฟฟิคต่าง ๆ ได้ซึ่งอาจเป็นภาพ 2 มิติหรือ 3 มิติ (2D or 3D) สำหรับแสดงรูปอาคารหรืออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต และสามารถเขียนภาพเพิ่มได้เพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน ซึ่งลักษณะการแสดงผลบนกราฟฟิคจะต้องมีการแสดงค่าต่าง ๆ บนกราฟฟิคนั้นและสามารถคลิกที่รูปเพื่อดูข้อมูลที่ละเอียดขึ้นได้เป็นลักษณะ "Click Box" หรือ "Combo Box" เพื่อเลือกรูปอื่น, ปรับค่า Set Point, เลือกแสดงกราฟหรือเลือกโปรแกรมอื่น ๆ นอกจากนี้ในการเข้าถึงฐานข้อมูลหรือกราฟฟิคอื่น ๆ จะใช้การเลือกแบบ "Pop-Up Menu"
- การแสดงข้อมูลเป็นตัวอักษร (User Pages) สำหรับเก็บข้อความรายละเอียดของอุปกรณ์ที่แสดงในกราฟฟิค เป็นโปรแกรมที่สัมพันธ์กับการแสดงข้อมูลจากภาพกราฟฟิค โดยข้อมูลทั้ง 2 แห่งเป็นข้อมูลตัวเดียวกัน แต่ให้แสดงเป็นตัวอักษรหรือในรูปของตารางเพื่อจะสามารถดูข้อมูลได้มากกว่าการดูจากภาพกราฟฟิค ในกรณีที่มีสัญญาณเตือน (Alarm) เกิดขึ้นให้แสดงเป็นแถบข้อมูลแจ้งเตือนแทรกขึ้นมาแทนที่ จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่รับทราบสัญญาณเตือนดังกล่าวจึงจะหายไป
- กราฟแสดงผล (Graph) เป็นโปรแกรมแสดงฐานข้อมูลในรูปของกราฟ การแสดงผลในรูปกราฟจะต้องแสดงในลักษณะที่เป็น Real Time กราฟต่าง ๆ จะถูกเก็บใน Hard Disk และสามารถเรียกข้อมูลเก่ามาดูกราฟได้
- สร้างภาพ CAD Drawing เป็นโปรแกรมสำหรับการวาดรูปต่าง ๆ สำหรับใช้กับโปรแกรมกราฟฟิค มีคำสั่งที่ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายสามารถเก็บรูปที่สร้างไว้เป็น Template File ได้ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างภาพกราฟฟิค
- รายงานผลอัตโนมัติ (Automatic Reporting) เป็นโปรแกรมสำหรับการสร้างรายงานอัตโนมัติโดยสามารถเก็บข้อมูลจากโปรแกรมอื่น ๆ ของระบบได้ ทำงานโดยการเก็บค่าต่างๆ ทุกๆ ช่วงเวลาตามที่เจ้าหน้าที่กำหนดโดยสามารถจัดเก็บลงใน Hard Disk และพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ตามเวลาที่กำหนดไว้ รวมทั้งสามารถเรียกข้อมูลย้อนหลังขึ้นมาดูได้ และสามารถนำข้อมูลมาแสดงใน Spread Sheet ของ MS. Office ได้
- สัญญาณเตือน (Alarm Handling) เป็นโปรแกรมสำหรับคอยรับสัญญาณเตือนจากระบบตลอดเวลา เมื่อมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้น โปรแกรมจะ Page up ตัวเองขึ้นมาแสดงที่หน้าจอ พร้อม

กับมีเสียงเตือนและพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์และเก็บลงใน Hard Disk เป็น Record ไว้สัญญาณเตือนจะต้องแสดงผลบนจอ Monitor จนกว่าเจ้าหน้าที่จะส่งสัญญาณรับทราบจากแป้นพิมพ์เป็น Password ให้แก่ระบบสัญญาณเตือนจึงจะหายไป

- ปฏิทินตารางเวลา (Calendar) เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างตารางเวลาการทำงานเก็บไว้เป็นมาตรฐานล่วงหน้าได้ 12 เดือน และ 365 วัน และตั้งเวลาได้ 24 ชั่วโมง โดยการตั้งเวลาของอุปกรณ์หนึ่ง ๆ สามารถใช้ในการควบคุมอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อเปิดปิดพร้อมกันได้ สามารถตั้งโปรแกรมวันหยุดล่วงหน้า เวลามาตรฐานและเวลาประจำสัปดาห์
- แลกเปลี่ยนข้อมูล (Dynamic Data Exchange : DDE) เป็นโปรแกรมที่สนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมซึ่งทำงานภายใต้โปรแกรม Microsoft Windows

4.3 โปรแกรมการทำงานของ RPU. มีการทำงานได้ด้วยตัวเองเป็นแบบ Stand Alone มี Micro Processor และโปรแกรมอยู่ในตัวเอง ซึ่งสามารถประมวลผลเก็บข้อมูลและทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ได้ โดยโปรแกรมที่จะต้องมีความสามารถอย่างน้อยดังนี้

