

รายการประกอบแบบ

โรงพยาบาลจักษุบ้านแพ้ว

วิศวกรรมงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

23 August 2021

Ref. SPEC/AC 58-185

For Tender

Rev. 0

คณะกรรมการกำหนดราคากลางและคุณลักษณะ

(ลงชื่อ)  ประธานกรรมการ

(ลงชื่อ)  กรรมการ

M & E – Consultant :

(ลงชื่อ)  กรรมการ

โรงพยาบาลจักษุบ้านแพ้ว

SECTION 1

Ref. SPEC/AC 58-185

Revision 0

สารบัญ

หน้า

SECTION 1

1. ขอบเขตงาน	1
2. ขอบเขตงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	1
3. ขอบเขตงานโครงการ	3

SECTION 2

รายการประกอบแบบ

หมวดที่ 1	ข้อกำหนดทั่วไป	1-1 – 1-13
หมวดที่ 2	เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	2-1 – 2-6
หมวดที่ 3	เครื่องทำน้ำเย็น	3-1 – 3-4
หมวดที่ 4	พัดลมระบายอากาศ	4-1 – 4-3
หมวดที่ 5	ระบบส่งลมและอุปกรณ์	5-1 – 5-7
หมวดที่ 6	ฉนวนหุ้มท่อลม	6-1 – 6-2
หมวดที่ 7	ท่อน้ำและการติดตั้ง	7-1 – 7-7
หมวดที่ 8	วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ	8-1 – 8-6
หมวดที่ 9	ฉนวนหุ้มท่อน้ำ	9-1 – 9-2
หมวดที่ 10	ระบบไฟฟ้า (Electrical System)	10-1 – 10-10
หมวดที่ 11	อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ	11-1 – 11-5
หมวดที่ 12	การทำความสะอาดและการดูแลรักษา	12-1 – 12-2
หมวดที่ 13	การปรับแต่งระบบ และการทดสอบการใช้งาน	13-1 – 13-3
หมวดที่ 14	การป้องกันไฟ และควันลาม	14-1 – 14-1
หมวดที่ 15	การสิ้นเปลือง และเสียง	15-1 – 15-2
หมวดที่ 16	การหาวิธีป้องกันการรบกวนและรบกวน	16-1 – 16-4
หมวดที่ 17	อุปกรณ์ระบบก๊าซทางการแพทย์	17-1 – 17-10
หมวดที่ 18	รายการผลิตภัณฑ์มาตรฐาน	18-1 – 18-3

1. **ขอบเขตงาน**

รายละเอียดประกอบแบบนี้นี้ครอบคลุมถึงรายละเอียดการจัดหา, การติดตั้ง, testing, commissioning และการซ่อมบำรุง งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

รายละเอียดงานประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันโดยลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของงานว่างานต่าง ๆ ทั้งหมดที่ติดตั้งนั้นปราศจากข้อบกพร่องใด ๆ ทั้งสิ้น และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกชิ้นเป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ทุกประการ
- (2) ถ้าภายในระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันรับรองที่แล้วเสร็จสมบูรณ์ ถ้ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเนื่องจากงานฝีมือหรือวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุด ผู้รับจ้างทำการซ่อมแซมแก้ไขตลอดจนการเปลี่ยนวัสดุให้เรียบร้อย โดยไม่คิดค่าใด ๆ ทั้งสิ้นจากเจ้าของงาน
- (3) หากพ้นเวลาที่กำหนดให้แล้วผู้รับจ้างยังไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ เจ้าของมีสิทธิ์ที่จะจ้างผู้อื่นมาดำเนินการ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว

2. **ขอบเขตงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง**

ขอบเขตของงานทั่วไป

- 2.1 จัดหา และติดตั้งเครื่องจักรกลของระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในแบบแปลน และรายการ พร้อมอุปกรณ์ และส่วนประกอบ อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้จนงานเสร็จสมบูรณ์ผ่านการทดสอบ ใช้งานได้ตามจุดประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- 2.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบตรวจแบบแปลนสถาปนิก แบบไฟฟ้า แบบโครงสร้าง แบบระบบป้องกันอัคคีภัย แบบประปา แบบงานตกแต่งภายใน ฯลฯ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการตรวจสอบสถานที่ติดตั้ง (ถ้าเห็นว่าจำเป็น) และทำการสำรวจระบบที่กล่าวมา ที่จะใช้กับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ระบบปรับอากาศ ระบายอากาศ ก่อนดำเนินการจัดหา และติดตั้ง ผู้ว่าจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงาน งานอื่น ๆ ผู้ว่าจ้างต้องดำเนินการติดตั้งจนสามารถใช้งานเสร็จสมบูรณ์

ขอบเขตของงานรวมไปถึงรายการต่อไปนี้

- ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- ระบบกระจายลมเย็น
- แทนเครื่องของเครื่องปรับอากาศทุกเครื่อง
- ระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ และโถงลิฟต์ดับเพลิง
- 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, ชูต, โครงเหล็กแขวนเครื่อง, วงกบไม้สำหรับท่อลมผ่านผนัง, งานวงกบของตะแกรงลม และพัดลม ต่างๆ ฯลฯ

2.3 ขอบเขตงานที่เกี่ยวข้องกับงานโครงสร้างสถาปัตยกรรม

- Grille, Louver บนผนังด้านนอกอาคารเป็นงานของผู้รับจ้างงานสถาปัตยกรรม ส่วน Plenum ต่อกับ Grille และการปิดรอยต่อเป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ยกเว้นแต่จะระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ
- Grille ด้านนอกที่ติดกับห้อง AHU. Grille บนผนังเป็นงานของผู้รับจ้างงานสถาปัตยกรรม ส่วนผนังที่ไม่ได้ใช้ (ส่วนที่เหลือจากการทำ Plenum, Damper) ให้ผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศดำเนินการปิดด้วยฉนวน 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 เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Cooling Tower : ตู้ AMCC, Safety Switch, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลังจาก Starter ไปยัง Cooling Tower และการเข้าสายในตู้ AMCC. เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลัง จากตู้ MDB. มายังตู้ AMCC. เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- 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 เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Fan Coil Unit (FCU.) : Thermostat และ On-Off Switch, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลัง จาก Junction Box ไปยัง FCU. เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลัง จากตู้ไฟฟ้าย่อย มายัง Junction Box เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Ventilation Fan : ตู้ Starter, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลัง จาก Starter ไปยัง พัดลม และการเข้าสายในตู้ Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลังจากตู้ไฟฟ้าย่อย มายัง Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Pressurized Fan & Smoke Extract Fan : ตู้ Starter, สายควบคุม และสายไฟฟ้ากำลัง จาก Starter ไปยังพัดลมและการเข้าสายในตู้ Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ส่วนสายไฟฟ้ากำลังจากตู้ไฟฟ้าย่อย มายัง Starter เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า
- Duct Smoke Detector สำหรับการเปิด AHU. เมื่อเกิดอัคคีภัย : ตัว Smoke Detector สายสัญญาณ เป็นงานของผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า ส่วนการติดตั้ง Smoke Detector เป็นงานของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ
- ระบบอุปกรณ์ป้องกันภัยทุกชนิด เช่น Motorized Damper ,Sensor ต่างๆ การติดตั้งเป็นขอบเขตของผู้รับจ้างรวมทั้งสายไฟกำลังจากตู้ย่อย และสายสัญญาณต่างๆ

- ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ จะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าเพื่อจัดเตรียม จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Motorized และอื่นๆ โดยการให้ข้อมูลเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง เมื่อผู้รับจ้างระบบปรับอากาศได้เลือกอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ และระบายอากาศแล้ว

3. ขอบเขตงานโครงการ

3.1 ขอบเขตของงาน

การออกแบบงานวิศวกรรมเครื่องกลระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะคำนึงถึงความปลอดภัยและความถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ระบบมีเสถียรภาพที่ดี และระบบมีความยืดหยุ่นต่อการขยายหรือต่อเติมในอนาคต ตลอดจนระบบมีความสะดวกต่อการใช้งานและการบำรุงรักษาและการประหยัดพลังงาน งานวิศวกรรมเครื่องกลระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System)
- ระบบระบายอากาศ (Ventilation System)
- ระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟโถงลิฟต์ดับเพลิง (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

โรงพยาบาลจักษุบ้านแพ้ว

SECTION 2

Ref. SPEC/AC 58-185

Revision 0

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป

1. นิยาม

- 1.1 "ผู้ว่าจ้าง" หมายความว่า ผู้มีอำนาจซึ่งดำเนินการจ้างในนามของ "เจ้าของงาน" และหมายรวมถึงผู้แทนของ ผู้ว่าจ้าง คือ วิศวกร ผู้ตรวจงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งเป็นผู้แทนของตน
- 1.2 "ผู้รับจ้าง" หมายความว่าผู้มีอำนาจซึ่งดำเนินการรับจ้างในนามของ "ผู้รับงาน" และหมายรวมถึงพนักงานผู้แทน ของผู้รับจ้างซึ่งได้รับการแต่งตั้งโดยผู้รับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้
- 1.3 "งาน" หมายความว่า วัสดุ อุปกรณ์ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญา
- 1.4 "แบบ" หมายความว่าแบบแปลนที่แนบท้ายสัญญานี้ และรวมถึงแบบที่จัดเพิ่มเติมโดยผู้ว่าจ้างและ/หรือผู้รับจ้าง เพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมให้ชัดเจน เพื่อใช้ประกอบการปฏิบัติงานนี้
- 1.5 "วัน" หมายความว่า วันในปฏิทินของปี หรือยี่สิบสี่ (24) ชั่วโมงนับเป็นหนึ่งวัน
- 1.6 "เดือน" หมายความว่า สามสิบ (30) วัน นับเป็นหนึ่งเดือน
- 1.7 "ปี" หมายความว่า สามร้อยหกสิบห้า (365) วัน นับเป็นหนึ่งปี
- 1.8 "มาตรฐาน" หมายความว่า มาตรฐานต่างๆ ที่อ้างถึง ซึ่งให้ยึดถือมาตรฐานฉบับล่าสุด ในวันที่ลงนามในสัญญา เป็นมาตรฐานอ้างอิง
- 1.9 "งานวิศวกรรมประกอบอาคาร" หมายความว่า งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร งานวิศวกรรมระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย งานวิศวกรรมปรับอากาศและระบายอากาศ งานวิศวกรรมลิฟท์ และบันไดเลื่อน และงานวิศวกรรมระบบต่างๆ
- 1.10 "การไฟฟ้าท้องถิ่น" หมายความว่า การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้านครหลวงและ/หรือการไฟฟ้าภูมิภาค

2. เงื่อนไขเบื้องต้น

- 2.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับทราบและปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่น ๆ ที่มีไว้สำหรับการปฏิบัติงานทั้งโครงการและอาจจะไม่ได้นำมากล่าวไว้ในที่นี้ และถ้ามีกล่าวซ้ำไว้ก็เพื่อเป็นการเน้นให้ผู้รับจ้างสนใจ และ/หรือเข้าใจเป็นพิเศษ มิใช่หมายความว่าผู้ว่าจ้างจะไม่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมากล่าว
- 2.2 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่เอางานทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่ง ไปให้ผู้อื่นรับจ้างช่วงอีกทอดหนึ่งโดยมิได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้าง แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังต้องรับผิดชอบงานที่ให้ช่วงไปนั้นทุกประการ
- 2.3 การเปลี่ยนงาน การเพิ่มหรือลดงาน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงานหรือลดงานตามสัญญาได้ โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วย จะคิดโดยวิธีตกลงราคากับ ผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนงานเพิ่มงานหรือลดงาน จะทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น และถ้ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนระยะเวลาการทำงาน ให้ผู้รับจ้างแจ้งกับผู้ว่าจ้าง เพื่อทำความเข้าใจความตกลงกันต่อไป
- 2.4 กรรมสิทธิ์
 - 2.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหาและงานที่เสร็จแล้ว ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น แต่ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่สำหรับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหาย ถูกทำลายและ/หรือความเสียหายใด ๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ

- 2.4.2 รูปแบบและรายการทั้งหมด ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใด ๆ และ/หรือนำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่น นอกจากจะได้รับ อนุญาตจาก วิศวกรผู้ออกแบบแล้ว
- 2.5 การที่ผู้ว่าจ้างรับทราบและ/หรือให้ความยินยอมใด ๆ เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ฝีมือ รูปแบบ รายการ วิธีการ หรือกรรมวิธีการนัยแห่งการกระทำใด ๆ สิ่งที่ทำ การติดตั้งและ/หรือข้อเสนอใด ๆ โดยผู้รับจ้าง ให้เป็นที่เข้าใจแต่เพียงว่าเป็นการรับของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นซึ่งยังไม่มีเหตุผลอันสมควรที่จะคัดค้านเรื่องต่างๆ ดังกล่าว การกระทำดังกล่าวโดยผู้ว่าจ้างย่อมไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นภาระจากความรับผิดชอบเต็มที่ ในเรื่องความถูกต้องและสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามรูปแบบและรายละเอียดข้อกำหนด และ/หรือต้องพ้นภาระจากหน้าที่ โดยตรงของผู้รับจ้างเกี่ยวกับพันธุกรรม หนี้สินและ/หรือความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อทรัพย์สินและ/หรือบุคคล
- 2.6 แบบแปลนชุดงานออกแบบต่าง ๆ ที่แสดงเป็นเพียงแนวทางช่วยในการก่อสร้างเท่านั้น โดยถือเป็นไดอะแกรม (Diagram) รายละเอียด ข้อกำหนดใช้เป็นเพียงแนวทางช่วยอธิบายและช่วยให้งานเสร็จสมบูรณ์ การวางแผนกำหนดขนาดและการจัดระยะการใช้งานของเครื่องมือ เครื่องใช้และอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต่าง ๆ ผู้รับจ้างจะต้องร่วมมือกับผู้ผลิตให้เป็นไปตามแบบแปลนและจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลง โดยปราศจากการอนุมัติจากวิศวกรที่ปรึกษาควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษรหรือถ้าผู้รับจ้างไม่สามารถทำตามประสงค์ที่กำหนดได้ ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawings เพื่อแสดงระยะและขนาดที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงจากการขัดขวางการใช้งานอื่น ๆ
- 2.7 ข้อกำหนดรายละเอียดหรือแบบที่เขียนไว้สำหรับงานนี้ ไม่ได้แสดงรายละเอียดของเครื่องมืออุปกรณ์ทุกชนิดหรือแสดงการติดตั้งทั้งหมด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องคำนึงถึงเครื่องมืออุปกรณ์วัสดุต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงานแต่ละชิ้น เพื่อให้งานชิ้นนั้น ๆ เสร็จสมบูรณ์ วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ใดก็ตามที่แสดงไว้ในแบบแต่ไม่ได้กำหนดหรือชี้บ่ง ในรายละเอียด ถ้าจำเป็นที่จะต้องชี้เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบและ/หรือให้ระบบสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้โดยตลอด
- 2.8 การคลาดเคลื่อนการตกหล่นหรือความผิดพลาดอันเนื่องมาจากแบบแปลนหรือรายละเอียดข้อกำหนด ให้ผู้รับจ้าง คาดหมายว่าพบการเคลื่อน การตกหล่น หรือความผิดพลาดในการทำงาน และเป็นความตั้งใจของผู้ว่าจ้าง ที่จะให้ผู้รับจ้างดำเนินการทั้งหมดที่ได้กำหนดในแบบแปลนและรายละเอียดข้อกำหนด และจะต้องดำเนินการก่อสร้างงานที่จำเป็นสำหรับวิศวกรรมประกอบอาคารแต่ไม่ได้กล่าวแน่ชัดในสัญญาว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ใช้ความคลาดเคลื่อน การตกหล่น หรือข้อผิดพลาดในแบบแปลน หรือรายละเอียดข้อกำหนดเป็นข้ออ้าง ในการเรียกร้องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างจะต้องดำเนินการสำรวจอย่างละเอียดเกี่ยวกับงานที่จะทำการก่อสร้างและ/หรือติดตั้ง ทำการตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในสนาม ตรวจสอบโครงสร้างและสาธารณูปโภคตรวจสอบแบบแปลน และรายการข้อกำหนดต้องหาข้อมูลโดยเฉพาะแบบแปลนของระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบประกอบอาคาร

3. เงื่อนไขในการปฏิบัติงาน

3.1 แผนงาน

- 3.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงานให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้า (15) วัน หลังจากวันลงนามในสัญญา แผนงานที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานออกให้เหมาะสมและละเอียดตามสมควร และต้องแจ้งจำนวนของพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน / แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับมาด้วยในระหว่างปฏิบัติงานถ้าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้าง ทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่น้อยกว่า (15) วัน เพื่อทำความเข้าใจกันก่อนการเปลี่ยนแปลงแผนงานจะทำได้ เมื่อรับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
- 3.1.2 ถ้าหากในสัญญาจ้างระบุให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งกำหนดการส่งวัสดุและอุปกรณ์ให้แก่ผู้ว่าจ้าง ถ้าหากกำหนดการนั้นไม่เหมาะสมหรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงกำหนดการส่งของระหว่างระยะเวลาทำงาน ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

- 3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ใด ๆ ที่สัญญาว่าจ้างกำหนดให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา ผู้รับจ้างจะ ดำเนินการจัดหาและนำไปติดตั้งได้ต่อเมื่อได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างเป็นหนังสือก่อน แล้ว ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา ภายในหกสิบ (60) วัน นับแต่วันลงนามในสัญญาหรือภายในระยะเวลาที่ ผู้ว่าจ้างได้ทำ ความตกลงกันไว้การที่ผู้รับจ้างนำรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา ซ้ำกว่ากำหนดจะนำมาเป็นข้ออ้างในการขอเปลี่ยนชนิดของวัสดุและอุปกรณ์และ/หรือ ขอต่อเวลาทำงานมิได้ เมื่อผู้ว่าจ้างได้พิจารณาและให้ความยินยอมในรายละเอียด และ/ หรือตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างที่ ได้รับความยินยอมสอง (2) ชุด โดยให้ผู้ว่าจ้างไว้เป็นหลักฐานหนึ่งชุด และเก็บแสดงไว้ที่ สถานที่ปฏิบัติงานอีกหนึ่งชุด รายละเอียดและ/หรือตัวอย่างดังกล่าวจะไม่คืนให้แก่ผู้รับ จ้าง แต่ผู้รับจ้างอาจขอเอาตัวอย่างไปใช้ในงานตามสัญญานี้ได้ แต่ต้องติดตั้งตามตำแหน่ง ที่ผู้ว่าจ้างกำหนด และหากผู้ว่าจ้างต้องการให้ถอดออกมาเพื่อเปรียบเทียบกับชิ้นอื่นผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ วัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ผู้ว่าจ้างพิจารณา แล้วว่าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องทำการขนย้ายออกจากสถานที่ปฏิบัติงาน โดยเร็วที่สุด ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่ กำหนดให้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้งานนี้ หรือถ้าผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควร ส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดตาม ความต้องการของผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะยินยอมให้นำมาใช้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการ และเสียค่าใช้จ่าย
- 3.2.2 ในการกำหนดนามและ/หรือผู้ทำวัสดุอุปกรณ์ไว้นั้น มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างจะต้อง ใช้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไป แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ได้รับไว้ในแบบและ/หรือรายการ ผู้รับจ้างต้องพิสูจน์และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน

- 3.3 การกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องตรวจดูแบบและข้อกำหนดอื่นๆ (Specification) ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานนี้ เช่นแบบโครงสร้างระบบปรับอากาศระบบสุขาภิบาล เป็นต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ให้ได้ตามแบบและไม่ขัดกับงาน อื่น ๆ โดยจะต้องประสานงานกับผู้รับผิตชอบในงานนั้น ๆ เมื่อตำแหน่งของวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ที่จะติดตั้งขัดกันกับงานอื่นผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีที่ตรวจพบแต่ต้องไม่ช้ากว่าสิบห้า (15) วัน ก่อนกำหนดที่จะติดตั้งเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดให้มีการทำความเข้าใจ ถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ขัดกับงานอื่นหลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้ว โดยผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบตามกำหนดผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไขโดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มเติมหรือขอต่อเวลาทำงานมิได้
- 3.4 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบแปลน และในรายการ ถึงแม้ว่างานบางรายการมีแสดงในแบบแต่ไม่ปรากฏในรายการหรือมีกำหนดในรายการ และไม่แสดงในแบบก็ตามผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานนั้นเช่นกันเสมือนกับว่าแสดงไว้ทั้งสองแห่งงานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำ เพื่อให้งานลุล่วงถูกต้องตามแบบและรายการ แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในแบบรายการและ/หรือบัญชีรายการวัสดุและอุปกรณ์ของผู้ว่าจ้าง ซึ่งให้ถือเป็นเพียงแนวทางในการคิดราคาเท่านั้น และ/หรือบัญชีใบเสนอราคาของผู้รับจ้างผู้รับจ้างต้องทำให้ถูกต้องครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไขใด ๆ ทั้งสิ้น ในกรณีที่รายการและ/หรือแบบขัดกันและ/หรือมีความจำเป็นที่ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายการแต่ประการใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือทันทีเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบหากผู้รับจ้างดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องทุกประการได้ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปหากรายละเอียดในข้อกำหนดและในแบบไม่ตรงกัน ให้ถืออันที่ถูกต้องและ/หรือดีกว่าเป็นหลัก
- 3.5 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้ ในการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพและเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำงานเป็นจำนวนที่เพียงพอ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะบังคับให้ผู้รับจ้างเพิ่มและ/หรือเปลี่ยนแปลงจำนวนและ หรือประเภทของเครื่องมือต่างๆ เมื่อเห็นว่าผู้รับจ้างมีเครื่องมือไม่เพียงพอและ/หรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับงาน
- 3.6 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยอันเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวงและบุคคลต่าง ๆ ที่เข้าไปในบริเวณปฏิบัติงาน โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยตลอดเวลา
- 3.7 พนักงาน
- 3.7.1 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้า เครื่องกล สิ่งแวดล้อม และ/หรือวิศวกรในสาขาอื่น ผู้เป็นภาคีวิศวกรหรือสูงกว่า หรือสาขาอื่นซึ่งถูกต้องตาม พรบ. วิชาชีพวิศวกรรม เป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมการสร้างและอำนวยความสะดวกติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบและรายการที่ถูกต้องตามหลักวิชาที่ดีและต้องเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานด้วย
- 3.7.2 ผู้รับจ้างต้องมีนายงานที่ดีเพื่อสั่งงานและควบคุมงานในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลา ปฏิบัติงานและต้องใช้คนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงาน ตามวิธีการที่ ถูกต้องตามหลักวิชาทางช่างที่ดีด้วยฝีมือที่ดีตามกฎข้อบังคับต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น และมีจำนวนคนงานเพิ่มเติมที่จะปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้าง

ถอนคนงาน ที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ ผู้รับจ้างต้องหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

- 3.7.3 ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้
- 3.7.4 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้างต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตาม พระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรมและเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานทั้งหมด
- 3.7.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับ งานที่ได้รับมอบหมายเข้าปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมี จำนวนเพียงพอ สำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- 3.7.6 เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าปฏิบัติงานไม่ดีพอ หรืออาจเกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงาน แทนโดยทันที และ ค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 3.7.7 ผู้รับจ้างต้องเสนอ ชื่อ ประวัติและผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคนพร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ใน การปฏิบัติงานโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ
- 3.7.8 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใด ๆ อันเกิดแกชีวิตบุคคล และทรัพย์สินของพนักงาน

4. DRAWING (แบบและแผนผัง)

4.1 แบบใช้งาน (Shop Drawings)

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบใช้งานและแบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้งขนาดของแบบต้องเท่าแบบของผู้ว่าจ้าง หรือขนาดตาม มอก.33 เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วต้องส่งแบบพิมพ์ให้ผู้ว่าจ้างสาม (3) ชุด ภายใน 30 วัน เพื่อใช้ในการควบคุมงาน

- 4.1.1 แบบ Shop Drawings ในระบบวิศวกรรมประกอบอาคาร จะต้องระบุรายละเอียดและวิธีการติดตั้ง การรองรับและระยะทิศทางเทียบกับงานโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อแสดงตำแหน่งที่แน่ชัดของวัสดุเครื่องมืออุปกรณ์และ Shop Drawings ทุกแผ่นจะต้องได้รับการอนุมัติจาก วิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนที่จะทำการติดตั้ง งานแต่ละช่วงส่วนใดก็ตามที่ผู้รับจ้างกระทำก่อนได้รับการอนุมัติจากวิศวกรที่ปรึกษาควบคุมงานให้ถือเป็นการเสี่ยงของผู้รับจ้างเอง วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานมีสิทธิ์ที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้าง เพิ่มเติมงานบางส่วนและเปลี่ยนแปลงส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้ว ให้สอดคล้องกับแบบแปลนที่ได้ทำสัญญากันไว้โดย ค่าใช้จ่ายส่วนที่เพิ่มขึ้นไม่ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้าง แต่ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด การอนุมัติและเอกสารต่าง ๆ จากวิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานจะต้องไม่ถือว่าเป็น

การตรวจที่เสร็จสมบูรณ์ เพียงแต่เป็นการแสดงกรรมวิธีการก่อสร้างและการติดตั้งซึ่งงานต่าง ๆ ที่ได้กระทำลงไปก็ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

- 4.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม Shop Drawing สำหรับผลิตภัณฑ์จากโรงงานและการติดตั้งรวมถึงบริการทั้งหมด ภายใต้ขอบเขตสัญญาหรือตามความต้องการของวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและแนใจต่อการติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ทุกชิ้น และถ้าเป็นไปได้ให้ทำการวัดในงานก่อสร้างหรือโดยเทียบกับแบบแปลนก่อสร้าง เพื่อที่จะได้สอดคล้องและร่วมมือกับงานสถาปัตยกรรมงานโยธาและงานระบบอื่น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการส่ง Shop Drawings ให้วิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ใด ๆ จากโรงงาน จนกว่าจะได้รับการอนุมัติ Shop Drawings จากวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษร

- 4.1.3 วิศวกรผู้ออกแบบไม่ใช่เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจแบบ Shop Drawing ให้ผู้รับจ้าง การนำเสนออนุมัติ Shop Drawings เป็นเพียงหลักการเท่านั้น โดยไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นจากสภาพการรับผิดชอบต่อติดตั้งและการบริการต่าง ๆ เพื่อให้งานเสร็จตรงกับจุดประสงค์ของข้อกำหนดแบบแปลนจะไม่มีการอนุมัติให้ดำเนินงานต่อไปก่อนที่จะมีการจัดเตรียมและจัดส่ง Shop Drawings มาให้ตรวจ การจัดเตรียม Shop Drawings จะต้องกำหนดตารางเวลา เพื่อที่จะรอกการอนุมัติและจะต้องเป็นไปตามตารางการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมงานโยธาและระบบอื่น ๆ

- 4.2 แบบตามที่สร้างจริง (As-Built Drawings)

ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวทางเดินท่อ เป็นต้น หรือมีการส่งเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่ผู้ว่าจ้างไม่ได้จัดทำแบบให้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผังและแบบตามที่สร้างจริง โดยให้ส่งแบบพิมพ์ 1 ชุด ซึ่งวิศวกรรมงานระบบประกอบอาคารและ/หรือวิศวกรสาขาอื่นของผู้รับจ้างลงนามรับรองความถูกต้องแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้างภายในสามสิบ (30) วัน นับแต่วันที่ยานนั้น ๆ แล้วเสร็จ แต่ไม่ช้ากว่าวันตรวจทดสอบเพื่อรับงาน เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบหรือแก้ไขและส่งแบบคืนให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องส่งต้นฉบับเขียนลงกระดาษเขียนแบบชนิดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 100/105 กรัม/ต่อตารางเมตร หรือเป็นแบบพิมพ์ลงกระดาษซีเปียร์หนาชนิดใช้น้ำยาพร้อมแบบพิมพ์อีกสาม (3) ชุดและต้นฉบับแบบพิมพ์ที่ผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน ขนาดของแบบให้ใช้เหมือนกับที่กำหนดสำหรับแบบใช้งาน

- 4.3 แบบสำหรับการไฟฟ้าท้องถิ่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำและพิมพ์แบบตามที่ต้องการไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการเพื่อใช้ในการตรวจและทดสอบอุปกรณ์ตามงานที่ผู้รับจ้างทำ

5. เครื่องมือ

จ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้เครื่องมือแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย สำหรับใช้ในการ ปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน เจ้าของโครงการมีสิทธิที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยน แปลงหรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

6. ป้ายและเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

- 6.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหรือจัดทำป้ายชื่อเป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายแสดงต่างๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์และการใช้งานโดยใช้ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ
 - 6.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกพื้นสีดำและสลักตัวอักษรสีขาวขนาดโตอย่างน้อย 1/2" และเคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่งป้ายต้องติดให้มั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดทำให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้ คือ
 - 6.2.1 แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด
 - 6.2.2 เครื่องจักร และอุปกรณ์ทั้งหมด
 - 6.3 สีที่พื้นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋อง โดยจะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสี เพื่อให้วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งแล้วสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ต้องแสดงเครื่องหมาย และอักษรอยู่หรือข้อความที่สังเกตเห็นได้ง่ายต่อการเข้าใจ
7. การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์
- 7.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องวัสดุและอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการยกเข้าไป ยังที่ติดตั้งค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
 - 7.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุอุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง
 - 7.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหมายกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างานและแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
 - 7.4 เมื่อวัสดุ และอุปกรณ์เข้าถึงยังหน้างาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้องตามที่ผู้ออกแบบได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป
8. การเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์
- 8.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือวัสดุ อุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้อง รับผิดชอบต่อความเสียหายเสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว
 - 8.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร โครงการเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุ และ อุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่านเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร
 - 8.3 การเก็บรักษาท่อ จะต้องจัดทำชั้นที่เก็บในร่มให้ถูกต้อง
9. การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด
- 9.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และรายการข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่างๆ โดยชัดเจน

- 9.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปนิก แบบโครงสร้างแบบงานระบบวิศวกรรม ทุก ระบบ แบบงานลิฟต์ และบันไดเลื่อน ก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ
- 9.3 เมื่อพบข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการหรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้รีบแจ้ง ต่อผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างโดยฉับพลันและการตีความในข้อความขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ ดีกว่า ถูกต้องกว่าใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

10. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบข้อกำหนดและวัสดุอุปกรณ์

- 10.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไข ตามสัญญาด้วยความ จำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็น เวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
- 10.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีลักษณะหรือคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออก แบบ กำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่ จะแจ้งขอ ความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้น รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้ เดียว
- 10.3 ถ้างานส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้งหรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ดี ผิดไปจากแบบและข้อกำหนด หรือ ใช้ วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิในการสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการ ชั่วคราว และต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันที และความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าวผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืด วันทำการออกไปหรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้

11. การใช้พลังงานไฟฟ้าและอื่น ๆ

- 11.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปาและท่อน้ำอื่น ๆ รวมทั้งมาตรวัดต่าง ๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและใช้งานด้วย
- 11.2 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ใน ข้อ 11.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่างการใช้งาน จนกระทั่งวัน ส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว
- 11.3 การรื้อถอนวัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมภายหลังจากส่งมอบ งาน แล้ว ก็ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกันผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบ ไฟฟ้า ชั่วคราวให้เพียงพอสำหรับแสงสว่างตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานหรือ ตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมไฟสำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออก เองทั้งสิ้น

12. ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

- 12.1 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวงและบุคคลร่วมปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานกาติดตั้ง และ ทดลองเครื่อง
- 12.2 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานที่พักรั่วชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพ ปลอดภัยตลอดเวลา

- 12.3 ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เจียบและสิ้นเปลืองน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อนและมีผลกระทบต่อคนหรืองานอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง
- 12.4 เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนวัสดุของอาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่โดยสิ้นเชิง สิ่งใดที่จะต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน
- 12.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้สะดวกการขนส่งและการซ่อมบำรุงรักษา

13. การประสานงาน

ผู้รับจ้างต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงานอย่างจริงจัง โดยจะต้องปรึกษาและประสานงานอย่างใกล้ชิดกับการติดตั้งระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ เช่น ผู้รับจ้างงานโครงสร้างอาคาร, ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้า, ผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาล, ผู้รับจ้างงานตกแต่งภายใน เป็นต้นอยู่เสมอเพื่อลดปัญหาการขัดแย้งกับผู้รับจ้างระบบอื่น และเพื่อให้งานดำเนินไปได้โดยสะดวกราบรื่น

14. การรายงานผล และความคืบหน้าของงาน

- 14.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานสรุปผลความคืบหน้าของการปฏิบัติงานติดตั้งเป็นลายลักษณ์อักษรจำนวนชุดให้แก่ผู้ว่าจ้างโดยสม่ำเสมอเป็นรายอาทิตย์ และสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว
- 14.2 รายงานดังกล่าวในข้อ 14.1 จะต้องเริ่มทำตั้งแต่เมื่อเริ่มมีการปฏิบัติงานที่หน้างานและสิ้นสุดลงเมื่อมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว
- 14.3 รายงานดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้คือ
 - 14.3.1 จำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงานทั้งหมด
 - 14.3.2 จำนวนวัสดุและอุปกรณ์ที่เข้ามายังหน่วยงาน
 - 14.3.3 รายละเอียดงานที่ได้ดำเนินการไป
 - 14.3.4 งานที่ล่าช้า(ถ้ามี)
 - 14.3.5 วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงงานจากผู้ว่าจ้าง
 - 14.3.6 วันที่เสนอแบบใช้งานจริงและวันที่ได้รับการอนุมัติแบบ
 - 14.3.7 เหตุการณ์พิเศษอื่นๆเช่นอุบัติเหตุฯ

15. การทดสอบเครื่อง และระบบ

- 15.1 ผู้รับจ้างจะต้องหาตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างทั้งจะต้องจัดเตรียมเอกสารขอแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบเครื่องเสนอต่อผู้ว่าจ้าง จำนวน 2 ชุด
- 15.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องและอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบและรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบ ด้วยและผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

- 15.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด
- 15.4 การทดสอบเครื่องและระบบต่างๆให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าและหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

16. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

- 16.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้สึกรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน
- 16.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่าง ๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะ เวลาอย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

17. หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งต้องมีวิธีการใช้ระยะเวลาของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่น ๆ เป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างอย่างช้า 7 วัน ก่อนวันส่งมอบงาน

18. การรับประกัน

- 18.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ของระบบปรับอากาศทั้งระบบภายในระยะเวลา 2 ปีนับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จ และผู้ว่าจ้างลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- 18.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่องวัสดุอุปกรณ์และสิ่งอื่นใดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องจากสาเหตุใด ก็ตามผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม โดยไม่ชักช้า และ รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด ในกรณีที่ผู้รับจ้างชักช้าผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิที่จะดำเนินการจ้างผู้อื่นแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง
- 18.3 ในช่วงรับประกัน ถ้าผู้ว่าจ้างเกิดพบว่าเครื่องวัสดุอุปกรณ์หรือสิ่งอื่นๆ ไม่ถูกต้องตามแบบหรือข้อกำหนดผู้รับ จ้าง จะต้องแก้ไข หรือ เปลี่ยนใหม่ให้ถูกต้อง

19. การบริการ

- 19.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลา 2 ปี
- 19.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการบริการเป็นประจำต่อระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่ผู้รับจ้างดำเนินการโดยไม่คิดค่าจ้างต่อผู้ว่าจ้าง 3 เดือนต่อครั้ง เป็นเวลา 2 ปี จำนวน 8 ครั้ง โดยมีรายการต่างๆ ไม่น้อยไปกว่านี้
 - ส่งวิศวกรและผู้เชี่ยวชาญมาทำการตรวจสอบระบบปรับอากาศ
 - ทำการปรับแต่งและทำความสะอาดอุปกรณ์ทั้งระบบ
 - ทำการบำรุงรักษาโดยทำประวัติการซ่อมบำรุง และการบริการของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เป็นประจำ
 - ทำรายงานการตรวจสอบ และการบริการประจำเดือนเสนอให้เห็นต่อเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง
 - ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาด Cooler, Condenser, Coil อย่างน้อย 2 ครั้ง
- 19.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายการงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ
- 19.4 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาทำงานปกติผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำโดยไม่ชักช้า

20. การส่งมอบงาน

- 20.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน
- 20.2 ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่อง วัสดุ และ อุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และเป็นที่น่าพอใจของผู้ว่าจ้างว่าเครื่องวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดี ถูกต้องตามข้อกำหนดทุก ประการ
- 20.3 รายการส่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือแบบสร้างจริง 4 ชุด
- 20.4 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ 4 ชุด ยกเว้นกรณีที่ส่งก่อนแล้วและผู้ว่าจ้างไม่ได้ขอให้แก้ไขหรือเพิ่มเติม
- 20.5 เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
- 20.6 อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

21. งานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้าง

21.1 การตัดเจาะ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการตัดเจาะที่จำเป็นต่อการติดตั้งงานระบบประกอบอาคาร เช่น การเจาะผนัง, พื้น, การเจาะตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่าง ๆ จะต้องทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป รวมทั้งควรจะต้องแจ้งให้เจ้าของงานทราบก่อนที่จะดำเนินการตัดเจาะด้วย ในกรณีที่เกิดความเสียหายกับงานของผู้รับจ้างอื่น ภายหลังจากการตัดเจาะ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และซ่อมแซม หรือเปลี่ยนส่วนที่เสียหายให้อยู่ในสภาพเดิม

21.2 การปิดช่อง

- 21.2.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่าง ๆ บนฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการ หลังการติดตั้งหลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่าง ๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้ให้ สำหรับ ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน
- 21.2.2 ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ/ผนังกันเสียง ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งวัสดุดังกล่าวเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM

21.3 การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดทำแท่นเครื่อง, แท่นแผงไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น ตามความเหมาะสมและมีความแข็งแรงแท่นคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็กให้ถูกต้องทางวิชาการ มุมแท่นคอนกรีตจะต้องปาดเป็น

มุ่มเอียง ผู้รับ จ้างจะต้องแจ้งข้อมูลต่าง ๆ ของแท่นเครื่อง เช่น รายละเอียดขนาด ตำแหน่งแก่สถาปนิกและวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ทราบก่อนดำเนินการอย่างน้อย 7 วัน

21.4 การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการยึดท่อ และอุปกรณ์ในงานระบบประกอบอาคาร กับโครงสร้างอาคาร เช่น โครงเหล็ก, เหล็กยึดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการหากจะใช้ Expansion Bolt จะต้องผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักตามที่ต้องการได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่า (Safety Factor = 3) Expansion Bolt ที่ใช้จะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปูนไม่โดยเด็ดขาด

21.5 งานติดตั้งในห้องเครื่อง

21.5.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่าง ๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

21.5.2 แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ ทราบล่วงหน้าหรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควรเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

21.6 ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

21.6.1 ช่องเปิดต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ชาฟท์ ช่องระหว่างผนังฝ้าเพดานผู้รับจ้างต้องกำหนดขนาดตำแหน่งและระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบโดยรวมปรึกษากับผู้รับจ้างที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่าง ๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

21.6.2 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่องและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลังรวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้าและฝ้าผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

21.7 เฝิงและโรงเรือนชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้คุมงานเรื่องตำแหน่งสถานที่สร้างเฝิง และโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาเครื่องและอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้ง เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้เท่านั้นอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหายหรือเสื่อมสภาพก่อนนำไปใช้งาน วัสดุที่กองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคาหรือผ้าใบคลุมป้องกันฝนและแสงแดด วัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้น และห้ามกองไว้บนพื้นดิน

21.8 การกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุและสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวัน ภายหลังจาเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้น ๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งบริเวณรวมขยะ

ส่วน กลางก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณ
หน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

21.9 การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของ
เครื่องจักรต่างๆหลังจากการติดตั้งแล้วโดยใช้วิธีป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงของเครื่องจักร
นั้นๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือนควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร

หมวดที่ 2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประกอบด้วยคอนเดนซิ่งยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) และ/หรือเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) โดยทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานในต่างประเทศหรือประกอบภายในประเทศ ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นและจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน โดยจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ (Drawings) โดยมีเงื่อนไขดังนี้-

- สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (Air Temperature Entering Cooling Coil) 80 FDB., 67 FWB.
- ช่วงอุณหภูมิไอน้ำทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature Range) 34 - 47 F
- สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Entering Air Temperature) 95 FDB., 83 FWB
- เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ (AHU) ทำความเย็นเกินกว่า 200,000 บีทียูต่อชั่วโมง จะต้อง สามารถลดขนาดทำความเย็น (Capacity Unloading) อย่างน้อย 2 ขั้น (2 Steps)

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

2 เครื่องปรับอากาศ

2.1 เครื่องคอนเดนซิ่งยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศแบบ VRV/VRF (VRV/VRF Condensing Unit)

เป็นเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ตามที่ระบุหรือแสดงในแบบ ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant – 410A รายละเอียดของเครื่องมีดังนี้

- CASING : ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมหรือ Fiberglass Reinforced Polyester และผ่านกระบวนการเคลือบและอบสี ซึ่งสามารถป้องกันการกัดกร่อนจากบรรยากาศภายนอก ได้เป็นอย่างดีเหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง
- COMPRESSOR : เป็นแบบ Hermetic Scroll Type โดยมีชุด Inverter ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบรอบมอเตอร์ ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนหรือกระแสสูงเกินเกณฑ์ ในกรณีที่คอนเดนซิ่งยูนิตมีจำนวนคอมเพรสเซอร์ตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป และ คอนเดนซิ่งยูนิตในแต่ละชุดให้มีคอมเพรสเซอร์ ที่มีชุด Inverter ควบคุมอย่างน้อย 1 ชุด
- CONDENSER COIL : ทำด้วยท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type ผ่านการทดสอบรอยรั่วและการจัดการความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต
- พัดลม : เป็นแบบใบพัด (Propeller) หรือแบบกรงกระรอก (Centrifugal) ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ โดยต้องถ่วงสมดุลย์ (Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- มอเตอร์พัดลม : มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบหล่อลื่น ตลับลูกปืน หรือแบบปลอกที่มีระบบหล่อลื่นอย่างระยะยาว