- สามารถ Update ค่าสถานะของทุก ๆ Input และ Output ในช่วงเวลาไม่เกิน 5 วินาที
- สามารถตั้งค่า Alarm สำหรับค่า Input ที่อ่านจาก Sensor ใดๆ ค่าเกินจากช่วงที่กำหนดไว้หรือไม่
- สามารถตั้งชื่อและหน่วยของ Sensor ที่อ่านได้ไม่จำกัด
- สามารถที่จะตั้งการหน่วงเวลาในการเกิด Alarm ไว้
- สามารถรับสัญญาณ Digital Input ที่เป็น Pulse ได้
- ทั้งด้าน Input และ Output มีระบบป้องกันการรบกวนของความถี่ของไฟที่จ่ายให้
- ทางด้าน Output จะต้องสามารถตั้งค่า Delay Start ได้เพื่อป้องกันอุปกรณ์ Start พร้อมกัน
- สามารถเก็บ Alarm History ไว้ภายในและสามารถเรียกกลับมาดูได้ไม่น้อยกว่า 20 ค่า
- สามารถเก็บค่าชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ที่ถูกเปิดปิด พร้อมทั้งสร้างสัญญาณเตือนเมื่อชั่วโมงการทำงานสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้
- สามารถนับจำนวนครั้งที่ Output สั่ง Start อุปกรณ์
- มีนาฬิกาภายในเพื่อตั้งเวลาเปิดปิดอุปกรณ์ได้อย่างน้อยวันละ 3 ช่วง

4.4 โปรแกรมใช้งาน (Program Application) เป็นโปรแกรมใช้งานพื้นฐานในระบบ BAS. ซึ่งเป็นความต้องการขั้นต่ำ มีความสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้

- Optimum Start/Stop: OS อุปกรณ์ปรับอากาศทุกชนิดต้องสามารถเปิดปิดได้โดยอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยโปรแกรมจะสามารถคำนวณเวลาในการเปิดปิดก่อนเวลาเพื่อให้มีการประหยัดพลังงานและมีความสบาย (Comfort) โดยการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บไว้ รวมถึงอุณหภูมิและความชื้นภายนอกและภายในอาคาร
- Time Program: TP สำหรับการตั้งเวลาเปิดปิดอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเวลาที่กำหนด โดยสามารถกำหนดรายละเอียดในแต่ละวันของสัปดาห์ตลอดปี และสามารถหน่วงเวลาไม่ให้อุปกรณ์เกิดการเปิดพร้อมๆ กันได้โดยอัตโนมัติ
- Peak Demand: PD เป็นโปรแกรมสำหรับการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยจะเก็บค่าการใช้พลังงานขณะนั้น และประมาณการใช้ในช่วงต่อไป ถ้าหากการพยากรณ์มีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงกว่าที่

กำหนดจะมีคำสั่งให้ปิดอุปกรณ์ที่มีความสำคัญน้อยเป็นลำดับ (Priority) โดยจะต้องมีการจัดลำดับการลดพลังงานไม่น้อยกว่า 3 ระดับ

- Run Time: RT เป็นการบันทึกเวลาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) และเพื่อใช้ในการจัดทำค่าใช้จ่าย (Billing)
- Alarm Limit: AL เป็นการรับข้อมูลจากอุปกรณ์รับสัญญาณ Analog เมื่อมีค่าสูงกว่าที่กำหนดให้แจ้งสัญญาณ Alarm แก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการตามระดับความสำคัญที่โปรแกรมไว้
- Historical Trend Log: HL เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเหตุการณ์และค่าที่กำหนด เพื่อเป็นข้อมูลในการบำรุงรักษาและให้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
- Graphic Monitor: GM เป็นการแสดงเหตุการณ์และจุดเกิดเหตุต่างๆ ในรูปของแผนภาพกราฟฟิคบนจอภาพ
- Alarm Report: AR เมื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ส่งสัญญาณ Alarm ให้จัดการแจ้งเหตุไปยังอุปกรณ์ที่กำหนดเช่น Page up ขึ้นบน Monitor พร้อมส่งเสียงเตือน พร้อมกับพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์รวมถึงบันทึกเหตุการณ์ เวลา และตำแหน่งที่เกิดเหตุ รวมทั้งรายชื่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการด้วย
- Maintenance Manage: MM เป็นการทำการแสดงระยะเวลาที่ต้องทำการบำรุงรักษาเมื่อถึงกำหนดเวลาให้ส่งสัญญาณเตือน รวมถึงแนะนำขั้นตอนการบำรุงรักษาอุปกรณ์แต่ละตัวในอาคารเมื่อถึงเวลาที่ต้องตรวจสอบโดยการรับข้อมูลจาก RT. และ AR.