- ระบบควบคุม : มีแมกเนติกคอนแทกเตอร์โอเวอร์โหลดของคอมเพรสเซอร์มี Timer ในการหน่วงเวลาสตาร์ทคอมเพรสเซอร์ ในช่วงประมาณ 3 - 5 นาที โดยต้องเป็นชนิดที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ กล่าวคือ ถ้าเครื่องได้หยุดเดินเกิน 5 นาที แล้วจะต้องไม่หน่วงเวลาต่อไปหรือ 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) ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องจะต้องมีแทรมป์ (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางทางไหลของน้ำ

- Casing : เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จสวยงามและแข็งแรง ทำด้วยแผ่นเหล็ก ที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบสีและอบสี ภายในบุด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam หนาไม่น้อยกว่า 1/2" ที่ถาดน้ำทิ้งหุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวด้วย
- พัดลม : เป็นแบบ Centrifugal Fan ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 จังหวะใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติก หรือเหล็กอาบสังกะสีได้รับการถ่วงสมดุลทั้ง Static และ Dynamic มอเตอร์เป็นชนิด Permanent Split Capacitor มีอุปกรณ์ป้องกันความร้อนสูง เกินเกณฑ์ สามารถปรับความเร็วรอบได้ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์ใช้ระบบไฟฟ้า 220V./ 50 Hz.
- Coil Section : เป็นท่อทองแดง แบบ INNER GROOVE ที่ถูกอัดให้เข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง ผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- ระบบไฟฟ้าและควบคุม : มีสวิทช์เปิด - ปิดเครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลมทั้งสวิทช์เทอร์โมสแตต ติดอยู่ที่เครื่องหรือเป็นชนิดตั้งแยก (Remote Type) ตามที่ระบุในแบบ (Drawings)
- Filters : เป็นอลูมิเนียมหรือ Polyester อยู่ในกรอบที่แข็งแรง ที่สามารถล้างทำความสะอาดได้

2.3 เครื่องคอนเดนซิ่งยูนิต (General Condensing Unit)

เป็นเครื่องที่ประกอบเรียบร้อยและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ตามที่ระบุหรือแสดงในแบบ ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant R407 / R410a / R134A รายละเอียดของเครื่องมีดังนี้

- CASING : ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบ/อบสี หรือวัสดุที่ทนหรือ ให้ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแรง หรือวัสดุที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือนหรือเกิดเสียงดังเมื่อให้งาน

- COMPRESSOR : เป็นแบบมอเตอร์หุ้มปิด (HERMETIC) ระบายความร้อนด้วยสารทำความเย็น และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกัน เมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์
- CONDENSER COIL : เป็นท่อทองแดง แบบ INNER GROOVE ที่ถูกอัดให้เข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง ผ่านการทดสอบรอยรั่ว และการกำจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต
- พัดลม : เป็นแบบใบพัด (Propeller) หรือแบบกรงกระรอก (Centrifugal) ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ โดยต้องถ่วงสมดุลย์ (Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- มอเตอร์พัดลม : มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบหล่อลื่น ตลับลูกปืน หรือแบบปลอกที่มีระบบหล่อลื่นอย่างระยะยาว
- ระบบควบคุม : มีแมกเนติกคอนแทกเตอร์โอเวอร์โหลดของคอมเพรสเซอร์มี Timer Delay Relay ในการหน่วงเวลาสตาร์ทคอมเพรสเซอร์ ในช่วงประมาณ 3 - 5 นาที โดยต้องเป็นชนิดที่ใช้กับ เครื่องปรับอากาศ กล่าวคือ ถ้าเครื่องได้หยุดเดินเกิน 5 นาที แล้วจะต้องไม่หน่วงเวลาต่อไปหรือถ้ามีการหน่วงเวลาต้องไม่เกิน 5 วินาที ถ้าเครื่องปรับอากาศมีขนาดมากกว่า 36,000 BTU จะต้องมี High and Low Pressure Switches หรือ ระบบตรวจสอบอย่างอื่นที่ทำงานเพื่อวัตถุประสงค์เดียวกัน
- ระบบไฟฟ้า : 380V./ 3Phase / 50 Hz. หรือ 220V. / 1Phase / 50 Hz. ตามที่ระบุในแบบ
- 2.4 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (General Fan Coil Unit)
- เป็นเครื่องเป่าลมเย็นขนาดตั้งแต่ 5 ตันความเย็นลง ซึ่งประกอบและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต และมีขนาดไม่น้อยกว่าที่แสดงไว้ในแบบ (Drawings) ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องจะต้องมีแท็ป (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางทางไหลของน้ำ
- Casing : เป็นแบบที่ตกแต่งสำเร็จสวยงามและแข็งแรง ทำด้วยแผ่นเหล็ก ที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบสีและอบสี ภายในบุด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam หนาไม่น้อยกว่า 1/2" ที่ถาดน้ำทิ้งหุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวด้วย
- พัดลม : เป็นแบบ Centrifugal Fan ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 จังหวะใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติก หรือ เหล็กอาบสังกะสี ได้รับการถ่วงสมดุลย์ทั้ง Static และ Dynamic มอเตอร์เป็นชนิด Permanent Split Capacitor มีอุปกรณ์ป้องกันความร้อนสูง เกินเกณฑ์ สามารถปรับความเร็วรอบได้ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์ใช้ระบบไฟฟ้า 220V./ 50 Hz.
- Coil Section : เป็นท่อทองแดง แบบ INNER GROOVE ที่ถูกอัดให้เข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง ผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- ระบบไฟฟ้าและควบคุม : มีสวิตช์เปิด - ปิดเครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลมทั้งสวิตช์เทอร์โมสแตต ติดอยู่ที่เครื่องหรือเป็นชนิดตั้งแยก (Remote Type)ตามทีระบุในแบบ (Drawings)

Filters : เป็นอลูมิเนียมหรือ Polyester อยู่ในกรอบที่แข็งแรง ที่สามารถล้างทำความสะอาดได้

อุปกรณ์ลดแรงดัน : เครื่องปรับอากาศขนาดน้อยกว่า 24,000 BTU (หรือกำหนดโดยมาตรฐานผู้ผลิต) ให้ติดตั้งอุปกรณ์แคปปิลารีทิวที่เครื่อง CDU และให้หุ้มฉนวนที่ท่อน้ำยาทั้ง 2 ท่อ

3 ท่อน้ำยา (Refrigerant Piping)

ท่อทองแดงไร้ตะเข็บ แบบ Hard drawn , Type L การต่อเป็นแบบเชื่อมเงินยกเว้นจุดที่มีการติดตั้ง Valve หรือ Thermostatic Expansion Valve ให้ต่อแบบ Flare และท่อน้ำยาด้าน Suction ให้หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam หนา 3/4" สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก และมีความหนา 1" สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ ในกรณีที่ คอนเดนซิงยูนิท ติดตั้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อให้ให้น้ำมันหล่อลื่นวนกลับเข้าเครื่องอัดน้ำยาได้ดี ท่อน้ำยาด้าน Suction ให้มี U-Trap ทุก ๆ 3-5 เมตร ในแนวดิ่ง หรือ เป็นท่อคู่ถ้าจำเป็นและ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด และถูกต้อง ท่อน้ำยาจะต้องติดตั้ง ตัวกรองสิ่งสกปรกและความชื้น

(Filter Drier) และตาแมว(Sight Glass)การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคาร หรือตามแนวในแบบ ในส่วนที่ผ่านคาน กำแพง หรือพื้น จะต้องมีการวางปลอก (SLEEVE) ถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคาร จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุอย่าง หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย และท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคง ท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับจะต้องสามารถให้น้ำมันหล่อลื่นกลับไปที่คอมเพรสเซอร์ได้สะดวกในทุกภาวะของการทำงาน ท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดพอเหมาะคือ ให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิควบแน่นเปลี่ยนไปเกินกว่า 1 – 2 oC หรือมีขนาดตามที่กำหนดในแบบ

ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT HANGER) โดยใช้ประกับกับเหล็ก ออบสังกะสี หรืออลูมิเนียมรัดตัวท่อเข้ากับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร สำหรับท่อสารทำความเย็นเหลว (LIQUID LINE) หรือท่อสารก๊าซอัดรีด (DISCHARGE LINE) นั้น จะต้องมียึดด้วยหรือเทียบเท่าค้ำกลางไว้บริเวณที่รองรับ เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อทองแดงสัมผัสกับอุปกรณ์รองรับโดยตรง สำหรับท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับซึ่งหุ้มฉนวน ณ จุดที่วางบนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT HANGER) ต้องป้องกันไม่ให้หน้าหนักท่อกดทับฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหาย โดยอาจใช้ฉนวนชนิดแข็ง ณ จุดนั้น หรือวิธีอื่น ที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ แล้วใช้ท่อ พี.วี.ซี. ผ่าครึ่งตามยาว หรือแผ่นเหล็ก ออบสังกะสีไม่บางกว่าเบอร์ 22 B.W.G. ยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม.ประกับ หรือหุ้มโดยรอบ

ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยก๊าซไนโตรเจนที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 28 กก./ชม.2 เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชม. โดยที่ความดันอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (0.1 oC / 1 กก./ชม.2) แล้วจึงทำการดูดความชื้นออก และทำให้เป็นสุญญากาศ ด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ (VACUUM PUMP) จนมีความดันประมาณ 2.1 กก./ชม.2 อย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงเติมสารทำความเย็นเพิ่ม

4 ท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain Pipe)

ใช้ท่อ PVC Class 8.5 ท่อน้ำทิ้งต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Insulation หนา 1/2" การติดตั้งให้มีความลาดเอียงเพียงพอ (ไม่น้อยกว่า 1:100) ที่จะให้น้ำทิ้งไหลได้สะดวก

5 การหุ้มฉนวน

รอยต่อของฉนวนท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้งจะต้องสนิทกันโดยใช้น้ำยาเชื่อมฉนวนของโรงงานผู้ผลิตฉนวน

6. ระบบควบคุมจากส่วนกลาง

จัดเตรียมระบบควบคุมส่วนกลาง (Intelligent Manager System) จะต้องเป็นระบบที่สามารถ

6.1 เปิด-ปิด แฟนคอยล์และตั้งอุณหภูมิของแฟนคอยล์ยูนิตแต่ละตัวได้

6.2 ตั้งเวลาการทำงาน

6.3 สามารถตั้งล๊อคการเปิด-ปิด แฟนคอยล์ยูนิตโดยพลการ

6.4 อุปกรณ์ของระบบ

- 6.4.1 คอนโซลสำหรับพนักงานควบคุม (Operator Console or Work Station) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับ เช่น HP, IBM, Compaq, Dell หรือเทียบเท่าโดยเป็นรุ่นล่าสุดในขณะนั้น (ช่วงส่งมอบ) มีติดจากผู้ว่าจ้าง ประกอบด้วยหน่วยประมวลผล (CPU.), แป้นพิมพ์ (Keyboard), จอแสดงผล (Monitor), เมาส์ (Mouse), เครื่องพิมพ์ (Printer), โปรแกรม (Software) พร้อมทั้งโต๊ะคอมพิวเตอร์สำหรับวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดและเก้าอี้สำหรับพนักงานควบคุม โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้
- Workstation PC สามารถใช้ระบบปฏิบัติการ MS Windows 2000 Windows XP, Vista, Windows sever 2003 Windows sever 2008, Linux โดยใช้ได้ทั้ง รุ่น 32 bit และ 64 bit
 - CPU ไม่น้อยกว่า Intel Core i7 4 แกนประมวลผล, ความเร็ว 2.93 Mhz. หน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า DDR3 2GB
 - มีหน่วยแสดงผลกราฟฟิคพร้อมหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 512MB (ไม่รวมกับหน่วยความจำหลัก)
 - มี Hard Disk Drive แบบไม่น้อยกว่า Raid 1 (Mirror) SATA II ขนาด 1 TB
 - มี DVD-RW จำนวน 1 ชุด
 - มี Port เชื่อมต่อภายนอกไม่น้อยกว่า ดังนี้
 - 1000/100/10 Base TX Ethernet 1 Part
 - USB 2.0 & USB3 4 Part
 - Serial 1 Part
 - Parallel 1 Part
 - ชุดแป้นพิมพ์ภาษาไทย/อังกฤษ พร้อมเมาส์ 1 ชุด
 - จอแสดงผล (Monitor) เป็นชนิด LCD จอสีขนาดไม่น้อยกว่า 21 นิ้ว
 - เครื่องพิมพ์ (Printer) ชนิด Dot Matrix จำนวน 1 เครื่อง สำหรับการพิมพ์สภาวะการใช้งานและการแจ้งเหตุผิดปกติต่าง ๆ (Alarm) เครื่องพิมพ์เป็นระบบ 24 เข็ม หน้ากว้างประมาณ 9 นิ้ว และมีความเร็วในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 160 ตัวอักษรต่อวินาที พร้อมกับกระดาษต่อเนื่อง 1 กล่อง ประมาณ 2,000 หน้า และตลับหมึกพิมพ์ (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 500 VA. (หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ ระบบควบคุม) 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 สามารถจ่ายไฟได้อย่างต่อเนื่องเมื่อไฟฟ้าดับเป็นเวลามากน้อย 4 ชั่วโมงติดต่อกัน (ที่ Full Load) พร้อมทั้งมีสัญญาณไฟ (Indicator Lamp) แจ้งเมื่อแบตเตอรี่ต่ำและเมื่อ Inverter ทำงาน
- เครื่องสำรองไฟ UPS จำนวน 1 เครื่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 750 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

8. การติดตั้งเครื่อง

บุคคลากรที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศระบบ VRV/VRF ต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ในการติดตั้งจนมีความชำนาญในการทำงานด้านนี้ โดยมีการรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ

เครื่อง CDU จะต้องมีการรองรับการสั่นสะเทือนประเภทยางหรือสปริงและสำหรับเครื่อง Fan Coil Unit ชนิดแขวนจะต้องติดตั้งโดยมีเหล็กยึดแขวนติดกับโครงสร้างอย่างแข็งแรง ท่อที่นำเข้ามาเก็บที่หน่วยงานจะต้องมีการอุดหัวท้ายท่อด้วยปลั๊กอุด เพื่อป้องกันสิ่งของทะลุเข้าไปในท่อ ในขณะที่ติดตั้งท่อเมื่อเลิกงานให้อุดด้วยปลั๊กอุด ที่ปลายท่อที่ยังไม่ได้ต่อจำนวนน้ำยาและน้ำมันหล่อลื่นที่ ตั้งใช้ชุด ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อให้อายุการใช้งานของเครื่องอัดน้ำยา ยาวนาน

9. การรับประกันและการบำรุงรักษา

9.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันความเสียหายใด ๆ ที่เกิดจากชิ้นส่วนชำรุดบกพร่องที่เกิดจากการผลิตและการติดตั้งที่ผิดวิธีโดย

- | | |
|---|------|
| - คอมเพรสเซอร์ มีอายุรับประกันไม่น้อยกว่า | 5 ปี |
| - ชิ้นส่วนอื่น มีอายุรับประกันไม่น้อยกว่า | 2 ปี |
| - การเข้าบำรุงรักษาทุก ๆ ระยะเวลา 12 ครั้ง / ปี รวม | 2 ปี |

หมวดที่ 3 เครื่องส่งลมเย็น

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 เครื่องส่งลมเย็นที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทเดียวกันกับเครื่องทำน้ำเย็น แต่สามารถผลิตภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นได้ ชนิดของเครื่องส่งลมให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ
- 1.2 ค่าความดันที่ระบุไว้ในตารางรายการอุปกรณ์ในแบบเป็นค่า 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 และต่อท่อระบายอากาศไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุด
- 1.4 ท่อน้ำทั้งจากเครื่อง ต้องมีแตรป (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้ง และเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางการไหลของน้ำ ท่อน้ำทั้งใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) Class B.

2. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit)

- 2.1 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ประกอบด้วยชุดพัดลม (Fan Section), ชุดคอยล์เย็น (Coil Section), ชุดแผงกรองอากาศ (Air Filter Section) เป็นองค์ประกอบสำคัญแต่ละส่วนอาศัยวิธียึดติดกันในการขนส่งอาจจะแยกขนส่งเป็นชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญนี้ แล้วนำไปประกอบที่หน่วยงานได้แต่การประกอบจะต้องทำอย่างประณีตและจะต้องไม่รื้อตามรอยต่อ เมื่อนำเครื่องเป่าลมเย็นเข้าที่ติดตั้งจะต้องปิดปากทางลมเข้าและออกด้วยพลาสติกเพื่อกันฝุ่น และหาวิธีป้องกันตัวถังเครื่องเสียหายในระหว่างการก่อสร้าง อันได้แก่ 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. ครอบคลุมได้ส่วนที่เป็นคอยล์เย็นทั้งหมดด้านรับน้ำเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อนด้านล่างบุด้วยฉนวน มีตัวต่อท่อน้ำทิ้ง ที่มีขนาดเหมาะสมทั้ง 2 ด้าน พร้อมปลั๊กอุดหรือฝาครอบถาดน้ำทิ้งต้องอยู่ในระดับสูงพอที่น้ำจะถ่ายออกจากถาดได้หมดโดยทางท่อน้ำทิ้งที่ทำการติดตั้ง
- 2.4 คอยล์น้ำเย็น (Cooling Coil) และคอยล์น้ำร้อน (Heating Coil) ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนา ชนิดไม่มีตะเข็บ ขนาดท่อไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ประกับกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 2000 kPa

- (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จำนวนครีบบลูในช่วง 8-12 ครีบบลู และจำนวนแถว 3-6 แถว ครีบบลูของทุกแถวต้องตรงกัน เพื่อให้ฉีดล้างได้สะดวก หากจะต้องมีจำนวนแถว 8 แถว จะต้องแยกคอยล์เย็นเป็น 2 ชุด วางซ้อนห่างกันอย่างน้อย 50 ซม. (20 นิ้ว) ที่ด้านบนสุดของคอยล์ให้มี Manual Air Vent Cock
- 2.5 พัดลมโดยทั่วไปเป็นแบบ Forward Curve Centrifugal Fan หากเครื่องเป็นแบบที่มี ความดันสูง (High Static Pressure) เกินกว่า 2.5 นิ้ว ใบพัดต้องเป็นแบบ Air Foil Blade พัดลมทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กผ่านกรรมวิธีฟอสเฟต พ่นสีแล้วอบ (Baked Enamel) ได้รับการปรับสมดุลทั้ง ทางด้าน Static และ Dynamic ถ้ามีพัดลม 2 ชุด ในเครื่องส่งลมเย็นเครื่องเดียวกันต้องอยู่บนเพลลาเดียวกัน พัดลมต้องสามารถส่งลม และให้ความดันลมตามที่ต้องการ และให้ความดังของเสียงไม่เกิน 60dBA ตลอด Octave Band 2-8 ในกรณีเสียงดังกว่านี้จะต้องเพิ่มอุปกรณ์กันเสียง (Sound Attenuator) ที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ในกรณีที่เทียบเท่ากันนี้ ตลับลูกปืนเป็นแบบ Ball Bearing ชนิด Self Aligning, Prelubricated, Sealed Type มีหัวสำหรับอัดจาระบี 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 รอบต่อนาทีฉนวนไฟฟ้าเป็น Class F เลือกใช้ที่ Service Factor 1.15 การขับเคลื่อนพัดลมอาศัยมูลย์ และสายพานรูปตัววี มูลย์ชุดที่ติดอยู่กับเพลลามอเตอร์เป็นแบบที่ปรับความกว้างของร่องมูลย์ได้ และสามารถทดรอบได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่น้อยกว่า 50 รอบต่อนาที ความตึงของสายพานอาศัยการปรับระยะแท่นมอเตอร์ มอเตอร์ที่มีมูลย์หรือสายพานอยู่ภายนอกเครื่องส่งลมเย็นต้องมี Belt Guard ชนิดที่มองเห็นได้ปิดครอบสายพาน
- 2.7 ส่วนของตัวเครื่องที่อาจจะทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำที่ผิวภายนอกเครื่องจะต้องบุด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam หรือฉนวนใยแก้วที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 40 กก./ลบ. เมตร (2.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต) โดยกันใยแก้วหุ้มด้วย อลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพรุน หรือพ่นด้วย Neoprene หรือใช้ผนังสองชั้นกรณีเป็นผนังสองชั้นอาจจะใช้ฉนวน Polyurethane Foam ได้ ความหนาของฉนวนทุกชนิด ถ้าเครื่องติดตั้งในห้องปรับอากาศ หรือในที่ลมกลับผ่านใช้ฉนวนหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) ถ้าติดตั้งในห้องทั่วไปใช้ความหนา 25 มม. (1 นิ้ว) การบุฉนวน สำหรับถาดน้ำทิ้งให้บุด้านนอก
- 2.8 ชุดแผงกรองอากาศ มีโครงสร้างเช่นเดียวกับตัวถังเครื่อง ยึดกับตัวถังเครื่องด้วยหน้าแปลน และต้องไม่มีลมรั่วลอดผ่านแผงกรองอากาศ ถ้าในแบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น แผ่นกรองอากาศเป็นแบบ สามารถล้างทำความสะอาดได้ ลักษณะของเนื้อกรองเป็น Slit และ Expanded Aluminum ซึ่งซ้อนกันหลายชั้นเรียงตามลำดับจากชั้นที่มีรูห่างไปถึงชั้นที่มีรูถี่ ตามทิศทางการไหลผ่านของอากาศ ความหนาที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 2 นิ้วหรือเป็นไปตามที่ผู้ทำเครื่องส่งลมเย็นแนะนำเป็นชนิดความเร็วลมต่ำแบบ V-Shape การติดตั้งให้แนบสนิทอย่าให้ลมรั่วผ่านได้
- 2.9 อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนเป็นแบบสปริงมีจำนวนพอเหมาะกับขนาดของเครื่อง ตามคำแนะนำของผู้ผลิต และมี Static Deflection ไม่น้อยกว่า 25 มม. (1 นิ้ว)
- 2.10 ช่องเปิดบริการ (Access Door) ทำเป็นประตูมีตัวล็อกที่แข็งแรง (ห้ามยึดด้วยสกรู) และสามารถเปิดล็อกเพื่อช่องบริการได้โดยสะดวก ตัวบานประตูพับลิ้นขึ้นรูปแข็งแรงรอบประตูมีประเก็นกันลมรั่ว บานประตูมีขนาดที่เหมาะสมกับจุดบริการ สำหรับประตูขนาดใหญ่กว่า 0.60 x 0.60 ม. ให้มีบานพับตำแหน่งที่จะต้องเปิดบริการ คือ
- พัดลม
 - แผงกรองอากาศ
 - คอยล์เย็น

3. เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit)

- 3.1 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ ประกอบด้วยตัวถัง คอยล์เย็น พัดลม มอเตอร์ ถาดน้ำทิ้ง แผงกรองอากาศ และส่วนประกอบมาตรฐานต่าง ๆ จะต้องผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต เหมาะสมกับการทำความเย็นที่ใช้
- 3.2 ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กที่อบสังกะสี ฟันสีแล้วอบ (Baked on Enamel) แผ่นเหล็กจะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.1 มม. ตัวถังเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องบุฉนวนภายในตัวถังเครื่องจะต้องออกแบบให้แลดูเรียบร้อย สวยงาม แข็งแรงและสามารถถอดแผงตัวถังต่าง ๆ ออกเพื่อทำการซ่อมแซมได้โดยสะดวก ตัวถังเครื่องจะต้องมีที่ว่างพอเหมาะ สำหรับการติดตั้งวาล์วควบคุม สำหรับเครื่องแขวน (Horizontal Type) จะต้องใส่ลูกยางตรงจุดหัวทุกจุด
- 3.3 คอยล์เย็น ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ ประกอบกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 1400 kPa (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จำนวนครีบอลูมิเนียมในช่วง 9-12 ครีบอลูมิเนียมและจำนวนแถว 2-4 แถว การติดตั้งคอยล์เย็นจะต้องให้มีลมลอดผ่านคอยล์ให้น้อยที่สุดและต้องไม่มีน้ำกระเซ็นไปตามลม (Carry Over)
- 3.4 พัดลมเป็นแบบ Forward Curve Centrifugal Fan และอาจจะมีหลายชุดยึดอยู่บนแกนเพลาคู่เดียวกันได้ใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติก หรือเหล็กอบสังกะสี ได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้าน Static และ Dynamic สามารถส่งลมและให้ความดันลมที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และให้ความดังของเสียงไม่เกิน 55 dBA ตลอด Octave Band 2-8 เมื่อเดินรอบปานกลาง (Medium) สำหรับพัดลมติดตั้งโดยที่เป่า ลมเข้าคอยล์ จะต้องมียกช่องช่วยกระจายให้ลมผ่านอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งคอยล์
- 3.5 มอเตอร์ เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 220V / 1 Ph. / 50 Hz. ชนิดคาปาซิเตอร์ ต่อตลอดเวลา (Permanent Split Capacitor) มีขดลวดที่ทำให้สามารถปรับรอบได้ตามต้องการ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B
- 3.6 อุปกรณ์ชุดปรับรอบ (Fan Speed Switch) เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรองรับจากมาตรฐานสากลที่มีชื่อเสียง สามารถปรับจังหวะมอเตอร์ได้ 3 จังหวะ (High-Medium- Low) และ Off ประกอบด้วยเป็น อลูมิเนียม หรือพลาสติกที่แข็งแรงสวยงาม
- 3.7 ส่วนของตัวเครื่องที่อาจจะทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำที่ผิวภายนอกเครื่อง จะต้องบุ ด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam หรือฉนวนใยแก้ว ที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 40 กก./ลบ.เมตร (2.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต) โดยกันใยแก้วหุ้มด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพรุนหรือพันด้วย Neoprene ความหนาของฉนวนทุกชนิด ถ้าเครื่องติดตั้งในห้องปรับอากาศหรือในที่ลมกลับผ่านใช้ ฉนวนหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) ถ้าติดตั้งในห้องทั่วไปใช้ความหนา 25 มม. (1 นิ้ว) การบุฉนวนสำหรับถาดน้ำทิ้งให้บุด้านนอก
- 3.8 แผงกรองอากาศเป็นแบบ Permanent Cleanable Air Filter ทำด้วยอลูมิเนียมถัก หรือ Polyester อยู่ในกรอบที่แข็งแรง ถ้าเป็นชนิดอลูมิเนียมถักให้มีความหนา 19 มม. (3/4 นิ้ว) และถ้าเป็น Polyester ให้มีความหนา 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) ขนาดพอดีกับกรอบโครงสำหรับใส่แผงกรองอากาศ

4. อุปกรณ์ Heat Pipe

- 4.1 เครื่องส่งลมเย็นที่เป็น PRE-Cooled Unit จะต้องติดตั้ง Heat Pipes ประกอบกับแผงคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ โดย Heat Pipes จะทำหน้าที่เป็นทั้งชุด Precooling และชุด Reheating เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดึงความชื้นออกจากอากาศ และการประหยัดพลังงานในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และ Heat Pipes จะต้องจัดทำเป็นรูปแบบ U-Framed โดยประกอบด้วยส่วน Precool Heat Pipe และส่วน Reheat heat Pipe ประกอบอยู่ในโครงสร้างเดียวกัน U-Framed Heat Pipe จะติดตั้งโดยคอยล์เย็นจะอยู่ระหว่างขาของตัว U ทั้งสอง โดย Precool Heat Pipe จะอยู่ด้านหน้าคอยล์เย็น และ Reheat heat Pipe จะอยู่ด้านหลังคอยล์เย็น การติดตั้ง Heat Pipes จะต้องไม่ทำให้เกิดการรั่วไหลของอากาศ ไม่ว่าทั้งในส่วนของ Heat Pipes, คอยล์เย็น และ ผนังของเครื่องปรับอากาศ โดย U-Framed Heat Pipe จะต้องถูกติดตั้งอยู่ภายในเครื่องปรับอากาศอย่างเรียบร้อย
- 4.2 Heat Pipe ต้องเป็นชนิด Looped Heat Pipes และไม่มี Wicked Structure อยู่ภายใน
- 4.3 Heat Pipe จะต้องทำมาจากท่อทองแดงจะต้องเป็นชนิดไม่มีตะเข็บ และผิวด้านในของท่อทองแดงจะต้องมีโครงสร้างแบบ Microgrooved โดยแผ่นครีบอลูมิเนียมยึดติดกับท่อทองแดง โดยวิธี Mechanical Bonded และท่อทองแดงจะต้องได้รับการออกแบบมาเพื่อการใช้งานทางด้านการถ่ายเทความร้อนโดยเฉพาะ ท่อจะยึดติดแน่นกับครีบอลูมิเนียม และจะต้องรองรับการทำงานได้ตลอดช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในงานนั้นๆ
- 4.4 ผิวของครีบอลูมิเนียม จะต้องเป็นแบบ Continuous Plate Type ที่ได้รับการออกแบบมาให้มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน Heat Pipe และ จำนวนแผ่นครีบอลูมิเนียมจะต้องไม่มากกว่า 14 ครีบอลูมิเนียมต่อความยาวหนึ่งนิ้ว
- 4.5 สารทำความเย็นที่ใช้ใน Heat Pipes จะต้องจัดอยู่ในกลุ่ม Safety group A1 ตามมาตรฐาน BSR/ASHRAE 15-1989 เช่น R-22 หรือ R-134A.
- 4.6 ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของ Heat Pipes, สภาวะอากาศด้านเข้าและด้านออกจาก Heat Pipes ทั้งอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก จะต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในตารางอุปกรณ์
- 4.7 โครงสร้างของ Heat Pipe จะต้องทำด้วย galvanized steel ที่มีความหนาไม่น้อยกว่าเบอร์ 20 Gauge

หมวดที่ 4 พัดลมระบายอากาศ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับ งานต่าง ๆ ตามที่ระบุในแบบ และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายละเอียดอุปกรณ์
- 1.2 Gravity Shutter ใช้สำหรับพัดลมระบายอากาศแบบติดผนัง ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งาน ภายนอก อาคาร ได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ใบปิด-เปิดทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้
- 1.3 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 70 dBA (RE 10 - 12 Watts) ที่ Octave Band 2 - 8 และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Freeblow จะต้องดังไม่เกิน 50 dBA (RE 10 -12 Watts) ที่ Octave Band 2 - 8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้ยกเว้นพัดลมอัดอากาศ ซึ่งใช้งานในสภาวะไม่ปกติ แต่เสียงดังไม่เกิน มาตรฐานกำหนด ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC,Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/3 Phase/50 Hz. หรือ 220 V/1 Phase/50 Hz. มาตรฐาน IEC, Synchronous speed 1,450 RPM, ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B, Rotor torque class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 KW (3/4 HP) และ Rotor torque class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่โตกว่าและเท่ากับ 0.55 KW (3/4 HP), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP54, Mounting arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลมขนาดของมอเตอร์ (Nameplate KW rating) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบ Backward Curve หรือ Airfoil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุด (Maximum Brake Power) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30% ชนิดและประเภทของพัดลมให้ยึดในแบบเป็นหลัก ซึ่งชนิดและประเภทของพัดลมจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

2. พัดลมแบบ 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 ตามที่ระบุในแบบทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศ
- 2.3 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุน (Statically and Dynamically balanced) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.4 เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่าง ๆ จนถึง 2 เท่าของความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน

- 2.5 ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self Alignment มีอายุการใช้งานเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life) การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่ออัดจาระบี (Grease fitting) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้คูวันหรือไอน้ำจากห้องครัวจะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า
- 2.6 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan outlet) ต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อ วินาที (2,000 ฟุตต่อวินาที)
- 2.7 ตัวถังพัดลมต้องมีระบายน้ำที่อาจขังสุมภายในและมีปลักอุดไว้
- 2.8 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เลย์ชนิดปรับร่องได้มีฝาครอบสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดออกมอเตอร์และฝาครอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดอันเดียวกับฐานพัดลม
- 2.9 พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 800 ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที 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 Staticdeflection ไม่น้อย กว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำ ของผู้ผลิตที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม
- 2.11 ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุดปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (Screen) ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ใหญ่กว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

3. พัดลมแบบ Propeller

- 3.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงาม 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 และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ

- 4.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งประมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย
- 4.4 การปิด-เปิดพัดลม เป็นแบบสวิตช์ที่มีไฟแสดง

5. พัดลมแบบ Axial Flow Direct Drive

- 5.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- 5.2 ใบพัดลมเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง 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 ดังที่ระบุในแบบทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิตชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic
- 6.3 ขับเคลื่อนโดยใช้สายพานหรือต่อโดยตรง ความเร็วรอบมอเตอร์ไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที
- 6.4 ชุดพัดลมจะต้องติดตั้งอยู่บนฐาน หรือแท่นคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเหมาะสมกับตัว พัดลม ความสูงของฐานหรือขอบไม่น้อยกว่า 200 มม. หรือ 8 นิ้ว ฐานของพัดลมจะ ต้องวางลงบนแท่นโดยมีแผ่นยางรองขอบนอกชุดด้วยสารกันน้ำซึม
- 6.5 Gravity Shutter ติดตั้งในแนวนอน ทำด้วยอลูมิเนียม

หมวดที่ 5 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีมีความหนา วิธีการประกอบ และการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือ ในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE STANDARD
- 1.2 ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่น ๆ 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 หรือกำแพงต้องมียกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ หรือติดไฟแต่ไม่ ลุกไหม้ หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพงและอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมี กรอบปิดทั้งสองด้าน
- 1.6 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตาต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสี ป้องกันการผุกร่อน และรหัสสี
- 1.7 ท่อลมที่ต่อกับพัดลม และเครื่องปรับอากาศ ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Cloth เคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว)
- 1.8 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวภายนอก และ/หรือ ภายในท่อลม ด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Zestseal Duct Sealant A-900 รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลม อ่อนกับท่อลมกลมอ่อน หรือ ท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบ รายละเอียด หรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และ ติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 1.9 จะต้องมียกเปิดบริการ (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 มีขอบเป็นรูปหน้าแปลน และมีปะเก็น Neoprene ติดที่ขอบ โดยรอบกันอากาศรั่ว และ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มต้องทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อน ชนิดเดียวกันที่ใช้หุ้มท่อลม

- 1.10 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่การตรวจซ่อม และบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 1.11 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้ในงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม
- 1.12 ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pitot tubes หรือเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของ อากาศ และ Balance ระบบลม นั้น ต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนดหรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด
- 1.13 กรณีการติดตั้งท่อลมต่าง ๆ และตรวจสอบหน้างานพบว่าต้องมีการปรับขนาดท่อลมแต่คงมีพื้นที่หน้าตัดท่อลมคงเดิม ค่าใช้จ่ายจะอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 1.14 ท่อลมระบายควันจากครัว วัสดุที่ใช้ทำท่อลม ต้องเป็นแผ่นเหล็กดำนหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และ เชื่อมท่อลมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า และหุ้มด้วย Calcium silicate insulation 40 mm. Thick density 60 KG. / CU.M หรือฉนวนกันความร้อนผลิตภัณฑ์ของ Rockwool ความหนา 2 นิ้ว โดยมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 80 กก.ต่อ ลบ.ม. (KG/CU.M)
- 1.15 ห้องเครื่องส่งลมเย็นและห้องเครื่องทำน้ำเย็นให้จัดหาและติดตั้งฉนวนที่ผนังทุกด้านและเพดานให้บุด้วยวัสดุดูดซับเสียง ชนิดฉนวนใยแก้วแบบแผ่นแข็ง ความหนาแน่น 50 kg/cu.m หนา 2" และหุ้มทับด้วยผ้าแก้วชนิดกันไฟลามสีขาวพร้อมยึดด้วยหมุดพลาสติกทุกระยะ 30 cm

2. วัสดุท่อลม

- 2.1 ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลม หรือท่อรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสีปริมาณสังกะสีที่อบไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อตารางเมตร (0.06 ปอนด์ ต่อตารางฟุต) ต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก
- 2.2 แผ่นโลหะ (Sheet Metal) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี หรือ แผ่นอลูมิเนียมเท่านั้น ความหนาของแผ่นโลหะ น้ำหนักของสังกะสีที่ใช้หุบ ขนาด และระยะห่างของเหล็กเสริมความแข็งแรงของท่อลมต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบโดยเคร่งครัด การเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษอาจจำเป็นขึ้นอยู่กับลักษณะการแขวน และ รองรับท่อลม ความหนาของแผ่นโลหะขึ้นอยู่กับความกว้างของท่อลมดังต่อไปนี้

<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 จะต้องทำด้วยวัสดุคุณภาพดีโดยวิธีทางกล แบบ Triple Lock Seam ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตท่อลมกลมสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 Kpa (20" WG) และทนความร้อนได้ถึง 120 องศาเซลเซียส (250 องศาฟาเรนไฮต์)

3. การแขวนยึดท่อลม

- 3.1 การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กทรง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด
- 3.2 โครงเหล็กต่าง ๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่น ๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลม และให้ทำตามที่รายละเอียดในหมวดการทำสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
- 3.3 ที่รองรับท่อลม (Duct Supports) การรองรับท่อลมที่เดินตามแนวนอน และมีขนาดเล็กกว่า 54 นิ้ว จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 8 ฟุต ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก 4 ฟุต ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมา ต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอ ที่รองรับท่อทุกอันต้องทำสี หรือ อย่างอื่นตามที่กำหนด
- 3.4 Duct Sleeves ท่อลมส่วนใดที่ระบุให้เดินผ่านพื้นเพดาน ผนัง หรือหลังคา จะต้องเดินเฉพาะในช่องที่เจาะเตรียมไว้ให้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องใช้เหล็กแผ่นอาบสังกะสี หนาไม่น้อยกว่า 20 USG ทำเป็น Sleeve ให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว 1 นิ้ว โดยรอบฝังไว้ในช่อง เมื่อเดินท่อลมผ่านเสร็จแล้วจึงใช้แผ่น (Flashing) ปิดช่องว่างที่เหลือให้แลดูเรียบร้อย

4. Damper

- 4.1 Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดความหนาตามเบอร์เกจหนากว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็ก ขุดสังกะสี (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) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Inter-locking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียอดด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัว ถึงสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบพัดต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade หรือ Gang Operated
- 4.3 Fire Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบที่แนวกำแพงชาฟท์ต่าง ๆ ต่อกับท่อลมที่เดินทะลุผ่าน รวมทั้งที่พื้นคอนกรีตที่ท่อลมทะลุผ่านทุก ๆ จุด ไม่ว่าจะระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตามตัวเรือน (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ทำสีตามรายละเอียดในหมวดการทำสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี ใบทำด้วยเหล็ก แผ่นความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร, Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส (160 องศาฟาเรนไฮต์)

5. หน้ากากลม

- 5.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกอัน ต้องมีประกันแบบไม่ติดไฟ หรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามรอบรอบด้านหลังปีก เพื่อป้องกันลมรั่วการติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน
- 5.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดในภายหลัง
- 5.3 หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะเป็นแบบกลม หรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทาง ตามที่ระบุในแบบ ทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือก้านขอบ หน้ากากเป็นแบบยก ขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับ แต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 5.4 หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทาง ของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวนอน ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้ง จะต้องมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 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 มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากาก ในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา สามารถถอดตะแกรงออก โดยไม่ถอดโครงออก
- 5.7 หน้ากากลมกลับแบบ Transfer มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังหน้าต้องมี หน้ากากติดตั้งสองด้านของผนัง
- 5.8 หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- 5.9 Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาด ความหนาของของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า 5 ตารางเซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสอง ด้าน
- 5.10 หน้ากากลมระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ หน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุดต้องมี Opposed Blade Volume Damper ด้วย

6. อุปกรณ์ลดเสียง (Sound Attenuator)

- 6.1 หากต้องการติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงอุปกรณ์ลดเสียง จะต้องมีโครงสร้างตามที่แสดงไว้ ในแบบ และรายละเอียด ความเร็วลมที่ผ่านอุปกรณ์ลดเสียงต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อ วินาที (1,970 ฟุต ต่อวินาที)
- 6.2 กล่อง (CASING) ของอุปกรณ์ลดเสียงพับทำขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ขนาดความหนาใช้เบอร์เกจเดียวกันกับท่อลมที่ต่ออยู่ด้วยกัน แต่จะไม่บางกว่า 0.7 มิลลิเมตร

- 6.3 วัสดุอุดกั้นเสียงเป็นวัสดุพวยไยแก้ว ผิวของวัสดุอุดกั้นเสียงที่อยู่ในทางผ่านของลม(Air Flow Passage) จะต้องเคลือบฝังด้วย Neoprene และมีตาข่ายอลูมิเนียม หรือเหล็กชุบสังกะสีเป็นตาราง ขนาดประมาณ 8 x 8 มม. ปิดทับ
- 6.4 วัสดุด้วยเสียง ต้องมีค่าการลดเสียง (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. ฉนวนภายในท่อลม (Duct Liner)

- 7.1 ท่อส่งลมเย็น และลมกลับที่ติดตั้งผ่านห้องหรือโรงที่ไม่มีฝ้า และ/หรือใต้ฝ้าตามที่ระบุไว้ในแบบให้บุด้วยฉนวนไว้ภายในพื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่บุฉนวนภายใน ต้องไม่เล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อลม ส่วนที่หุ้มฉนวนภายนอกที่มีขนาดท่อลมเท่ากัน
- 7.2 ฉนวนทำด้วยไฟเบอร์กลาสอย่างแข็ง (Rigid Board) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ โดยปิดทับหน้าด้านสัมผัสด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แบบมีรูพูน (Perforated Aluminium Foil)
- 7.3 ฉนวนต้องยึดแน่นติดกับท่อลมด้วยการชนิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Neo-Bond PI1 หรือหมุดยึด (Pin) รอยต่ออุดด้วยการชนิดไม่ติดไฟ เป็นผลิตภัณฑ์ของ Neo-Bond Sp-50 ช่วงหัว-ท้าย ยึดด้วยกรอบสังกะสีเบอร์เกจเดียวกับท่อลม