5 การติดตั้ง (Installation)

- 5.1 จัดหาติดตั้งหน่วยประมวลผลกลางและ คอนโซลพร้อมเก้าอี้ (โครงสร้าง วัสดุ Stainless ประกอบขึ้นรูปรองรับจอภาพ แผงควบคุม ทำงานได้สะดวก โดยว่าจ้างกำหนดรูปแบบภายหลัง) ในห้องควบคุมอาคารและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างของวัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนรายละเอียดการติดตั้งเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 5.2 การเดินสายสัญญาณต่าง ๆ ให้เดินร้อยในท่อโลหะ ซึ่งใช้สำหรับร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะขนาดของท่อซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนของสายสัญญาณให้เป็นไปตาม National Electrical Code (NEC) และมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง

6 การทดสอบ

- 6.1 การทำการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบให้เรียบร้อยและใช้งานได้ทุก Function
- 6.2 ระบบ BAS / CPM จะต้องทดสอบระบบอย่างน้อยดังนี้
 - ทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม
 - ทดสอบการทำงานของ RPU.
 - ทดสอบการแสดงผล
 - อื่นๆ ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

7 การรับประกันการบำรุงรักษา (Guarantee)

- 7.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นจากวัสดุ และอุปกรณ์ของระบบ BAS อย่างน้อย 2 ปี หากเกิดความเสียหายใด ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ภายใน 48 ชั่วโมง
- 7.2 ผู้รับจ้างต้องฝึกเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องให้ใช้อุปกรณ์ Software Program และ Hardware Circuit ที่จำเป็นในการบำรุงรักษา และให้เสนอรายละเอียด และขั้นตอนในการ Training มาด้วย

8 วิธีการส่งมอบ (Commissioning) และการฝึกอบรม

- 8.1 ผู้รับจ้างทดสอบการใช้งานระบบ BAS / CPM และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ตามข้อกำหนดต่างๆ ที่ได้ระบุไว้ โดยมีตัวแทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย ซึ่งรายละเอียดของการทดสอบมีดังนี้
 - ฟังก์ชันต่าง ๆ ของแต่ละยูนิต
 - ฟังก์ชันของระบบ
 - ลักษณะสมบัติของระบบทุกอย่างตามที่กำหนด
 - อื่นๆ ที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร
- 8.2 ผู้รับจ้างต้องทำโปรแกรมสร้างภาพกราฟฟิคต่างๆ สำหรับแต่ละระบบเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบหรือควบคุมระบบต่างๆ
- 8.3 การฝึกอบรม ผู้รับจ้างฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของเจ้าของโครงการให้ใช้อุปกรณ์ระบบ BAS / CPM, Software Program และ Hardware ที่จำเป็นในการบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้อง พร้อมจัดหาหนังสือคู่มือการใช้งาน การซ่อมบำรุงรักษาระบบดังกล่าวอย่างน้อย 2 ชุด
- 8.4 ผู้รับจ้างต้องมอบรายละเอียดเอกสารต่างๆ ดังต่อไปนี้ในการส่งมอบ
 - As-built Drawing แสดงรายละเอียดการติดตั้ง 4 ชุด
 - System Specification 4 ชุด
 - System Feature Description 4 ชุด
 - System General Information 4 ชุด
 - Inspection Report 4 ชุด
 - เอกสารอื่นที่เกี่ยวข้องนอกเหนือจากที่กล่าว 4 ชุด

9 ระบบควบคุมจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็นและหอผึ่งน้ำ (CPM : Chiller Plant Manager)

ระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็น เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน แสดงผล และวินิจฉัยการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น และคลัสลิงทาวเวอร์ ในลักษณะการทำงานร่วมกัน ให้สัมพันธ์กับภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นจริงของอาคารโดยอัตโนมัติ

ผู้รับจ้าง ต้องจัดหา และติดตั้งระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็นตามที่กำหนดในแบบรายละเอียดต่าง ๆ มีดังนี้

9.1 ขอบเขตของงาน

ระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็นประกอบไปด้วย

- 1.1 PC WORKSTATION 1 ชุด
- 1.2 MASTER CONTROL UNIT 1 ชุด
- 1.3 FIELD CONTROLLER 1 ชุด
- 1.4 SENSOR AND PERIPHERAL DEVICE 1 ชุด
- 1.5 CHILLER PLANT MANAGEMENT SOFTWARE 1 ชุด

9.2 เครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER)

ระบบการจัดการอัตโนมัติจะต้องควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นทั้งหมด โดยที่ CHILLER UNIT CONTROL PANEL ของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละตัว สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบการจัดการอัตโนมัติเพื่อควบคุมการทำงาน แสดงค่า และวินิจฉัยการทำงาน ของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละตัว และต้น จะต้องเปิดก่อนที่เครื่องสูบน้ำจะ START และจะปิดเมื่อเครื่องทำน้ำเย็นถูกสั่งให้ STOP ระบบควบคุมอัตโนมัติต้องสามารถ คำนวณภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นของอาคารเพื่อสั่ง START เครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER) เพิ่มโดยอัตโนมัติ ในกรณีที่ภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นของอาคารสูงขึ้น และสั่งปิดเครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER) ลงโดยอัตโนมัติ ในกรณีที่ภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นของอาคารน้อยลง