8. ฉนวนหุ้มท่อลม

- 8.1 แผ่นฉนวน ต้องเป็นสารอนินทรีย์ทำขึ้นจากใยแก้ว (Fiberglass) มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวละเอียดจำนวนมากประสานยึดติดกันด้วย Thermosetting Resin มีน้ำหนักเบา คุณสมบัติกันไฟเมื่อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E84 เป็นดังนี้
- Flame Spread ต้องไม่เกิน 25
 - Smoke Developed ต้องไม่เกิน 50
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75°F ต้องไม่มากกว่า 0.28 Btu-h-in/sq.ft °F
- 8.2 การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Flexible Type) มีความหนา และ ความหนาแน่นเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด Condensation ได้ และต้องไม่น้อยกว่า 1" และ 1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต ตามลำดับ ปะทับหลังด้วยแผ่นกระดาษ Kraft ซึ่งมีผิวด้านนอกเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ชนิดทนไฟได้ ทำหน้าที่เป็น Vapor Barrier การยึดแผ่นฉนวนให้ติดกับท่อลมให้ใช้การชนิดไม่ติดไฟทาลงบนตัวท่อให้ทั่ว แล้วนำแผ่นใยแก้วไปหุ้มทับ

พยายามให้รอยต่อของแผ่นฉนวนชนแนบสนิทกัน โดยให้รอยต่อตามยาวอยู่ทางด้านบน ของท่อปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วย Pressure Sensitive Vapor Barrier Aluminum Tape กว้างไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้ววัดให้ตั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถยึดแผ่นฉนวนได้แน่นทั้งสองข้างสำหรับท่อลมที่มีมิติใดมิติหนึ่งเกินกว่า 24" ให้ใช้แท็บพลาสติกพร้อมปลอกรัดกว้างไม่น้อยกว่า 1/2" รัดรอบอีกทีหนึ่งทุก ๆ ระยะ 0.5 เมตร

8.3 การหุ้มฉนวนภายในท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นใยแก้วชนิดอ่อน (Flexible Type) มีความหนาและความหนาแน่นเช่นเดียวกับฉนวนที่ใช้หุ้มภายนอกท่อลมปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ชนิดทนไฟได้และมีรูพรุน (Perforated Aluminium Foil)

8.4 ในกรณีที่ในแบบระบุให้ใช้ฉนวนยางบุภายในท่อลมให้ใช้ฉนวนที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น

9. การหุ้มฉนวนท่อลม

9.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดาน และในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chamber จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวนแต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับ

9.2 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องถอดตามตะเข็บ และทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อน ด้วยกาวยาซินิดไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Neo-Bone PI1 ตรวจรอยต่อของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) คาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียม หรือพลาสติกขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนใยแก้วที่หุ้มท่อลม ทุก ๆ ระยะ 1.2 เมตร ป้องกันไม่ให้ฉนวนได้ท่อลมตก แอ่นลง การคาดแถบสายรัด จะต้องทำทันทีหลังจากการหุ้มฉนวน และจะต้องหาวิธีป้องกันตรงมุมต่อไม่ให้สายรัดขาด Aluminium Foil ของฉนวน จนฉีกขาดส่วนถลอกฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape

9.3 ทุก ๆ จุดที่แขนรองรับท่อลมจะต้องใช้ยึดขั้มบอร์ดขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) หนา 6 มิลลิเมตร รองรับได้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบนจากการแขวน

10 UVGI SYSTEM

10.1 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 จะต้องผลิตจากโรงงานผลิตที่มีประสบการณ์ ไม่น้อยกว่า 20 ปี และมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

10.2 มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์และโรงงานผู้ผลิตจะต้องได้รับการยืนยันตามมาตรฐานที่กำหนดดังนี้ (พร้อมแนบเอกสารยืนยัน)

10.2.1 อุปกรณ์จ่ายไฟ และหลอด UVC ที่เสนอ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL

10.2.2 โรงงานผู้ผลิต ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2015, ISO 14001 : 2015

10.2.3 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. เลขที่ 1955-2551

10.3 ข้อกำหนดทางเทคนิค

10.3.1 หลอด UVC

- หลอด UVC ต้องผลิตรังสีที่มีความยาวคลื่น 253.7 (254) nm. โดยมีความเข้มเพียงพอในการกำจัดเชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย วัสดุที่ใช้ทำหลอดทำจากแร่ Quartz เพื่อการแผ่รังสีที่สม่ำเสมอสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ โดยเป็นชนิดหัวหลอดด้านเดียวชนิด 4 pin (single ended emitter) และสามารถใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพที่อุณหภูมิประมาณ 2-25°C
- ความเข้มรังสี UVC ตกกระทบบนบริเวณแผงคอยล์เย็น จะต้องมีความเข้มรังสีที่ความยาว คลื่น 253.7 (254) nm ไม่น้อยกว่า 1,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ โดยให้พิจารณามุมของคอยล์
- หลอด UVC และอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (POWER SUPPLY) ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันไม่อนุญาตให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ต่างยี่ห้อเพื่อควบคุมมาตรฐานความเข้มของรังสี

10.3.2 ชุดอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply)

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

10.3.3 ชุดขาตั้งรองรับอุปกรณ์ (Support Kit)

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

10.4 ส่งมอบงาน

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

10.5 การรับประกันต้องมีเอกสารยืนยันจากตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต

10.5.1 หลอด UVC รับประกันอายุการใช้งาน 2 ปี

10.5.2 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) รับประกันอายุการใช้งาน 3 ปี

หมวดที่ 6 ฉนวนหุ้มท่อลม

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อลมต้องได้รับการปิดรอยต่อท่อลมให้เรียบร้อยก่อนทำการหุ้มฉนวน
- 1.2 การหุ้มฉนวนต้องหุ้มติดตลอดตัวท่อลม

2. ฉนวนหุ้มท่อลม

- 2.1 แผ่นฉนวน ต้องเป็นสารอนินทรีย์ทำขึ้นจากใยแก้ว (Fiberglass) มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวละเอียด จำนวนมาก ประสานยึดติดกันด้วย Thermosetting Resin มีน้ำหนักเบา คุณสมบัติกันไฟเมื่อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E84 เป็นดังนี้
 - Flame Spread ต้องไม่เกิน 25
 - Smoke Developed ต้องไม่เกิน 50
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75°F ต้องไม่มากกว่า 0.28 Btu-in/sq.ft °F
- 2.2 การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Flexible Type) มีความหนา และความหนาแน่นเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด Condensation ได้ และต้องไม่น้อยกว่า 1" และ 1.5 ปอนด์/ลบ. ฟุต ตามลำดับ ปะทับหลังด้วยแผ่นกระดาษ Kraft ซึ่งมีผิวด้านนอกเป็นอลูมิเนียมฟอยด์ชนิดทนไฟได้ ทำหน้าที่เป็น Vapor Barrier การยึดแผ่นฉนวนให้ติดกับท่อลมให้ใช้กาวยางชนิดไม่ติดไฟทาลงบนตัวท่อให้ทั่ว แล้วนำแผ่นใยแก้วไปหุ้มทับ พยายามให้รอยต่อของแผ่นฉนวนชนแนบสนิทกัน โดยให้รอยต่อตามยาวอยู่ทางด้านบน ของท่อปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วย Pressure Sensitive Vapor Barrier Aluminium Tape กว้างไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้วรัดให้ตึง เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถยึดแผ่นฉนวนได้แน่นทั้งสองข้าง สำหรับท่อลมที่มีมิติใดมิติหนึ่งเกินกว่า 24" ให้ใช้แถบพลาสติกพร้อมปลอกรัดกว้างไม่น้อยกว่า 1/2" รัดรอบอีกทีหนึ่งทุก ๆ ระยะ 0.5 เมตร
- 2.3 การหุ้มฉนวนภายในท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นใยแก้วชนิดอ่อน (Flexible Type) มีความหนาและความหนาแน่นเช่นเดียวกับฉนวนที่ใช้หุ้มภายนอกท่อลมปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ชนิดทนไฟได้และมีรูพรุน (Perforated Aluminium Foil)
- 2.3 ในกรณีที่ในแบบระบุให้ใช้ฉนวนภายนอกภายในท่อลม ให้ใช้ฉนวนที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นตามที่ระบุในบทที่ 15

3. การหุ้มฉนวนท่อลม

- 3.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดาน และในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chamber จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อ

ลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวนแต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับ

- 3.2 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องอุดตามตะเข็บ และทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อน ด้วยกาวยาซันไม่ติดไฟเป็นผลิตภัณฑ์ของ Neo-Bone PI1 ตรรกะของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) คาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียม หรือพลาสติกขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตรหนา 1 มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนไว้ทั่วทั้งท่อลม ทุก ๆ ระยะ 1.2 เมตร ป้องกันไม่ให้ฉนวนได้ท่อลมตกแอ่นลง การคาดแถบสายรัด จะต้องทำทันทีหลังจากการหุ้มฉนวน และจะต้องหาวิธีป้องกันตรงมุมต่อไม่ให้สายรัดขาด Aluminium Foil ของฉนวน จนฉีกขาดส่วนถลอกฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape
- 3.3 ทุก ๆ จุดที่แขนรองรับท่อลมจะต้องใช้ยึดขั้วบอร์ดขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) หนา 6 มิลลิเมตร รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบนจากการแขวน

หมวดที่ 7 ท่อน้ำและการติดตั้ง

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้เป็นวัสดุที่ผลิตภายในประเทศ ภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือ 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 และ พิมพ์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อ และขนาด ระบุบนตัวท่อ สำหรับท่อที่มีขนาดเกินเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม.
- 2.2 ท่อน้ำระบายความร้อน (Chilled Water Pipe) จะต้องใช้ท่อเหล็กดำเคลือบสังกะสี (Black Steel Pipe Hot Dip Galvanize) ชนิดมีตะเข็บมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 ความหนาไม่น้อยกว่า ERW Schedule 40 ข้อต่อเป็นแบบเชื่อมท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ End และ พิมพ์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อ และขนาด ระบุบนตัวท่อ สำหรับท่อที่มีขนาดเกินเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม.
- 2.3 ท่อน้ำเติม (Make Up Water Pipe) และท่อน้ำทิ้งจากหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower Drain) วัสดุที่ใช้ประกอบระบบท่อน้ำเติมและท่อน้ำทิ้ง จากจุดต่อของระบบประปา ของอาคารจนถึง Expanding Tank หรือหอผึ่งน้ำให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS 1387 : 1967, Class Medium อุปกรณ์ประกอบท่อ (Pipe Fitting) ใช้แบบมีเกลียวทำด้วย Malleable Iron หรือ Mild Steel.
- 2.4 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ (Condensated Drain Pipe) ใช้ท่อ PVC CLASS 8.5 โดยท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวน 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 หรือแบบต่อเกลียวหน้าแปลน ใช้ 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) ขนาดเท่ากับท่อน้ำที่ใช้การต่อท่อกิ่ง (Branch) ที่มีขนาดเล็กกว่ากับท่อเมนใหญ่ให้ใช้ Shaped Welding Fitting จำพวก

Weldolets, Teelets หรือ Thredolets เชื่อมต่อ ห้ามใช้ข้อต่อแบบ Miter Elbow หรือแบบทำขึ้นเองโดยเด็ดขาด

- 2.8 ข้อต่อแบบขันเกลียว (Screwed Fittings) ต้องเป็นชนิด Malleable Iron, Threaded, Standard Weight Banded
- 2.9 ปะเก็น (Gasket) หน้าแปลนทุกตัวจะต้องมีปะเก็นทำจากแผ่น Abestos คั่นอยู่กลาง ความหนาที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 1/16 นิ้ว นอกจากนี้จะกำหนดเป็นอย่างอื่น
- 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 ดังที่ปรากฏในแบบเป็นเพียงแนวทางที่แนะนำให้เท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบแนวทางการเดินท่อน้ำกับแบบสถาปัตยกรรม, โครงสร้าง, ไฟฟ้า และสุขาภิบาล เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีปัญหาในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีการติดตั้งระบบท่อให้เหมาะสมกับสภาพการก่อสร้างจริงและให้ความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุงรักษาท่อได้มากที่สุดท่อส่วนใดที่ระบุในแบบว่าจะต้องเดินผ่านผนัง, คาน, เสา, Pipe Shaft และ Trench ผู้รับจ้างจะต้องทำตามโดยเคร่งครัดโดยจัดทำ Offset, ข้อต่อ, Sleeve, Escutcheon หรืออื่น ๆ ตามที่จำเป็น แนวทางการเดินท่อจริงจะต้องเป็นไปตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติแล้วเท่านั้น
- 3.2 การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดโดยวิศวกรความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้งเมื่อติดตั้งท่อแล้วจะต้องไม่เกิดแรงเครียด (Stress) ภายในท่ออันอาจจะทำให้ระบบท่อหรืออาคารเสียหายได้
- 3.3 การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องปล่อยให้มีการยืดและหดตัวโดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่าง ๆ โดยใช้จัดทำ Offsets และ Loops ตามความเหมาะสมเพื่อรับการขยายตัวของท่อ การต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน หากในกรณีที่ไม่ได้ระบุให้มีในข้อต่ออ่อน (Flexible Connection) ต่อประกอบอยู่ จะต้องจัดระนาบการเดินท่อน้ำการทำ Offset ให้เหมาะสมกับขนาดท่อ และความยาวของท่อทางตรงเพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือน และแรงเครียด (Stress) ที่ถ่ายทอดไปยังระบบท่อน้ำ
- 3.4 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ และวาล์วต้องเป็น Union หรือ Flange เสมอ
- 3.5 จะต้องไม่มีแนวท่อน้ำเดินอยู่เหนือแผงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเด็ดขาด
- 3.6 ผงตะไบฝุ่นต่าง ๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อผิวภายนอกของท่อเหล็กดำและ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทั้งหมดต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสสี
- 3.7 การเปลี่ยนแนวทางการเดินท่อ เปลี่ยนขนาดต้องใช้ข้อต่อมาตรฐานเสมอ ท่อแยก (Branch) ที่ต่อออกจากท่อเมน (Main) ให้ใช้ Tee มาตรฐาน นอกจากท่อแบบเชื่อมขนาด 8 นิ้ว และใหญ่กว่า หากท่อแยกมีขนาดไม่เกินครึ่งหนึ่งของท่อเมน ยอมให้ใช้เจาะเชื่อมได้
- 3.8 ในกรณีที่ใช้ข้อต่อลดสำหรับท่อในแนวนอน (Horizontal) ให้ใช้ข้อต่อเบี่ยง (Eccentric Reducer) โดยติดตั้งให้ด้านหลังท่ออยู่ในระดับเดียวกัน ด้านลดขนาดอยู่ด้านล่างทั้งท่อน้ำส่ง และน้ำกลับเพื่อไม่ให้อากาศค้างอยู่ภายใน
- 3.9 ข้อต่อของท่อแบบเกลียว ห้ามใช้แบบลดเหลี่ยม (Bushing) ต้องใช้ข้อต่อมาตรฐาน (Reducer) เท่านั้น
- 3.10 ติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Gate Valve และต่อท่อจาก Air Vent ไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุด ตำแหน่งที่ต้องติดตั้งดังนี้คือ
 - 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 ไว้ถ่ายน้ำทิ้งและจากวาล์ว ต่อท่อสั้น ๆ ขนาดเท่า วาล์ว พร้อมมี Cap ปิดปลายขนาดของวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้เป็นอย่างนี้

ขนาดท่อแนวตั้ง ขนาดวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง

มิลลิเมตร (นิ้ว) 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 ขนาดเครื่องปรับอากาศ

มิลลิเมตร (นิ้ว) (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) ท่อน้ำทุกท่อ ต้องมีการรองรับอย่างแข็งแรงดังนี้ ท่อที่เดินตามแนวนอน ให้ใช้ที่แขวนท่อแบบ Clevis ชนิดปรับได้ ยึดติดกับ โครงสร้างอาคารด้วยก้านเหล็ก อย่างมั่นคงแต่อาจใช้ Trapeze Hanger แทนได้ ในกรณีที่ท่อเดินขนานกัน หลาย ท่อ ท่อที่เดินใกล้ระดับพื้นให้ใช้ Pipe Stanchions ที่มี Base Flanges และ Top Yodes ที่สามารถปรับระดับได้ หรือจะใช้ Roller Supports ตั้งบนฐานคอนกรีต หรือแบบอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ท่อที่เดินใกล้กำแพง ให้ใช้ ท้าวแขนเหล็กกล้า (Steel Bracket) ที่เหมาะสมรองรับ ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1 1/2" หรือเล็กกว่า อาจใช้ประกับยึดท่อเพียงอันเดียว การแขวนหรือรองรับท่อต้องไม่เกิน 1.50 เมตร จากชั้นส่วนที่หนัก เช่น ข้อต่อ หรือวาล์ว สำหรับบริเวณ ท่อแยกทั้งต้นท่อ และปลายท่อต้องยึดห่างไม่เกิน

0.9 เมตร ส่วนบริเวณที่หักเลี้ยวต้องไม่มากกว่า 0.3 เมตร ท่อส่วนที่นอกเหนือจากนี้ต้องรองรับไม่ห่างเกินที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

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 การป้องกันมิให้น้ำหรือน้ำมันบริเวณที่แขวนท่อ ถูกลำน้ำหนักรบกวนจนเสียหายผู้รับจ้างจะต้องใช้ Protection Shield ที่ทำด้วยวัสดุซึ่งมีความหนาและความยาวพอเหมาะเพื่อให้ช่องระหว่างที่แขวนท่อกับฉนวนโดยต้องนำมาขออนุมัติก่อนเอาไปใช้ติดตั้ง
- 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 ในบริเวณที่มีท่อเดินในแนวดิ่งอยู่ใกล้กันหลายท่อ อาจจะใช้ Guide ที่เหมาะสมร่วมกันได้ Guide และ Spacers ต้องทำด้วยเหล็กโครงสร้าง และตรึงยึดให้อยู่กับที่อย่างมั่นคง
- 4.5 การแขวน ยึดท่อ ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน สถานที่ตั้งและน้ำหนักของท่อน้ำในท่อรวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนท่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกชนิด และขนาดของ Hanger และ Support การยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ Expansion Bolt ห้ามใช้พินยิงตะปูยึด (Power Actuated Pin)
- 4.6 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักท่อโดยเด็ดขาด
- 4.7 หลังจากการติดตั้งระบบท่อทั้งหมด และเติมน้ำเข้าจนเต็มแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง

5. ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (Sleeve and Escutcheon)

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งปลอกท่อลอด (Sleeve) ก่อนการเทพื้น คาน และผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก รวมทั้งผนังก่ออิฐ 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 ตลอดแนว ความหนาของแผ่นเหล็กของ Water Stop ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว) และอุดช่องว่างด้วยเชือกปอติบอัดแน่น 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 ระหว่างรอยต่อของ อาคาร หรือ ดังที่แสดงในแบบ

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 องศาฟาเรนไฮต์เป็นเกณฑ์การเลือกขนาดที่เหมาะสมตลอดจนการติดตั้งต้อง เป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำเท่านั้น

7.2 ในกรณีที่การขยายตัวของท่อ จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือยกตัว ผู้รับจ้างจะต้องทำที่แขวนท่อแบบใช้สปริงโดยได้รับการเห็นชอบเรื่องรูปแบบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

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 พันเฉพาะเกลียวตัวผู้ เมื่อขันเกลียวแน่นแล้วเกลียวจะต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม
- 12.9.2 การต่อแบบเชื่อม (Welded Joint)
- คุณสมบัติของช่างเชื่อม และวิธีการเชื่อม การตัดสินใจว่าช่างเชื่อมผู้ใดมีคุณสมบัติเหมาะสมตามต้องการหรือไม่จะใช้วิธีดูจากฝีมือเชื่อม ณ สถานที่ที่ทำงาน หากเห็นว่าฝีมือของช่างคนใดยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ให้ช่างผู้นั้นทำงานต่อไปได้
- Pipe Connection ท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และเล็กกว่า ต้องใช้ท่อแบบเกลียว ท่อที่มีขนาด 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่า ให้ใช้ข้อต่อแบบเชื่อมทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามนี้โดยเคร่งครัด นอกจากจะได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่น
- การลบมุมท่อ (Pipe Beveling) ท่อทุกท่อนก่อนที่จะนำมาเชื่อมติดกันต้องลบมุมทั้งสองข้างให้เรียบร้อยละ 20 องศา - 40 องศา ซึ่งอาจทำได้โดยใช้เครื่องจักร หรือใช้เปลวไฟตัดท่อขาดก่อน แล้วใช้ตะไบดูแล ขอบให้เรียบร้อยละยี่สิบ
- ลวดเชื่อม (Welding Rods) ต้องเหมาะสมกับเนื้อโลหะที่ใช้เชื่อมตามมาตรฐาน AWS
- การเชื่อมท่อ (Pipe Welding) ก่อนเชื่อมต้องทำความสะอาดปลายท่อให้เรียบร้อยละยี่สิบก่อนวางท่อให้อยู่ในแนวที่ต้องการ แล้วค้ำยันให้มั่นคงด้วยท่อส่วนอื่นๆ ทำการเชื่อมแต้มยึดเป็นจุด ๆ (Tack Weld) ก่อนเชื่อมจริง ขณะเชื่อมต้องพยายามให้เนื้อโลหะจากลวดเชื่อม และท่อหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกันตลอดแนวเชื่อมลึกลงไปถึงผิวภายในของตัวท่อทุกส่วน
- การเชื่อมท่อโดยทั่วไปเป็นแบบ Butt - Welding ใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ARC Welding) รอยเชื่อมจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อมให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้ากันได้อย่างทั่วถึง

9.2 การต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Joints)

- เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลน และการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Out-Side Diameter) ที่เลือกใช้งาน และหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่าง ๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อโดยทั่วไปจะต้องเป็นแบบเชื่อม
- การยึดจับหน้าแปลน จะต้องจัดให้หน้าสัมผัส (Facing Flange) ได้แนวนานกัน และตั้งฉากกับท่อ การเชื่อมหน้าแปลนกับท่อ ให้เชื่อมอย่างน้อย 2 รอยทับกัน

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

9.3 การต่อแบบบัดกรี (Solder Joints)

- ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมจะต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาดปลายท่อภายนอกและภายใน
- ใช้แปรงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting สวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสาน อุณหภูมิการเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัดโดยเฉพาะการใช้ Solder แบบ Silver Brazing น้ำบัดกรีส่วนเกินจะต้องเช็ดออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง

9.4 การต่อแบบในน้ำยาประสาน (ท่อ ABS.)

- น้ำยาประสานที่ใช้กับท่อแต่ละชนิดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของท่อชนิดนั้น ๆ หรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- ทำการตัดท่อ ABS. ให้ได้ฉาก และลบมุมปลายท่อให้ได้ขนาด และทำความสะอาดปลายท่อภายนอกและภายใน
- ทำการวัดระยะสวมต่อของท่อ โดยการทดสอบสวมท่อเข้ากับข้อต่อ แล้วทำเครื่องหมายไว้
- ใช้กระดาษทรายขัดผิวรอบท่อภายนอกท่อบริเวณที่จะทำการสวมกับข้อต่อ
- ใช้น้ำทำความสะอาด (ABS. Pipe Cleaner) บริเวณที่จะต่อท่อเข้าด้วยกัน
- ใช้น้ำยา ABS. Solvent Cement ทาโดยรอบบริเวณที่จะต่อเข้าด้วยกัน ปริมาณการทาน้ำยาให้ทำตามคำแนะนำจากผู้ผลิตท่อ
- สวมท่อเข้ากับข้อต่อทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที เพื่อรอการแข็งตัว
- เช็ดน้ำยาที่ล้นออกมานอกรอบต่อให้เรียบร้อย ป้องกันการกัดท่อ ABS.

หมวดที่ 8 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 วาล์วทุกชนิด (ยกเว้น Control Valve) สเทรนเนอร์ และข้อต่ออ่อน ต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่
- 1.2 วาล์วเปิดปิด ซึ่งใช้ควบคุมเฉพาะการเปิด - ปิด (On - Off) น้ำเข้าเครื่องปรับอากาศต้องมีขนาด อย่างน้อยเท่ากับ ท่อน้ำที่วาล์วนั้นติดตั้งอยู่ และต้องมีความดันลดของน้ำที่ตัววาล์วไม่เกิน 1.5 เมตร (5 ฟุต) ของน้ำที่ปริมาณการไหล ของน้ำสูงสุด และจะต้องไม่มีเสียงดัง
- 1.3 โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อน้ำในแนวนอน (Horizontal Pipe) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้งเว้นแต่จะมีสาเหตุ จำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้ง หรือใช้งาน จึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติดตั้งอยู่ในแนวเอียงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การพิจารณา และอนุมัติจากผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
- 1.4 วาล์วที่ปิด-เปิดขณะใช้งานบ่อย หากสามารถทำได้ ต้องติดตั้งให้ตัววาล์วไม่สูงกว่า 1.50 เมตรจากพื้น
- 1.5 วาล์วขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า ที่ติดตั้งอยู่สูงเกิน 2.50 เมตรจากพื้นต้องติดตั้ง Chain Wheel และโซ่ ทำด้วยเหล็กไม่เป็นสนิมห้อยลงมาสูงจาก พื้นประมาณ 1.00 เมตร พร้อมทั้ง คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- 1.6 วาล์วทุกชนิดจะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือเป็น Valve Class 125 (200 PSI. W.O.G.)
- 1.7 ผู้รับจ้างจะต้องใส่ปิด-เปิดวาล์วตามที่แสดงไว้ในแบบและตามตำแหน่งดังต่อไปนี้ ซึ่งอาจไม่แสดงในแบบ
 - ณ จุดที่ท่อแยกออกจาก Risers และ Main Branches ออกจากท่อ Supply หรือ Return Main
 - ท่อน้ำเข้า และออกของเครื่องอุปกรณ์แต่ละเครื่อง เพื่อให้สามารถถอดย้ายเครื่องทำการซ่อมแซมได้ โดยไม่ กระทบกระเทือนส่วนอื่น ๆ ที่เหลือของระบบ
 - ข้อต่อเครื่องอุปกรณ์ที่ซึ่งผู้ผลิตระบุไว้ว่าวาล์วจะต้องจัดหา "By Customer"
 - จุดสูง และจุดต่ำในแต่ละวงจรที่ซึ่งจะติดตั้งวาล์วน้ำทิ้ง หรือ Automatic Air Vent พร้อมวาล์วเปิด-ปิด วาล์ว ทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้แกนหมุน อยู่ในแนวระดับ หรือตำแหน่งตั้งฉาก (ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดจุดให้ตอนทำ การติดตั้ง)
- 1.8 วาล์วทุกตัวต้องได้รับการผลิตตามมาตรฐาน ASTM. หรือ BS.
- 1.9 วาล์วแต่ละประเภท ที่ใช้ต้องเป็นยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งเท่านั้น ตามรายชื่อผู้ผลิตซึ่งได้ระบบ ไว้ในรายชื่อผลิตภัณฑ์ วาล์ว ต้องมีแบบและ Class ถูกต้อง ได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

2. Gate Valve

- 2.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 13.1
- 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 13.1
- 3.2 ใช้กับท่อขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า หรือตามที่กำหนดในแบบ ตัววาล์ว (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 ต้องเป็นแบบที่สามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้วาล์วขนาดใหญ่กว่า 150 มม. (6 นิ้ว) ให้ใช้เป็นชนิด Hand Wheel Gear Operated

4. Globe Valve

- 4.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 13.1
- 4.2 วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วยบรอนซ์ ปลายเป็นแบบขนเกลียว 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 เป็น แบบ 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 13.1
- 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 ชุดที่ใช้วัดและอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำเย็น สำหรับสัญญานี้ 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 และเหมาะสำหรับการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำในช่วงตามที่ต้องการ

7. Automatic Flow Limiting Valve

- 7.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 13.1
- 7.2 วาล์วขนาด 2 และเล็กกว่า Body จะต้องเป็นชนิด Y - Type มี Measuring Port สำหรับวัดปริมาณน้ำ และความดันลด 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 สเทรนเนอร์จะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 13.1
- 8.2 สเทรนเนอร์ ใช้สำหรับต่อต้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ และที่อื่น ๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบตัวสเทรนเนอร์เป็นแบบ Y-Pattern แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกล้างได้ โดยไม่ต้องถอดสเทรนเนอร์ทั้งตัวออกจากระบบท่อน้ำ
- 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) และใหญ่กว่า ตัวเรือนทำด้วย Cast Iron ต่อ แบบหน้าแปลน (Flanged Ends) รูตะแกรงไม่โตกว่า 3 มิลลิเมตร ที่แผ่นปิดท้าย ตะแกรงต้องติดตั้งวาล์วระบายตะกอนทิ้ง ขนาดไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อน้ำ และฝาปิด (Cap) ปลายท่อทั้งไว้ด้วย
- 8.5 Strainer ก่อนทางน้ำเข้าของเครื่องสูบน้ำ แผ่นตะแกรงประมาณ 50 รู/ตารางนิ้ว
- 8.6 Strainer ก่อนทางน้ำเข้าเครื่องเป่าลมเย็น แผ่นตะแกรงประมาณ 150 รู/ตารางนิ้ว

9. Automatic Air Vent

- 9.1 จะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 13.1
- 9.2 เป็นแบบ Direct Acting Float Type ขนาดของท่อต่อเข้า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่กำหนดในแบบ ลูกกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย Stainless Steel
- 9.3 การติดตั้งให้ใส่ Gate Valve ไว้ก่อนถึง Automatic Air Vent Valve ทุกตัว

10. Flexible Pipe Connection

- 10.1 จะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 13.1
- 10.2 ข้อต่ออ่อน สำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำ และเครื่องทำน้ำเย็น และ อุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ เป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Below Type Double Sphere)
- 10.3 ขนาดข้อต่ออ่อนตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ต่อแบบหน้าแปลน
- 10.4 การติดตั้งแบบต่อด้วยหน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยืดตัวของข้อต่ออ่อนมากเกินไป

11. Differential Pressure Relief Valve

- 11.1 วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อ 13.1
- 11.2 ถ้าระบุให้ใช้สำหรับ Bypass น้ำในระบบท่อทำความเย็น จะต้องเป็นแบบเป่าออกโดยตรง หรือ By Pass ซึ่งสามารถที่จะป้องกันไม่ให้อุปกรณ์หรือท่อต่าง ๆ มีความดันสูงเกินกว่าที่จะรับได้สามารถปรับความดันแตกต่าง (Differential Pressure) ได้

12. Pressure Gauge

- 12.1 เป็นแบบ Bourdon Tube, Bronze or Stainless Steel Movement สำหรับวัดความดันเข้าออกของเครื่อง และ อุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลหน้าปัทมอยู่ในช่วง 150% ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติ Accuracy With-In 1% ของสเกลบนหน้าปัทม มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้ สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น PSIG หรือมิลลิเมตรปรอท สำหรับวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ
- 12.2 เกจความดันแต่ละชุดจะต้องมี Shut Off Needle Valve ทำด้วย Brass Snubber
- 12.3 เกจวัดความดันที่ทางด้านดูด (Suction Side) ให้เป็น Compound Gauge
- 12.4 สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU.) ตั้งติดตั้งวาล์ว และ เกจวัดความดันไว้ที่ท่อน้ำเย็นเข้า-ออกทุกเครื่อง
- 12.5 ตำแหน่งที่จะต้องติดตั้งเกจวัดความดันมีดังต่อไปนี้
 - ท่อน้ำเข้าและน้ำออกของเครื่องสูบน้ำ
 - ท่อน้ำเข้าและน้ำออกของเครื่องทำน้ำเย็น
 - ท่อน้ำเข้า และน้ำออกของเครื่องเป่าลมเย็น
- 13.12.6 Test Pressure Gauges เกจวัดความดันดังที่กำหนดไว้ข้างต้นจะต้องสำรองไว้เป็นอะไหล่สำหรับใช้ในการบำรุงรักษา
 - เครื่องสูบน้ำเย็น จำนวน 4 ชุด
 - เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น จำนวน 4 ชุด
 - เครื่องเป่าลมเย็น จำนวน 10 ชุด

13. Thermometer

- 13.1 เทอร์มิเตอร์เป็นแบบหลอดแก้ว ชนิด Adjustable Angle มีสเกล 23 เซนติเมตร(9 นิ้ว) ติดตั้งไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำที่ด้านเข้า-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 เทอร์มิเตอร์แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกับ Separable Brass Well โดย Connection แบบ Swivel Nut หรือแบบ Union, ตัว Well จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้อย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่าให้ขยายท่อโดยใช้สามตา หรือข้อต่อต่าง ๆ ประกอบในการติดตั้งตำแหน่งที่ติดตั้งให้อยู่ในระดับสายตา สูงประมาณ 1.50 เมตร จากพื้น
- 13.3 สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU.) ต้องติดตั้ง Thermometer Well ไว้ที่ท่อน้ำพร้อมทั้งติดตั้ง Thermometer ไว้ที่ท่อน้ำเข้าออกทุกเครื่อง

14. Expansion Tank

- 14.1 เป็นแบบ Closed Diaphragm Type ตัวถังทำด้วยเหล็กกล้า (Steel) ต้องสร้างขึ้นและผ่านการทดสอบตาม ASME Standard โดยออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 125 Psig.
- 14.2 Expansion Tank และอุปกรณ์ควบคุมจะติดตั้งดังระบุในแบบ ซึ่งมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้
- 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 เป็นวาล์วที่รวม 2-Way Control Valve, Balancing Valve และ Differential Pressure Regulator เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้ทำงานสอดคล้องกันไม่ขัดแย้งกัน
- 15.2 ค่าอัตราการไหลสูงสุดสามารถตั้งได้ง่ายด้วยการหมุนพวงมาลัยโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือพิเศษใดๆ ช่วยค่าที่ตั้งสามารถอ่านค่าได้โดยตรงที่พวงมาลัยเป็นหน่วยของอัตราการไหล เช่น แกลลอนต่อนาที หรือลิตรต่อชั่วโมง หรือ

ควิบัติเมตรต่อชั่วโมง โดยไม่ต้องอาศัยการเปิดตารางเทียบค่า ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับอัตราการไหลสูงสุดได้ง่ายในภายหลังด้วยตนเองเพื่อให้เหมาะสมกับภาระความร้อนที่อาจเปลี่ยนแปลงไป

- 15.3 2-Way Control Valve ใน PICV มีโครงสร้างเป็น Globe Valve ที่มี Characteristic เป็นเส้นตรง (Linear) เพื่อให้มีอำนาจในการควบคุมอัตราการไหลและอุณหภูมิห้องที่ดีที่สุด
- 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 ต้องสามารถสร้างอัตราการไหลได้ตามต้องการไม่ว่าความดันตกคร่อมวาล์วจะแปรเปลี่ยนเป็นเท่าใดก็ตาม ในช่วง 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 9 ฉนวนหุ้มท่อ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อน้ำเย็นต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และทดสอบกันสนิมอย่างเรียบร้อยก่อนหุ้มฉนวน
- 1.2 การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นจะต้องหุ้มห่อตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินลอด ที่สวมสอดท่อตาม ข้อต่อหน้าแปลน และ วาล์วต่าง ๆ ฉนวนจะต้องหุ้มให้แนบติดผิวท่อไม่มี โพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน
- 1.3 ฉนวนที่ใช้หุ้มอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นซึ่งอาจจะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (Cold Surface) ให้หุ้มทับ ด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อ

2. คุณสมบัติของตัวฉนวนท่อน้ำเย็น และท่อน้ำทิ้ง

- 2.1 ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น และท่อน้ำทิ้ง จะต้องใช้ Closed Cell Elastomeric Foam ซึ่งไฟไม่ลาม (Self Extinguishing)
- 2.2 ฉนวนที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการต่อไปนี้
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ไม่เกิน 0.26 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 5,000 ตามมาตรฐาน DIN 52615 และ BS 4370
 - ค่าการลามไฟ (Flame Spread) มีค่าไม่เกิน 25 ตามมาตรฐาน ASTM E84
 - ค่าปริมาณควัน (Smoke Developed) มีค่าไม่เกิน 50 ตามมาตรฐาน ASTM E84
 - ความหนาแน่น 4-6 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 ท่อน้ำทุกท่อจะต้องผ่านการทดสอบด้วยการอัดด้วยความดันจนแน่ใจว่าไม่มีรอยรั่ว ก่อน จึงจะหุ้มฉนวน การหุ้มฉนวนต้องหุ้มให้ทั่วถึงไม่เฉพาะตัวท่อเท่านั้น แต่คลุมตลอดไป ถึงหน้าแปลน ข้อต่อ Flexible Connection ท่อส่วนที่ลอดผ่าน Sleeve หรือ Guide และอื่น ๆ ของระบบด้วยการป้องกันมิให้น้ำหนักท่อกดทับแผ่นฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหายให้ใช้ท่อน้ำเนื้อแข็งหรือไม้ Cork กลึงเป็นวงแหวนให้มี เส้นศูนย์กลางภายนอกเท่ากับท่อที่หุ้มฉนวน แล้วนำวงแหวนไม้เนื้อแข็งไปครอบรับทั้ง ด้านบน และล่างของตัวท่อ ณ จุดรองรับแล้วใช้ Pressure Sensitive Vapor Barrier Tape กว้างไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้ว พันรอบบนกริดให้แน่นอีกทีหนึ่ง ให้เลย รอยต่อของท่อน้ำและเนื้อฉนวนด้วย
- 3.2 ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Performed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ ซึ่งรอยต่อของฉนวนจะต้องไม่ มีรอยพับหรือรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบท่อน้ำ และรอยต่อจะต้องไม่ เป็นรอยบากรูปตัววี
- 3.3 ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี ไม่มีคราบน้ำปูน สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระ รอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ
- 3.4 ใช้กาวยาตามที่ได้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนติดให้สนิทไม่มีรอยปริ รอยต่อจะต้องได้แนวเรียบรอยไม่เอียง หรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องทากาวยาให้ผิวฉนวนติดสัมผัสกับผิวอุปกรณ์ ไม่ให้มีโพรงอากาศ
- 3.5 ฉนวนที่หุ้มแล้ว จะต้องมีความตึงพอดีไม่หย่อน หรือตึงจนสังเกตได้ชัด ฉนวนแบบ Performed Tube ที่ใช้ ถ้ามีขนาดที่สวมเข้ากับตัวท่อค่อนข้างหลวม จะต้องทากาวยายึดฉนวนให้ติดกับตัวท่อโดยตลอด
- 3.6 ตรงส่วนที่รองรับท่อด้วยที่แขวนท่อให้ใช้ยางเนื้อแข็งที่ขึ้นรูปเข้ากับท่อประกบต่อกันเข้ากับท่อและความหนาเท่ากับฉนวนที่ใช้หุ้มตัวท่อและหุ้มชนด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam โดยรอบ โดยต้องรองรับข้างได้ด้วย แผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ม้วนเป็นวงครึ่งวงกลมมีความยาวตามแนวท่อยาวกว่า ความยาวของยางรองออกไปข้างละ 3 ซม.
- 3.7 ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ฉีกขาด ผิวฉนวนลอก หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้งไม่อนุญาตให้นำมาใช้ในการติดตั้งโดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อ และอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความเสียหายมีรอยฉนวนลอก รอยกริด ฉีกขาดหลายแห่ง เป็นเนื้อที่มากกว่า 5 % ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ยัง
- 3.8 สภาพดีในบริเวณนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะ ช่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้คุมงานให้ผู้รับจ้างตรวจสอบกับผู้ผลิตว่าความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อน้ำ ในกรณีที่ท่อน้ำเย็นเดินอยู่นอกอาคารผ่านบริเวณที่มีความชื้นสูงเป็นพิเศษก่อนทำการติดตั้ง ถ้าฉนวนมีความหนาไม่ เพียงพอให้ผู้รับจ้างเลือกฉนวนที่มีความหนามากกว่าที่ระบุไว้ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- 3.9 ท่อที่หุ้มฉนวนที่บริเวณต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ให้หุ้มทับด้วยปลอกอลูมิเนียม (Aluminium Jackey) ความหนา 0.5 มม.
 - ภายนอกอาคาร
 - ภายในห้องเครื่องทำน้ำเย็น
 - ภายนอกส่วนที่ปรากฏแก่สายตา

หมวดที่ 10 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 สีดำ น้ำตาล
 - สายเฟส บี สีแดง ดำ
 - สายเฟส ซี สีน้ำเงิน เทา
 - สายศูนย์ N สีฟ้า
 - สายดิน GND. สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง
 - สายไฟที่ผลิตเพียงสีเดียวให้ทาสี หรือพันเทปทั้งสองข้างของสายด้วยสีที่กำหนดให้ รวมทั้งในที่ที่มีการต่อสายและต่อเข้าหัวของอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับบัสบาร์ให้ทาสีหรือติดเทปสีตามระบบสีดังกล่าว

2. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

- 2.1 ทั่วไป แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ผลิตตามมาตรฐาน VDE IEC หรือ TIS 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
 - รายละเอียดทางด้านการออกแบบและการสร้าง
 - ตัวตู้เป็นชนิดวางตั้งกับพื้น หรือติดบนผนังตามที่ระบุในแบบ ประกอบจากแผ่นเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ในกรณีที่ติดตั้งกับพื้นโครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากเชื่อมติดกัน หนาไม่น้อยกว่า 3 มม. หรือใช้เหล็กฉากยึดติดกันด้วยสลักเกลียวและแป้นเกลียว ตู้ที่ตั้งชิดกันต้องมีแผ่นโลหะกั้นแยกจากกัน และตู้ต้องยึดถึงกันด้วยสลักและแป้นเกลียว
 - ตัวตู้ โครงตู้และส่วนที่เป็นเหล็ก ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟต หรือสังกะสี เป็นต้น สำหรับการพ่นสีภายนอกให้ใช้สีเทาอ่อน