9.3 เครื่องสูบน้ำเย็น และเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (CHILLER WATER AND CONDENSER WATER PUMP)

ระบบการจัดการอุปกรณ์ของเครื่องทำน้ำเย็น จะต้องควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเย็น และเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น โดยให้ ปิด – เปิด เครื่องสูบน้ำตามจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นที่ ON – OFF จะต้องแสดง STATUS ของเครื่องสูบน้ำแต่ละตัว โดยเช็คจาก DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH หรือ CURRENT SWITCH และมีการเช็คการทำงานโดยระบบซอฟต์แวร์ของเครื่องสูบน้ำแต่ละตัวด้วย เมื่อเครื่องสูบน้ำตัวที่ RUN เกิด OVERLOAD หรือเมื่อระบบสั่งให้เดินเครื่องสูบน้ำที่ตัวใดตัวหนึ่ง แล้วเครื่องสูบน้ำไม่เดินเครื่องระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็น จะต้อง ALARM พร้อมทั้งสั่งให้เดินเครื่องสูบน้ำที่ STAND BY ทำงานแทน

9.4 คูลลิ่งทาวเวอร์ (COOLING TOWER)

ระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็น จะต้องควบคุมการทำงานของเครื่องคูลลิ่งทาวเวอร์เหมือนกับเครื่องสูบน้ำ โดยมี CURRENT SWITCH สำหรับแสดง STATUS ของเครื่องคูลลิ่งทาวเวอร์ มีระดับน้ำสูง หรือต่ำกว่าที่กำหนดไว้ MOTORIZED VALVE ของเครื่องคูลลิ่งต้อง ปิด – เปิด พร้อมเครื่องคูลลิ่งทาวเวอร์

9.5 MASTER CONTROLLER จะต้องมีความสามารถทางด้านโปรแกรมดังนี้

- 5.1 สามารถรองรับ เครื่องทำน้ำเย็นได้ไม่น้อยกว่า 6 ชุด
- 5.2 สามารถเชื่อมต่อโครงข่าย (Network) แบบ Ethernet, Arc net และ Fiber Optic ได้
- 5.3 มีอุปกรณ์สำหรับการควบคุมระยะไกลผ่านทางสายโทรศัพท์ประกอบมาพร้อมกัน
- 5.4 สามารถเพิ่มและขยาย MEMORY แบบ RAM ได้
- 5.5 มีหน้าจอแสดงผล และควบคุมแบบสัมผัส (Touch Screen)
- 5.6 สามารถเพิ่มส่วนรับสัญญาณ มาตรฐาน 0-10 Volt และ Pulse ในตัวได้

5.7 ต้องสามารถสื่อสารกับระบบอื่นโดยใช้ รูปแบบมาตรฐานของ ASHARE

9.6 SOFTWARE ระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็น จะต้องมีความสามารถทางด้านโปรแกรมดังนี้

9.6.1 CONTROL

- MULTIPLE CHILLER CONTROL โดยต้องเป็น STANDARD PACKAGE
- SYSTEM SOFT LOADING / COOLDOWN CONTROL
- SYSTEM CHILLED WATER RESET
- ANALOG TIME OF DAY SCHEDULING
- DUTY CYCLE
- POWER DEMAND LIMITING
- CHILLER SEQUENCING
- COOLING TOWER OPTIMIZATION

9.6.2 MONITORING โดยสามารถแสดง Animation Graphic ภาพเคลื่อนไหว ของ Chiller Plant พร้อมแสดงรายละเอียดของ Chiller ดังนี้

- STATUS OF CHILLER, PUMP AND COOLING TOWER
- SYSTEM CHILLED WATER TEMPERATURE
- CHILLED WATER RESET SENSOR TEMPERATURE
- CHILLED WATER SETPOINT SOURCE
- RUN HOURS/CURRENT START
- DIAGNOSTIC STATUS
- CHILLER CAPACITY (% RLA)
- CURRENT LIMIT
- COMPRESSOR STATUS
- EVAPORATOR LEAVING/ENTERING TEMPERATURE
- CONDENSER LEAVING/ENTERING TEMPERATURE
- CONDENSER PRESSURE
- BEARING OIL TEMPERATURE
- MOTOR WINDING TEMPERATURE 1/2/3

9.6.3 SETPOINT

- CHILLED WATER SETPOINT OF CHILLER
- CHILLED WATER SYSTEM SETPOINT
- ACTUAL UNIT CURRENT LIMIT SETPOINT

9.7 PC WORKSTATION

WORKSTATION PERSONEL COMPUTER ของ ระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่า รายละเอียดที่แสดงในระบบ BAS / CPM ของโครงการฯ