- ให้มีการบริการและบำรุงรักษาอุปกรณ์แรงต่ำจากด้านหน้าของตู้ โดยมีประตูเปิดจากด้านหน้า โดยใช้บานพับชนิดซ่อน ซึ่งเปิดปิดโดยใช้กุญแจหกเหลี่ยม
- ตัวตู้ต้องมีความแข็งแรงพอไม่บิดตัวขณะใช้งาน และในขณะลัดวงจร พร้อมทั้งมีการระบายความร้อนที่ดี โดยให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip-proof) ซึ่งมีมุงลวดติดด้านในที่ฝาปิดช่วงล่างด้านหน้าและที่ฝาปิดช่วงบนด้านหลัง
- ตัวตู้ต้องติด Mimic Diagram แสดง Single Line Diagram ของระบบ
- ฝาตู้ทุกด้านต้องมีสายดินทำด้วยทองแดงชุบแบบถักแบน ต่อลงดินที่โครงตู้
- สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์ให้ใช้สายชนิดทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ 70 °C ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. (ยกเว้นเป็น วงจรกระแส และสายดินระหว่างตัวแผงกับบานประตูแผงสวิตช์ให้ใช้ขนาด 4 และ 10 ตร.มม. ตามลำดับ) การเดินสายให้เดินในรางพลาสติกหรือท่อพลาสติกทั้งหมด การต่อสายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน ห้ามต่อตรงระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ 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 ของพิกัด Rating Plug และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 3 – 10 เท่า
- การติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Fixed Type ซึ่งติดตั้งถาวรโดยยึดติดกับโครงโลหะในตู้แรงต่ำด้วยสลักและแป้นเกลียว
- การสับเข้าและออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Manual Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมือ

- ขั้วต่อสาย(Terminal)ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดเฟรมต่ำกว่า 225 A ให้ใช้ ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์ สำหรับขนาดเฟรมสูงกว่า 225 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์เท่านั้น
- บัสบาร์ ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดความสามารถรับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ตามมาตรฐาน DIN 43671 แต่ทั้งนี้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตร.มม. 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 เป็นไปตามที่การไฟฟ้า กำหนด การเจาะรูและการต่อเชื่อมบัสบาร์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน DIN 43673 และต้องมีความแข็งแรงพอที่ยึดหรือรองรับบัสในขณะลัดวงจรไม่น้อยกว่า 50kA ที่ 415 VAC (หรือตามที่แสดงในแบบ)
- ต้องมีบัสดินขนาดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33 ของบัสบาร์ในแต่ละเฟสติดตั้งภายในตู้ยาวตลอดตู้ และเชื่อมกับระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าภายนอกอย่างน้อย 2 จุด โดยใช้สายดินขนาด 120 ตร.มม. หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- มอเตอร์สตาร์ทเตอร์
 - ชุดสตาร์ทเตอร์ แต่ละชุด ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้
 - Circuit Breaker
 - Motor Starter
 - Thermal Over Load Protection
 - Start and Stop Push Button
 - Running Indicating Lamp
 - Selector Switch H-O-A (IF Require)
 - Alarm (IF Require)
 - Control Fuse or Breaker
 - Name Plate and Circuit Diagram
 - โดยทั่วไป ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 7.5 HP ให้ สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct On Line ได้ และถ้ามากกว่า 7.5 HP ต้องเป็นชนิด Star-Delta Start
 - สำหรับ Circuit Breaker ของมอเตอร์แต่ละตัว ในกรณี Breaker ดังกล่าว และมอเตอร์อยู่ไกลจากสายตาจนมองการทำงานของมอเตอร์ดังกล่าวไม่ได้ ตัว Breaker ต้องมี Handle แบบ Lock Off เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในการบำรุงรักษา
 - คอนแทคเตอร์ และโอเวอร์โหลดรีเลย์ มีพิกัดขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานตามปกติ และสามารถรับกระแสขณะเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ได้เป็นอย่างดี
 - คอนแทคเตอร์ ให้ใช้ชนิด AC3 Duty และสามารถกันฝุ่นได้เป็นอย่างดี
 - โอเวอร์โหลดรีเลย์ ให้ใช้ชนิดที่ติดตั้งครบทุกเฟส
 - แรงดันคอยล์ 220 V, 50 Hz (หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ)

- มีจำนวนหน้าสัมผัสช่วยของคนแตกเตอร์แต่ละตัวไม่น้อยกว่า 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 โดยมีกระแสทุติยภูมิ 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 ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบเลนส์ 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 และตามที่ แสดงไว้ในแบบทุกประการ
- 2.5 การทดสอบ แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้องผ่านการทดสอบและมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงาน ตลอดจนได้รับการตรวจและทดสอบโดยการไฟฟ้าฯ นั่นคือ ให้ตรวจสอบฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์และสายป้อนต่าง ๆ รวมทั้งตรวจสอบระบบการของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดต่าง ๆ ตามที่การไฟฟ้าฯ ต้องการ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
- 2.6 หนังสือคู่มือ ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาและวิธีใช้แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

3. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

- 3.1 ทั่วไป สายไฟฟ้าแรงต่ำของอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2531
- 3.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
- 3.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซี ทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ
- สายไฟฟ้าที่เดินลอยใช้สายหุ้มฉนวน และเปลือกนอกพีวีซี แกนเดียวหรือหลาย แกนทนแรงดันได้ 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 หรือตามที่แสดงไว้ ในแบบ

3.4 การติดตั้ง

- สายไฟฟ้าต้องเดินร้อยในท่อโลหะ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- การเดินสายไฟฟ้าในท่อต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสายและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าต้องร้อยสายในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้เตรียมหรือร้อยสายไฟไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- การหล่อนั้น ในการดึงสายผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อนซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น
- การดัดงอสายไฟฟ้าทุกขนาด ต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการดัดงอต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ NEC
- สายทองแดงที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม. การต่อสายไฟใช้ขั้วต่อสายแบบเกลียวกดหรือใช้เครื่องมือกลบีบ และสำหรับสายขนาด 16 ตร.มม. หรือใหญ่กว่าให้ใช้ขั้วต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบและใช้ฉนวน (Heat Shrinkable Tube) ท่อหุ้มรอยต่อดังกล่าว
- การต่อสายใต้ดินหรือในบริเวณที่เปียกชื้นหรือโดนน้ำได้ ต้องหล่อหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้ เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ Epoxy
- การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหุ้มสกรูแบบพันสายต้องใช้หางปลาและหากอุปกรณ์ไฟฟ้ามีขั้วรับสายแบบมีรูสอดสายให้ต่อตรงได้
- การกันความชื้น ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม. ให้ใช้ฉนวนท่อหุ้มรอยต่อ
- ป้ายแสดงเลขที่วงจร สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายสายทั้งสองข้างและในทุกจุดที่มีการต่อสายไฟฟ้า ทั้งในกล่องต่อสาย วางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีป้ายติดแสดงเลขที่วงจรไฟฟ้า โดยใช้ป้ายที่มีความทนทานดีเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอกเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

- 3.5 การทดสอบ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าสายไฟที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้ อาจมีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบตามมาตรฐานโดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญา และต้องรับผิดชอบในความล่าช้าของงานในส่วนนี้ด้วย

4. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

4.1 ทั่วไป ท่อร้อยสายไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC

4.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

4.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- ท่อโลหะและอุปกรณ์ต้องเป็นวัสดุที่ใช้เฉพาะกับงานไฟฟ้า ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตจะต้องยึดด้วยประกับโลหะ และ/หรือประกับสำหรับแขวนท่อทุก ๆ ช่วง 2.5 เมตร และไม่เกิน 1.0 เมตร จากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์
- ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในปูนทราย ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย หรือที่ขึ้นตามข้อกำหนดของ NEC
- ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) ต้องเป็นท่อเหล็กบาง ผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดาน หรือเดินฝังในอิฐก่อ (ต้องใช้ร่วมกับข้อชนิดกันน้ำ) สามารถใช้ติดตั้งได้ในทุกสถานที่ ยกเว้นที่ระบุไว้ในกรณีท่อ IMC และท่ออ่อนซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ท่อโลหะชนิดบาง โดยทั่วไปใช้ข้อต่อแบบสลักเกลียวขัน (Set-screw) ยกเว้นในท้องเครื่องให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ
- ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดอ่อน (Flexible Metal conduit : FMC) ต้องทำจาก Galvanize Steel ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์เป็นต้น หรือใช้ในที่อื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อนโดยเฉพาะ ท่อโลหะชนิดอ่อนให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ท่ออ่อนที่ใช้ในบริเวณที่อาจจะเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้นต้องเป็นแบบกันน้ำ และใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำเช่นกัน
- ท่อร้อยสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะใช้งานและสภาวะแวดล้อม ดังที่ได้กล่าวโดยสังเขปมาแล้ว
- ท่อร้อยสายแต่ละท่อต้องมี Coupling อยู่ปลายข้างหนึ่งและ 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 ต้องใช้เมื่อต้องการต่อเชื่อมท่อเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งมีการสั่นสะเทือนหรือเมื่อต้องการยืดหยุ่น การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 350
- Associated Material ต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 สำหรับการติดตั้งในบริเวณอันตราย (Harzard) ให้เป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 500

- Bend And Offset ต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุให้นำมาใช้ในการติดตั้ง
- การนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน
- การเดินท่อให้พยายามเดินในแนวเฉียงทางเดิน และมีแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
- ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit Bushing ใส่ไว้ ปลายท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องมีฝาครอบ(Conduit Cap) ปิดไว้ทุกแห่ง การต่อท่อโลหะชนิดบางที่ฝังในผนังหรือพื้นให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ โดยใช้เครื่องมือตัดที่เหมาะสม และเมื่อรวมมุมที่งอแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสายสองจุด)
- ปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อนก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสายต้องทำให้หมดคมโดยใช้ Conduit Reamer และการวางท่อต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกท่อชำรุด
- การต่อเชื่อมกับกล่องต่อสายและตัวตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของกล่องหรือตัวตู้ โดยมี Locknut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อร้อยสาย ต้องมี Bushing สวมอยู่

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

- 5.1 ทั่วไป รางเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตาม NEC Article 362 ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีอบ (Stove Enamel Paint) และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี
- 5.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งรางเดินสายไฟฟ้า ตลอดจนอุปกรณ์จับยึดรางเดินสายไฟฟ้ากับโครงสร้างอาคาร สำหรับรูปร่างและขนาดของรางเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
- 5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค
 - รางเดินสายไฟฟ้า 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 ต้องพ่นสีทับเพื่อป้องกันสนิมและทนต่อสภาพการผุกร่อนได้ดี
 - ตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรงอย่างพอเพียงที่จะป้องกันสายไฟฟ้าที่เดินอยู่ภายในได้ และสามารถรับน้ำหนักของสายไฟฟ้างดงกล่าวได้ดี
 - ภายในตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องออกแบบให้สามารถเดินสายไฟฟ้าในรางดังกล่าวได้ง่าย และไม่ทำให้สายชำรุดเสียหาย เช่นขอบข้างราง และ/หรือชั้นของรางต้องเรียบโดยไม่มีคมของขอบ
 - รางเดินสาย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์จับยึด (Support) ทุก ๆ ช่วงไม่เกิน 1.5 เมตร และตัวจับยึดต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอ
 - รางเดินสายและอุปกรณ์จับยึด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

5.4 การติดตั้ง

- การติดตั้งให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้า ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินในรางให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการเดินสาย ต้องต่อลงดิน
- สายไฟฟ้าที่เดินในรางเดินสายไฟฟ้าทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน ต้องมีอุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้ากับรางเดินสายไฟฟ้างดงกล่าว (Cable Tie) หรือใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้าที่เหมาะสม

6. กล่องต่อสายไฟฟ้า

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

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

6.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

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

6.4 การติดตั้ง

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

7. ระบบการต่อลงดิน

- 7.1 ทัวไป การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) คือ การต่ออุปกรณ์ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดิน อุปกรณ์ที่ต้องต่อลงดิน ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด เช่น ท่อโลหะ บั้ม เป็นต้น สายดินของการต่อลงดิน อุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้ตามที่กำหนด จะต้องทำตาม NE Code และเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า
- 7.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบให้สมบูรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้ทุกประการ
- 7.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค
- สายตัวนำลงดินให้ใช้สายเส้นเดียวกันตลอดโดยไม่มีการตัดต่อ หากสายตัวนำลงดินที่กำหนดให้ร้อยในท่อโลหะ จะต้องต่อสายลงดินเข้ากับปลายทั้งสองข้างของท่อโลหะโดยใช้ปะกับโลหะ
 - การต่อเชื่อมทุกจุดของสายดิน สายดินกับระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding โดยให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC ซึ่งการต่อดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ การต่อสายตัวนำแยกเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการใช้อุปกรณ์ปะกับโลหะ ชนิดใช้เครื่องมือกลอัด ต่อแยก เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเมื่อถูกแยกออกจากวงจรไฟฟ้าไปแล้วระบบการต่อลงดินของอุปกรณ์อื่น ๆ ไม่ถูกตัดขาด
- 7.4 การติดตั้ง
- การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้
 - บั้มน้ำ อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกหุ้มภายนอกเป็นโลหะ
 - โครงเหล็กหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องที่เป็นโลหะ อันอาจมีกระแสไฟฟ้า
 - สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ ให้ร้อยในท่อโลหะ
 - ขนาดของสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตาม NEC หรือที่ระบุไว้ในแบบ
 - ผู้รับจ้างต้องทำแบบการต่อลงดินของระบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง
- 7.5 การทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดิน และความต้านทานของดิน ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง และผลของการทดสอบให้ผู้รับจ้างจัดทำเป็นรายงานส่งให้ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด

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 11 อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติหมายถึงระบบควบคุมที่ใช้กับระบบการควบคุมอุณหภูมิ ของเครื่องปรับอากาศ (Automatic Temperature Control) และระบบป้องกันความเสียหายต่อระบบปรับอากาศ รวมไปถึงระบบควบคุมสำหรับพัดลมและระบบอื่น ๆ ตามที่กำหนด เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ได้ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบและรายการ ไม่ว่าในแบบและรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็น สำหรับการควบคุมการทำงานดังกล่าวไว้หรือไม่ก็ตาม การเลือกอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมที่ติดตั้ง
- 1.2 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ พร้อมทั้งรายการคำนวณ, การเลือกอุปกรณ์, แบบแสดงแนวทางเดิน, ขนาด และลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์มารับความเห็นชอบจากผู้คุมงานก่อนการติดตั้ง
- 1.4 บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบควบคุมของวิศวกรผู้ชำนาญงานด้านนี้
- 1.5 ระบบควบคุมเป็นแบบ Electrical หรือ Electronic Type
- 1.6 ผู้รับจ้างจะต้องเตรียม Voltage Free Contact และ Control Relay สำหรับอุปกรณ์ที่มีมอเตอร์เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงกับระบบ Building Automation System (BAS) และระบบจัดการอุปกรณ์เครื่องทำความเย็น (CPM :Chiller Plant Manager)

2. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

- 2.1 เทอร์โมสแตท สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นขนาดใหญ่เป็นแบบ P-I Controller, Low Voltage (24V)
- 2.2 เทอร์โมสแตท สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดมากกว่า 5 ตัน เป็นแบบติดผนัง หรือแบบอื่น ๆ ที่ระบุในแบบ เป็นชนิด Single stage หรือ Multi stage ตาม ความจำเป็นของเครื่อง
- 2.3 เทอร์โมสแตท สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นขนาดเล็ก, เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดไม่เกิน 5 ตัน ความเย็น เป็นแบบติดผนัง พร้อมทั้งมีสวิตช์รีเซ็ตพัดลม 3 จังหวะอยู่ในชุดเดียวกัน โดยสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นต้องเป็น ชนิด P-I Controller, Low Voltage (24V)

3. อุปกรณ์ควบคุมเมื่อเกิดเพลิงไหม้

- 3.1 ระบบควบคุมสำหรับเครื่องเป่าลมเย็น (AHU) และพัดลมทุก ๆ เครื่อง ที่มีอัตรา ลมส่งตั้งแต่ 2000-5000 CFM จะต้องติดตั้ง Firestat ไว้ ณ ทางลมกลับหรือลมส่งของเครื่องแต่ละชุดแล้วแต่กรณี เมื่อเกิด เพลิงไหม้ หรือ อุณหภูมิของลมสูงเกินกว่า 130 °F ระบบ ควบคุมจะตัดวงจรควบคุมของเครื่องปรับอากาศออกทำให้ เครื่องหยุดทำงานและ ในกรณีต้องการเดินเครื่องใหม่ต้องใช้มีมอด (Manual Reset) Firestat ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจาก UL หรือเทียบเท่า ในกรณีที่อาคารนั้นมี HeatDetector อยู่แล้ว ให้เอาสัญญาณจาก Heat Detector มาใช้ควบคุมมอเตอร์ของ เครื่องเป่าลมเย็นแทนได้

- 3.2 ระบบควบคุมสำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีอัตราการส่งเกินกว่า 5000 cfm ต้องใช้ Smoke Detector เป็นแบบ Duct (Insert) Type ใช้สำหรับตรวจจับการควบคุมของมอเตอร์เครื่องเป่าลมเย็น หรือของเครื่องปรับอากาศทั้งชุดเมื่อตรวจจับควันที่มากับ ลมได้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจาก U.L. ในกรณีที่อาคารนั้นมี Smoke Detector อยู่แล้ว ให้เอาสัญญาณจาก Smoke Detector มาใช้ ควบคุมมอเตอร์ของ เครื่องเป่าลมเย็นแทนได้

4. วาล์วอัตโนมัติ (Automatic Control Valve)

- 4.1 2-Way Proportional Motorized Control Valve ใช้สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นตามทีระบุในแบบขณะที่ไม่มีไฟเข้าวาล์ว ต้องปิด (Normally Closed) ไม่ให้น้ำไหลผ่านคอยล์เย็น
- 4.2 2 - Way Proportional Motorized Control Valve ใช้สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นตามทีระบุในแบบ วาล์วขนาด ตั้งแต่ 15 มม. (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มม. (2 นิ้ว) ตัว วาล์วทำด้วย Bronze or Brass ส่วนขนาด 65 มม. (2 1/2 นิ้ว) และ ใหญ่กว่า ตัววาล์ว ทำด้วยเหล็กหล่อต่อแบบหน้าแปลน ก้าน วาล์วทำด้วยสแตนเลส หน้า วาล์วสามารถถอดออก เปลี่ยนได้ง่ายลิ้นวาล์วเป็นแบบ Ball หรือ Plug Pattern ตัววาล์วต้องประกอบด้วย Linkage และ Modutrol Motor แบบ Spring Return หรือ Electric Return พร้อมกับ มี Valve Position Indicator บอกสถานะการ ปิด หรือเปิดวาล์วมอเตอร์จะต้องมี Manual Clutch สามารถปิดหรือเปิดวาล์วด้วยมือ ขณะที่มอเตอร์ใช้งานไม่ได้ วาล์ว ต้องเป็นแบบ Normally Closed โดยขณะที่ไฟไม่เข้า วาล์วต้องอยู่ในตำแหน่งปิดไม่ให้น้ำไหลผ่านคอยล์เย็น
- 4.3 วาล์วพร้อมอุปกรณ์ทุกชุด ต้องทนอุณหภูมิในช่วง 2 ถึง 60 องศาเซลเซียส และวาล์วทุกตัวจะ ต้องทนแรงดันใช้ งาน (Water Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1,360 KPa (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เมื่อวาล์วปิดสนิทขณะ ผลต่างความดันหน้า และหลังวาล์วเป็น 300 kPa (43 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จะมีน้ำไหลได้ไม่เกิน 10 % ของอัตราการ ไหลที่ใช้งานปกติ (Close Off Rating) การเลือกขนาดให้ใช้ความดันลด (Pressure Drop) ขณะที่อัตราการ ไหลที่ใช้งานปกติดังนี้ :
- วาล์วที่เปิด-ปิดอย่างเดียว (On-Off Valve) ความดันลดไม่เกิน 35 kPa (5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
 - วาล์วที่หรี่ได้ (Modulating Valve) ความดันลดอยู่ระหว่าง 35 ถึง 70 kPa (5-10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- 4.4 สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าของวาล์วที่ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 220 โวลต์ จะต้อง ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน โดยมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 95% โดยสามารถ Overload ได้ไม่น้อยกว่า 25 % เป็นแบบ Heavy duty

5. อุปกรณ์แสดงการไหลหรือเปิดปิดเมื่อมีการไหล (Flow Switchs)