9.8 WIRING

การติดต่อสื่อสารระหว่าง MASTER CONTROLLER และ CONTROLLER ในระบบการจัดการอุปกรณ์ของห้องเครื่องทำน้ำเย็นควรจะเป็นการติดต่อสื่อสารสองทาง (BI – DIRECTIONAL COMMUNICATION) ด้วยเร็วไม่น้อยกว่า 56 Kbps โดยใช้สายคู่เดียวที่ตีเกลียวกัน และมีตัวนำ

ป้องกันสัญญาณรบกวน (SINGLE TWISTED WIRE PAIR SHIELDED) สายไฟตัวนำ จะต้องเป็น ลวดตัวนำเส้นเล็กรวมกันอย่างน้อย 7 เส้น / 1 ลวดตัวนำ (STRAND WIRE) มีพื้นที่หน้าตัดรวมแล้ว ไม่น้อยกว่า 0.8 ตารางมิลลิเมตร สายไฟสำหรับสัญญาณ ANALOG INPUT และ ANALOG

OUTPUT ควรจะใช้สายเหมือนกับสาย COMMUNICATION ส่วนสัญญาณ BINARY INPUT และ BINARY OUTPUT ควรใช้สายไฟชนิด THW มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 0.8 ตาราง มิลลิเมตร

สายสัญญาณ INPUT, OUTPUT และสาย COMMUNICATION จะต้องเดินอยู่ในท่อเดินสายไฟ ชนิด EMT เมื่ออยู่ภายในอาคารและชนิด IMC เมื่ออยู่นอกอาคารส่วนสายไฟสำหรับ

แหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY) ของ CONTROLLER จะต้องเดินอยู่ในท่อเดินสายไฟเช่นเดียวกันแต่จะต้องไม่เดินสาย POWER SUPPLY ในท่อเดียวกันกับสายสัญญาณ

หมวดที่ 42210 ระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบอัดอากาศบันไดไฟและโถงลิฟต์เพื่อการดับเพลิง ประกอบด้วย พัดลม, ท่อลม, หัวจ่ายลม ระบบควบคุม และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ อย่างครบถ้วนเพื่อให้ระบบใช้งานได้โดยสมบูรณ์
- 1.2 ผู้รับจ้างต้องเลือกใช้วัสดุ, ติดตั้ง, และทดสอบระบบอัดอากาศ ตามมาตรฐาน วสท., ASHRAE, NFPA, AMCA และ SMACNA

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

- 2.1 เมื่อระบบอัดอากาศทำงาน แรงดันอากาศภายในบันไดขณะใช้งานต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 38 ปาสคาล (0.15 inwg) เฉลี่ยตลอดทั้งบันได
- 2.2 ระบบจะต้องทำงานโดยอัตโนมัติทันที โดยระบบ Fire Alarm และ/หรือ Automatic Sprinkler หรือ โดย Manual Switch
- 2.3 ท่อลมจะต้องทำด้วยเหล็กแผ่นชุบสังกะสี การติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องระบบส่งลมและอุปกรณ์ หากระบุใช้ปล่องคอนกรีต เป็นท่อลม (Concrete Duct Shaft) ผู้รับจ้างจะต้องฉาบแต่งผิวให้เรียบรอยทั้งสี่ด้านของปล่องท่อลม
- 2.4 พัดลมอัดอากาศต้องเป็นแบบ Centrifugal หรือ Axial Fan ตามที่กำหนดในแบบ Total Efficiency ไม่ต่ำกว่า 55%, Overall Sound Pressure Level at 1.50 m ไม่เกินกว่า 80dBA ส่วนข้อกำหนดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องพัดลมระบายอากาศ
- 2.5 ปากทางดูดอากาศเข้าต้องมีตาข่ายเหล็กหรือตะแกรงเหล็กป้องกันอันตราย ในกรณีไม่ทำท่อลม Suction
- 2.6 Motorized Damper (Water Proof Type) เป็นแบบทำงานด้วยไฟฟ้า 1 Ph 220 v. ควบคุมการเปิดด้วยแรงดัน ไฟฟ้า 0-10 v หรือกระแสไฟฟ้า 2-20 mA ชนิด Non Maintenance , ส่วน Damper ทำจากอลูมิเนียมหรือ เหล็กชุบสังกะสี หากตำแหน่งที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคารและมีโอกาสถูกฝนสาดเปียก ให้ผู้รับจ้างจัดทำ RAIN Hood Cap ครอบ Damper มีลวดตาข่าย แบบช่องห่างประมาณ 1” ปิดกันนก และทาสีเหมือนผิวอาคาร
- 2.7 Baromatic Relife Damper เป็นแบบทำงานด้วยคัมภ์น้ำหนักถ่วงสามารถปรับระยะน้ำหนักถ่วงให้สอดคล้องกับ ความดันอากาศที่ต้องการควบคุม ส่วน Damper ทำจากอลูมิเนียม หรือเหล็กชุบสังกะสี หากตำแหน่งที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร และมีโอกาสถูกฝนสาดเปียก ให้ผู้รับจ้างจัดทำ RAIN Hood Cap ครอบ Damper มีลวดตาข่ายแบบช่องห่างประมาณ 1” ปิดกันนก และทาสีเหมือนผิวอาคาร
- 2.8 Air Differential Pressure Sensor & Average Pressure Controller เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความแตกต่างของความดันอากาศระหว่างในบันไดหนีไฟ และความดันบรรยากาศ ณ. ความสูงเดียวกัน
 - 2.8.1 ช่วงความดันในการวัดของ Pressure Sensor ประมาณ 12-150 Pa (0.05-0.6 inwg) ติดตั้งในตำแหน่งตามระบุในแบบ
 - 2.8.2 Controller เป็นแบบ P หรือ PI เพื่อปรับเปลี่ยนสัญญาณจาก Pressure Sensor และส่งแรงดันไฟฟ้าไป ควบคุม Motorized Damper

- 2.9 Air Flow Switch เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการทำงานของพัดลมอัดอากาศ ใช้หลักการทำงานแบบ Air Differential Pressure Switch สามารถปรับตั้งค่าการทำงานได้
- 2.10 Duct Smoke Detector เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันแบบติดตั้งกับท่อลมก่อนส่งลมเข้าสู่ช่องลมอัดอากาศ เพื่อตัดการทำงานของพัดลมในกรณีที่มีควันเข้ามาในระบบ
- 2.11 สายไฟฟ้าจากแผงจ่ายไฟฟ้าเมนของอาคารมายังแผงควบคุมพัดลมอัดอากาศ ต้องใช้สายไฟฟ้าแบบทนไฟ (Fire Resistance Cable)
- 2.12 สายระบบควบคุมทั้งหมดที่อยู่ภายนอกบันไดหนีไฟ หรือภายนอกห้องพัดลมอัดอากาศต้องเป็นสายไฟฟ้าแบบทนไฟ (Fire Resistance Cable)

3. แผงควบคุมพัดลมอัดอากาศ

แผงควบคุมพัดลมอัดอากาศ ประกอบด้วยแผงควบคุม ณ ตำแหน่งติดตั้งพัดลม (LOCAL) และแผงควบคุม ณ ห้องควบคุมกลาง (REMOTE)

- 3.1 แผงควบคุม ณ ตำแหน่งติดตั้งพัดลมประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ โดยมีหน้าที่การทำงาน ดังนี้

- 3.1.1 Selector Switch Auto – Manual

- Auto พัดลมจะทำงานโดยทันทีที่ระบบ Fire Alarm หรือ ระบบ Automatic Sprinkler ตรวจพบ การเกิดเพลิงไหม้
- Manual พัดลมจะทำงานโดยการกด Push Button Switch START หรือ STOP ที่แผงควบคุม LOCAL หรือ REMOTE

- 3.1.2 LAMP แผงควบคุม LOCAL ต้องมีไฟสัญญาณต่างๆ ดังนี้

- ไฟแสดงสถานะระบบไฟฟ้า 3 ชุด สำหรับ เฟส R - S - T
- ไฟแสดงสถานะพัดลมทำงาน สีเขียว 1 ชุด
- ไฟแสดงสถานะพัดลมหยุดทำงาน สีแดง 1 ชุด
- ไฟแสดงสถานะพัดลม Motor Overload Trip สีเหลือง 1 ชุด
- ไฟแสดงสถานะพัดลม No Air Flow ขณะที่มีการสั่งให้พัดลมทำงานไฟสีเหลือง 1 ชุด
- ไฟแสดงสถานะเมื่อตรวจพบควันในห้องอัดอากาศไฟสีเหลือง 1 ชุด

- 3.1.3 Buzzer ที่แผงควบคุมต้องมี Buzzer เพื่อส่งสัญญาณเสียงเตือน ในขณะที่เกิด Motor Overload Trip หรือ No Air Flow หรือ Smoke Alarm อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด

- 3.1.4 Reset Push Button ที่ แผง ควบคุม LOCAL ต้องมี Reset Push Button เพื่อตัดสัญญาณเสียงของ Buzzer ในขณะเกิด Alarm ต่างๆ และสัญญาณไฟจะต้องยังคงติดสว่างอยู่เหมือนเดิม จนกว่าปัญหาจะได้รับการแก้ไขแล้วเสร็จ

- 3.2 แผงควบคุม ณ ห้องควบคุมกลาง (REMOTE) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ โดยมีหน้าที่ทำงาน ดังนี้

- 3.2.1 Push Button Switch START – STOP ใช้สั่งการทำงานของพัดลมเมื่อ LOCAL CONTROL PANEL ปรับไว้ในโหมด MANUAL

- 3.2.2 LAMP ที่แผงควบคุม REMOTE ต้องมีไฟสัญญาณต่างๆ ดังนี้

- ไฟแสดงสถานะโหมด Auto หรือ Manual ไฟสีเขียว 2 ชุด
- ไฟแสดงสถานะพัดลมทำงาน ไฟสีเขียว 1 ชุด
- ไฟแสดงสถานะพัดลมหยุดทำงาน ไฟสีแดง 1 ชุด

- ไฟแสดงสถานะพัดลม Alarm ไฟสีแดง 1 ชุด ไฟจะสว่างเมื่อ Motor Overload Trip, No Air Flow หรือ Smoke Alarm อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งหมด
- 3.2.3 Buzzer ที่แผงควบคุม REMOTE เมื่อพัดลมมีสถานะ Alarm โดยการส่งเสียงเตือน
- 3.2.4 Reset Push Button เพื่อใช้ในการตัดสัญญาณเสียงที่เกิดขึ้นแต่สัญญาณไฟ จะต้องยังคงติดสว่างอยู่เหมือนเดิม จนกว่าปัญหาจะได้รับการแก้ไขแล้วเสร็จ

4. การปรับแต่ง และการทดสอบระบบ

ผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่ง พัดลม, Pressure Sensor, Baromatic Damper และทำการตรวจวัดปริมาณลม / ความดันอากาศภายในบันไดหนีไฟในสถานะต่าง ๆ ตามมาตรฐาน วสท. แนะนำ เช่น ประตูปิดทุกบาน, ประตูเปิด 1, 2 ตามลำดับพร้อมทั้งทำรายงานผลการทดสอบต่อผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้การปรับแต่งการทดสอบให้ได้ค่าความดันที่ต้องการ จะต้องเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด เช่นการปรับแต่ พู่เล่ สายพาน เพื่อให้ได้ค่าปริมาณลมและแรงดันตามข้อกำหนด

หมวดที่ 42220
รายการผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

1. ความต้องการทั่วไป

รายละเอียดในหมวดนี้ ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ถือว่าได้รับการยอมรับทั้งนี้ คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ ถือเป็นที่สุด อย่างไรก็ตามหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

2. อุปกรณ์หลักของระบบปรับอากาศ

- 2.1 WATER COOLED CHILLER : Carrier, Trane, York, Tasaki, Daikin, Haier, LG, Clivet, Climaveneta (Mitsubishi)
- 2.2 COOLING TOWER : Shinwa, Marley, Nihon Spindle, Liang Chi, Truwater
- 2.3 CENTRIFUGAL PUMP : Peerless ,Patterson ,Apex, Crane , Armstrong, Grundfos
- 2.4 AIR HANDLING UNIT : Carrier, Trane, York, Daikin, Haier, LG, Clivet, Climaveneta (Mitsubishi)
- 2.5 FAN COIL UNIT : Carrier, Trane, York, Daikin, Haier, LG ,Clivet, Climaveneta (Mitsubishi)
- 2.6 SPLIT TYPE AIR CONDITIONER : Carrier, Trane, York, Daikin, Mitsubishi, Haier ,LG
- 2.7 AIR PRECIPITATOR : Micro Air, Trion, Honeywell
- 2.8 AUTOMATIC CONDENSER TUBE CLEANING : Ball Technic, CQM, Tapprogge
- 2.9 HEAT PIPE : Innergytech, Carrier, Trane, or equa
- 2.10 UVGI : STERIL – AIRE, RENOX, AIRKNIGHT
- 2.11 AIR PRECISION : Stulz, Canatal, Citec, APC, Cilmaveneta

3. อุปกรณ์พัดลมระบายอากาศ

- 3.1 VENTILATION FAN : Panasonic , Hitachi, Mitsubishi, Kruger, Cook, Greenheck ,Wolter
- 3.2 ENERGY RECOVERY WHEEL : Ostberg , Greenheck

4. อุปกรณ์ปรับสภาพน้ำ

- 4.1 WATER TREATMENT : Dynanic, Culligen, Erlen, Water Doctor, TRC Corperation
- 4.2 CHEMICAL FOR WATER TREATMENT : Galmen Sybron, Dupont, Calgon, Mazer Chemical
- 4.3 CHEMICAL FEEDER : Prominent, N-Feeder, Blue White, Gronel, Iwaki
- 4.4 OZONE WATER SYSTEM : Econowatt ,Trend , Exzon

5. อุปกรณ์งานท่อน้ำ

- 5.1 CLOSED TYPE EXPANSION TANK : Armstrong, ELBI, Salmson
- 5.2 BLACK STEEL PIPE : Saha Thai Steel Pipe, Thai Union Pipe, Firex, KLM
- 5.3 GALVANIZED STEEL PIPE : Saha Thai Steel Pipe, Thai Union Pipe, Firex, KLM
- 5.4 COPPER TUBE : Mueller, Nibco, Cambridge, N.B.C, Kembla
- 5.5 CLOSED CELL ELASTOMERIC FOAM : Aeroflex, Rubatex, Maxflex,K-Flex
- 5.6 GATE VALVE : Kitz, Crane, Valtec
- 5.7 BUTTERFLY VALVE : KITZ, Crane, Valtec
- 5.8 SILENT CHECK VALVE : Metraflex, Valmatic, Toyo, KITZ, Crane, Valtec
- 5.9 BALANCING VALVE WITH FLOW MEASURING PORTS/PICV: Crane, TAC, Overntrop
- 5.10 PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE : Victaulic,Giacomini, Overntrop,Belimo, Frese, Danfoss, Johnson control
- 5.11 WATER STRAINER : Kitz, Crane, Toyo, Metraflex, Valtec
- 5.12 AUTOMATIC AIR VENT : Armstrong, Maid-O-Mist, Val-Matic, ITT-Hoffman, Metraflex, Crispin, Valtec
- 5.13 DIFFERENTIAL PRESSURE RELIEF VALVE : Clayton, Watts-Muesco, Singer, OCV, Valor
- 5.14 FLEXIBLE PIPE CONNECTOR : Mason, Metraflex,Tozen, Kinetics
- 5.15 EXPANSION JOINT : Mason, Metraflex, Tozen, Kinetics
- 5.16 PRESSURE GAUGE : Trerice, Weksler, Weiss, Wika, Winters
- 5.17 TEMPERATURE GAUGE : Trerice, Weksler, Weiss, Wika, Winters
- 5.18 VIBRATION ISOLATOR: Mason, Metraflex, Tozen

6. อุปกรณ์งานท่อลม

- 6.1 GALVANIZED & BLACK STEEL SHEET : Singha, BHP, ESCO, Truzic
- 6.2 FIBERGLASS INSULATION : Micro-Fiber, S.F.G., Insufiber
- 6.3 FLEXIBLE DUCT: Aeroduct, EZDUCT,ASLI,Duct Excell
- 6.4 DAMPER HARD WARE/DIFFUSER/GRILLE/LOUVER : ESCOFLOW , ASLI(AS&D) ,Ruskin, Trox Technic, Metal Aire, Pottorff, Greenheck, Krueger, Krantz ,Price, Krantz
- 6.5 AIR FILTER : AAF,CAMFIL FARR, AIR MAX
- 6.6 FILTER GAUGE : Trerice, Dwyer, AAF
- 6.7 DUCT SILENCER : Kruger , ASLI , Mason
- 6.8 UVGI : STERIL – AIRE, RENOX, AIRKNIGHT

7. อุปกรณ์งานควบคุมอัตโนมัติ

- 7.1 VAV. TERMINAL BOX : Metal Aire, Price, Trox Technic, Johnson Controls, Schneider or equal
- 7.2 DAMPER ACTUATOR : Shinni, Johnson Controls, Bernard, Trox Technic ,Regin
- 7.3 INVERTER : ABB, Danfos, Allan-Bradley, Schneider or equal
- 7.4 AUTOMATIC CONTROL EQUIPMENT: Siemens, Honeywell, Johnson Controls, Regin, Dixell, Schneider or equal
- 7.5 LEVEL ALARM SWITCH: Mc. Donell, Penn, Omron, or equal
- 7.6 FIRE STAT : Johnson Controls, Siemens, TAC, Dixell or equal

8. อุปกรณ์งานไฟฟ้า

- 8.1 ELECTRICAL CONDUCTOR : Phelps Dodge, Thai Yazaki, Bangkok Cable, Venine, Draka
- 8.2 FIRE RESISTANT ELECTRICAL CONDUCTOR : Alcatel, Radox, Pirelli, Prysmain, Studer, Phelpa Dodge
- 8.3 ELECTRICAL CONDUIT : Matsushita, Maruichi, TAS, TAS, Airrow Pipe, Tap
- 8.4 SAFETY SWITCH OR LOAD BRAKER SWITCH : Square D, Westinghouse, Siemens, or equal
- 8.5 STARTER CONTRACTOR & INSTRUMENT: ABB, Siemens, Square D, , Schneider or equal
- 8.6 ELECTRIC MOTOR : Brook, ABB, Mitsubishi, or equal
- 8.7 VARIABLE SPEED DRIVE : Danfoss, ABB, Siemens, Square D, Schneider
- 8.8 ELECTRICAL POWER & CONTROL SWICTHBOARDS : ASEFA, SCI, C&T

9. อุปกรณ์งานควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS.)

- 9.1 CHILLER PLANT MANAGER CONTROL : Chiller Manufacturer, หรือระบบที่นำเสนอ ผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นรับรองเป็นเอกสารให้สามารถใช้งานได้ และมีตัวอย่างใช้งานจริงในประเทศไทย
- 9.2 BUILDING AUTOMATION SYSTEM: Chiller Supplier, Andover, Johnson, Siemens, Honeywell, Regin, Dixell , Schneider or equal

10. อุปกรณ์อื่น ๆ

- 10.1 FIRE SEALANT MATERIAL : 3M, Sti, Tremco or equal