- 5.1 จะต้องมีส่วนติดต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เมื่อไม่มีการไหลของน้ำเย็นและน้ำระบายความร้อน และตำแหน่ง อื่น ๆ 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 เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดความแตกต่างระหว่างความดันอากาศในบันไดหนีไฟและความดันบรรยากาศ 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 การควบคุมความดันในห้องลิฟต์ดับเพลิงและบันไดหนีไฟสัญญาณจาก Differential Pressure Sensor จะสั่งให้อุปกรณ์ควบคุมความดันภายในห้องอัดอากาศไม่ให้สูงเกิน 75 kPa (0.3 inWG.) วิธีการตามที่ระบุในแบบ
- 7.3 พัดลมอัดอากาศเมื่อทำงานแล้ว จะต้องทำงานตลอดเวลาจนกว่าจะปิดโดยเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบเท่านั้น

8. อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ (Variable Frequency Drive ; Inverter)

- 8.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบตามขนาดของมอเตอร์ ของอุปกรณ์ ที่ควบคุม และจำนวนที่กำหนดในแบบ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่ระบุในรายละเอียด และที่จำเป็นสำหรับการใช้งานอย่างสมบูรณ์
- 8.2 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศ หรือประกอบ (Knock Down) ในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นโดยผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลมา แล้ว ผลิตภัณฑ์ต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวร ภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์ พร้อมสำหรับเปลี่ยนทดแทนได้ทันที อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- 8.3 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องมีชุดควบคุม (Inverter Controller) ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ 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 | : | $\pm 0.5\%$ 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 ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิต โดยสายสัญญาณจะเป็นชนิดป้องกันคลื่นรบกวนจากภายนอก (Shield Cable) และถ้ายาวเกินกว่ามาตรฐาน จะต้องมียูนิทขยายสัญญาณ (Amplifier)

10. Temperature Sensor

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

11. VAV. Terminal Box

11.1 เป็นอุปกรณ์ควบคุมปริมาณลมในระบบ VAV. (Variable Air Volume)

11.2 การเลือกใช้อุปกรณ์ จะต้องเลือกที่จุดทำงานที่มีความดังของเสียง เนื่องจากตัว VAV. Box ไม่เกินความดังที่ NC25

11.3 ตัวเครื่องต้องผ่านการรับรองคุณภาพมาตรฐานของ ARI

11.4 ส่วนประกอบของเครื่อง

- ตัวเครื่องทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีที่มีความหนาไม่น้อยกว่า USG.#22 พร้อมกับพ่นและอบสีตามมาตรฐานผู้ผลิต
- การประกอบตัวเครื่องให้ใช้การประกอบด้วยวิธีทางกล
- ตัวเครื่องต้องมีการหุ้มด้วยฉนวนภายในเครื่อง เพื่อป้องกันการกลั่นตัวของน้ำ (Condense) หนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้วและมีค่า Thermal Conductivity ไม่เกิน 0.26 BTU/Hr. Sq.ft. (°F/in) บริเวณของมุมต่าง ๆ จะต้องปิดทับด้วยแผ่นเหล็กเพื่อป้องกันความเสียหายของแผ่นฉนวน และต้องสามารถรับความเร็วลมได้ไม่น้อยกว่า 3600 FPM. โดยไม่เกิดความเสียหายใด ๆ กับฉนวน
- แผ่น Damper ปรับปริมาณลม ทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า USG.#22 ลักษณะใบเป็นแบบปีกผีเสื้อ (Butterfly Damper Blade) สามารถปิดได้สนิท โดยยอมให้มีลมรั่วผ่าน Damper ได้ไม่เกิน 1% ที่ความดัน 3 นิ้วน้ำ
- Damper Shaft ทำจากวัสดุที่มีการนำความร้อนต่ำ และสามารถมองเห็นตำแหน่งของใบ Damper ได้จากภายนอก Box และการยึดแกน Damper จะต้องใช้ Bearing ชนิด Maintenance Free
- Air Flow Sensor จะติดตั้งอยู่ในด้านลมเข้า (Air Inlet) สำหรับส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุม

11.5 ระบบควบคุม

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

หมวดที่ 12

การทำความสะอาดและการตกแต่ง

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผิวของวัสดุที่เป็นโลหะที่พ่นหรือทาสีมาจากโรงงาน ถ้ามีรอยชำรุดสีลอกจะต้องทำการซ่อมสีให้เรียบร้อย
- 1.2 ผิวงานของวัสดุที่ไม่ได้พ่นหรือทาสีมาจากโรงงานจะต้องทำการพ่นและแต่งสีหน้างาน

2. การทาสี และพ่นสี

- 2.1 ผิวส่วนที่เป็นโลหะของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องทาหรือพ่นสีซึ่งอาจจำแนกได้ดังนี้
 - การพ่นสีเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน (Factory Painting) ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ทุกชนิดตามมาตรฐานของผู้ผลิต จะต้องพ่นสีเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน
 - ผิวส่วนใดที่เสียหายหรือบุบจะต้องซ่อม และตกแต่งให้สวยงามเข้ากับสีเดิม
- 2.2 การพ่นสีหรือทาสีในสถานที่ติดตั้ง (Field Painting) ผิวของวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้ จะต้องได้รับการพ่น หรือทาสี
 - ชิ้นส่วนของ Cooling Tower ที่ระบุว่าต้องพ่นหรือทาสีเอง
 - 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 ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่น สิ่งสกปรกและสนิมโดยเก็บ รักษาท่อสูงจากพื้น และปิดปลายท่อทั้งสองด้าน
- 3.2 ระหว่างการติดตั้งท่อ วาล์ว ข้อต่อ ต้องทำความสะอาดโดยไล่สิ่งสกปรกภายในออก ให้หมด
- 3.3 ท่อส่วนใดที่ผ่านการทดสอบด้วยความดันแล้ว ให้ระบายน้ำภายในทิ้งให้หมดอุดปลายท่อทั้งสองด้านให้แน่นป้องกันฝุ่น และสิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปอีก
- 3.4 หลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจน เต็ม และ ถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และ เติมน้ำใหม่พร้อมทั้งเดินเครื่องสูบน้ำให้น้ำหมุนเวียนใน
- 3.5 ระบบ หลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่ายทิ้งใสสะอาดเมื่อดูด้วย ตาเปล่า ตลอดเวลาที่ล้างและทำความสะอาดเครื่อง และอุปกรณ์ที่มีที่กรองเศษผงจะต้องมีที่กรองติดตั้งอยู่และต้องถอดออกมาทำ ความสะอาดทุกครั้ง
- 3.6 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำครั้งสุดท้าย (Final Cleaning of Piping Systems) ให้ใช้สารเคมี Polyphosphates, Synthetic Detergents หรือของผสมระหว่างสารสองอย่างนี้เติมลงในน้ำให้มี ความเข้มข้น

พอเหมาะแล้วสูบน้ำให้ไหลวนเวียนในระบบ เพื่อขจัดคราบน้ำมันสารอัดเกลียว (Pipe Thread Compound) และสิ่งสกปรกอื่น ๆ เป็นเวลาหนึ่ง หรือสองวัน หลังจากนั้นให้ระบายน้ำทิ้งเติมน้ำอ่อนที่สะอาดลงไปล้างระบบให้ทั่วอีกครั้ง เสร็จแล้วต้องถอด Strainer และ Dirt Pocket ออกดู และล้างทำความสะอาดให้หมด

4. การทำความสะอาดท่อลม

- 4.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษขนวน เศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- 4.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่น หรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด
- 4.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศ จะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลมผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 13

การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมดให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา
- 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 ระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ ของผู้ว่าจ้าง

2. ข้อมูลของการทดสอบ

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่มี ลักษณะคล้ายกับแบบมาตรฐานของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ
- 2.2 แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจน
- 2.3 ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน
- 2.4 ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจาก เครื่องวัดโดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของ เครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบนที่กีดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขีดลบออกโดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น
- 2.5 หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ ตาม วัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

3. การทดสอบระบบทำความเย็น

- 3.1 ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็น และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอน และวิธีการที่ผู้ทำ เครื่องแนะนำให้เป็นอย่างเคร่งครัด
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่องตรวจดูการทำงานของระบบควบคุมทั่วไป และระบบควบคุมความปลอดภัยต่าง ๆ รวมทั้ง กำลังไฟฟ้าที่ใช้

- 3.3 เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ไต่ระดับ ท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่อง ต้องมีการรองรับเพื่อ ป้องกันมิให้เกิดแรงดึง หรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางการหมุน และบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานของผู้ทำ
- 3.4 อุปกรณ์ปรับสภาวะน้ำ ให้ทำการทดสอบเกี่ยวกับอัตราการไหล การวิเคราะห์สภาวะ ของน้ำ แล้วทำการปรับแต่งให้ได้ตามที่กำหนดไว้
- 3.5 Cooling Tower ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการระบายความร้อน และจำนวนน้ำที่ต้อง Bleed-Off ในแต่ละครั้งภายหลังการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดถังรองรับน้ำให้สะอาดปราศจากตะกอน และโคลนก่อนการส่งมอบงาน

4. การทดสอบระบบท่อน้ำ

- 4.1 ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำ ตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนด การจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 4.2 การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาและอนุมัติของผู้คุมงาน
- 4.3 การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้คุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย
- 4.4 ท่อน้ำและอุปกรณ์ ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะ ใช้งาน แต่ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- 4.5 ท่อน้ำทั้งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- 4.6 หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่ว และซ่อมแซมแล้วทดสอบใหม่ จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
- 4.7 รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อ และเทปพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอยเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่

5. การปรับปริมาณน้ำ

- 5.1 ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้าง ต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบ และที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการอยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จากที่ระบุไว้ในแบบ และรายการอุปกรณ์
- 5.2 การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำ ให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และ เทียบกับ Pump Curve ของผู้ผลิต
- 5.3 วาล์วปรับปริมาณน้ำ (Balancing Valve) หลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว
- 5.4 ออริฟิส หรือ Flow Meter ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 5.5 การทดสอบปริมาณน้ำเย็นที่ไหลเข้าคอยล์ของเครื่องเป่าลมเย็นแต่ละตัวให้ใช้วิธีวัดจาก Balancing Valve โดยใช้มิเตอร์เฉพาะ กรณีที่มีการติดตั้งมาตรวัดความดันเข้า-ออก คอยล์ก็ให้บันทึกความดันที่ลดลง แล้วตรวจสอบกับผู้ผลิตคอยล์ว่าปริมาณน้ำไหลเข้า ถูกต้องตามต้องการ

6. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- 6.1 ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบ งานต้องได้รับการทดสอบ ปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามความต้องการ ปริมาณลมที่ หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% ของปริมาณลมที่ ระบุในแบบ
- 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. อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

- 7.1 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ จะต้องได้รับการปรับ หรือ ตั้งตามเงื่อนไข หรือตาม ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบระบบควบคุมแล้วทำรายงานถึงผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร ภายหลังจากวันตรวจมอบงานแล้วหนึ่งเดือน สามเดือน แปด เดือน และสิบเอ็ด เดือน ตามลำดับรวม 4 ครั้ง

หมวดที่ 14 การป้องกันไฟ และควันลาม

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 โดยทั่วไป การป้องกันไฟ และควันลามต้องเป็นตามหัวข้อ 300-21 ของ NED และ ASTM
- 1.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้ง วัสดุ หรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควัน ตามช่องเปิดของท่อต่างๆ ซึ่งผ่านแนวนิ่งกันไฟและพื้นทุกชั้น
- 1.3 ความต้องการทางเทคนิค
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือเกิดเพลิงไหม้ สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
 - ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดีและติดตั้งง่าย
 - วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ต่ำกว่าก่อน หรือหลังเกิดเพลิงไหม้
- 1.4 การติดตั้ง
 - ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง หรือพื้นห้อง หรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์ หรือวัสดุป้องกันไฟ และ ควันลาม
 - การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต อุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว
 - ช่องเปิดทุกช่องสำหรับท่อต่างๆ 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 หรือ สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับ

หมวดที่ 15 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 ตัวแท่นต้องเป็นคอนกรีตหล่อสูงจากพื้นขึ้นมาตามที่ผู้ทำเครื่องทำความเย็นแนะนำ
- 2.2 หากเป็นเครื่องที่ติดตั้งอยู่ ณ ชั้นใต้ดินของอาคารให้ใช้ตัวกันสะเทือน Rubber - In - Shear ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับที่ใช้บนเครื่องเป่าลมเย็นชนิดตั้งพื้นตามข้อ 18.1.5
- 2.3 ถ้าเครื่องทำความเย็นนั้นติดตั้งอยู่ ณ ชั้นอื่น ๆ ที่มิใช่ชั้นใต้ดินของตัวอาคารแล้ว ตัว กันสะเทือนต้องเป็นแบบขดสปริงอยู่ใน Housing เพื่อป้องกันการเกิด Binding ของสปริงทางด้านข้าง ด้านบนของตัวกันสะเทือนต้องมีที่ปรับระดับ และตัวกันมิให้ขดสปริงยืดหรือหดตัวไม่ว่าน้ำหนักขณะใช้งานของเครื่องทำความเย็นจะแปรเปลี่ยน ไปอย่างไร ส่วนด้านล่างซึ่งสัมผัสกับพื้นต้องเป็นแผ่น Neoprene Friction Pad เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของตัวเครื่อง การติดตั้งให้ตามคำแนะนำทั้งของผู้ผลิตเครื่อง และผู้ทำตัวกันสะเทือนโดยเคร่งครัด

3. แท่น และตัวกันสะเทือนของเครื่องสูบน้ำ

- 3.1 ลักษณะของแท่นประกอบด้วยฐานคอนกรีตเสริมเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งรองรับไว้ ให้ลอยอยู่กับที่ด้วยตัวกันสะเทือนแบบขดสปริงขนาดของฐานคอนกรีตต้องใหญ่พอ ที่จะรองรับข้อต่อ ท่อน้ำส่วนที่ต่อเข้ากับด้านดูดและด้านส่งของเครื่องสูบน้ำได้ และ ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว แต่ไม่เกิน 12 นิ้วยกเว้น ผู้ทำตัวกันสะเทือนจะแนะนำ ให้ใช้แท่นคอนกรีตหนากว่านี้เพื่อเพิ่มมวลและความมั่นคงในการรองรับ
- 3.2 การหล่อฐานคอนกรีต ให้ใช้เหล็กโครงสร้างรูปตัว I หรือตัว C คาตรัดโดยรอบ แล้ววางเหล็กเสริม ซึ่งอาจใช้เหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว หรือเหล็ก ฉากขนาด 1/2 นิ้ว เชื่อมสายกันเป็นตาข่าย ทุก 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 แนะนำเพื่อให้ตัว Tower ตั้งได้ระดับ

5. ตัวกันสะเทือนเครื่องเป่าลมเย็น

- 5.1 เครื่องเป่าลมเย็นแบบตั้งพื้น ให้รองหนุนใต้เครื่องด้วยตัวกันสะเทือนแบบ Rubber-In- Shear หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า ซึ่งสามารถทนต่อการกัดกร่อนของน้ำมันได้ ผิวด้านบนและด้านล่างของตัวกันสะเทือน ต้องมีลักษณะเป็น Friction Pad เพื่อตรึงเครื่องให้อยู่กับที่โดยไม่ต้องใช้สลักเกลียวยึด
- 5.2 เครื่องเป่าลมเย็นแบบแขวน ด้านบนของเหล็กแขวนเครื่องส่วนที่ยึดติดกับเพดาน ให้ใช้ตัวกันสะเทือนแบบที่มี Rubber-In-Shear และขดสปริงอยู่ใน Hanger Box เดียวกัน รูด้านล่างของ Hanger Box ส่วนที่กั้นเหล็กแขวน สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้บ้างโดยไม่แตะถูกขอบรูอื่นจะทำให้เกิดการลัดวงจรของแรงสั่นสะเทือนผ่านขดสปริง

6. ตัวกันสะเทือนสำหรับอุปกรณ์อื่น ๆ

- 6.1 ท่อน้ำที่ต่อเข้ากับเครื่องทำความเย็น และเครื่องสูบน้ำ ไม่ว่าจะเป็นท่อน้ำเข้า หรือท่อ น้ำออกให้ใช้ตัวกันสะเทือนแบบเดียวกับในข้อ 18.5.2 ทำการแขวนท่อให้ติดกับเพดานห่างออกมาจากเครื่องจักรกลนั้น ๆ เส้นท่อละไม่น้อยกว่า 3 จุด ภายหลังจากนั้นจึงเปลี่ยนไปใช้ที่แขวนท่อแบบไม่มีตัวกันสะเทือน
- 6.2 ท่อน้ำที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือผนัง ให้ทำการเดินท่อผ่าน Sleeve ซึ่งมีแผ่น Neoprene หนาไม่น้อยกว่า 3/4" อัดไว้โดยรอบตัว Sleeve นี้ ต้องยาวยื่นออกมาจากผิวหน้าทั้ง สองข้างของผนัง หรือพื้นไม่น้อยกว่าด้านละ 1"
- 6.3 ท่อร้อยสายไฟที่ต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า สายไฟที่เดินออกจากกล่องต่อสายของมอเตอร์ ให้ร้อยผ่านท่อร้อยสายแบบ Water Proof Flexible Conduit
- 6.4 ท่อลมที่ผ่านกำแพงหรือพื้น ท่อลมเมื่อเดินผ่าน Sleeve ที่กำแพง หรือพื้นแล้วต้อง อัดโดยรอบด้วยใยแก้วให้แน่น ปิดด้วยปลอกที่ไม่ยึดแน่นกับตัวท่อลมอีกทีหนึ่ง
- 6.5 การลดเสียง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Sound Attonuator เพื่อลดเสียงของ เครื่องเป่าลมเย็น และพัดลมทุกตัวให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดโดยต้องแสดงการ คำนวณมาเพื่อขออนุมัติ

7. ตัวป้องกันเสียงดังรบกวนภายในห้องเครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่

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

หมวดที่ 16 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ / หรือ การทาสี ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
- 1.2 วิธีการทาสี ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของบริษัผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักรอุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากการซ่อมแซม ชัดดู และทาสี ให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และดำเนินต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลาย ๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
 - ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น
- 2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็กให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทรายแล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น
- 2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมัน ผุนออกก่อนทาสีรองพื้น
- 2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาสีหรือพ่นสี

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

4. ตารางแสดงประเภทหรือชนิดของสี

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผูกมัดสูง
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 การขัดหรือ
การทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

- 5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสี ให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้น ๆ มีการหุ้ม ฉนวนให้ทาเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น
- 5.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสายและฝาครอบ ก่อต่อสายเท่านั้น
- 5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้

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

- 5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็น ดังนี้

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

- 5.5 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 4

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับ ที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	Chilled Water Supply	CHS.	เขียว	ขาว
	Chilled Water Return	CHR.	เขียว	ขาว
2.	Condenser Water Supply	CDS.	ส้ม	ขาว
	Condenser Water Return	CDR.	ส้ม	ขาว
3.	Make-up Water	MW.	แดง	เหลือง
4.	Softened Water	SW.	ขาว	เหลือง
5.	Lubricating Oil	LO.	ส้ม	ขาว
6.	Refrigerant Line Gas	RG.	เหลือง	ขาว
	Refrigerant Line Liquid	RL	เหลือง	ขาว
7.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
8.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศ และ ระบายอากาศ	AC	ฟ้า	ฟ้า
9.	อุปกรณ์แขนง ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	-	เทาเข้ม	-
10.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบ ไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	-
11.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบ ไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง

หมายเหตุ : ที่มีปรากฏแก่สายตา และมีได้ระบุรหัสสี ให้ใช้ประเภทหรือชนิด ของสีตาม ตารางข้อ 4
ส่วนรหัสของสีทึบหน้า ให้เป็นไปตามสีของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

หมวดที่ 17 อุปกรณ์ระบบก๊าซทางการแพทย์

1. เกณฑ์ทำงานกำหนดทั่วไป

1.1 วัตถุประสงค์

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์จะจัดหาและติดตั้งระบบ MEDICAL GAS SYSTEM และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ ของโครงการก่อสร้างอาคารฉุกเฉิน โรงพยาบาลบ้านแพ้ว

1.2 มาตรฐานอุปกรณ์และการติดตั้ง

:	ISO 9001	INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION
:	NFPA 99	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION ; U.S.A.
:	CGA	COMPRESSED GAS ASSOCIATION INC., U.S.A.
:	ASTM	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING & MATERIAL
:	ASME	AMERICAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERS

1.3 ขอบเขตงาน

1. ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ระบบ MEDICAL GAS SYSTEM ดังแสดงไว้ในรูปแบบและรายการละเอียดเพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์ และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
2. เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องเป็นของใหม่ล่าสุดได้มาตรฐานสากลไม่เคยผ่านการใช้ที่ใดมาก่อนและอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง
3. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบ ในการจัดการขนส่ง เครื่องและอุปกรณ์ถึงบริเวณสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการเก็บรักษา และป้องกันความเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้น เช่น จากดินฟ้าอากาศ, ภัยธรรมชาติจากมนุษย์หรือสัตว์ เป็นต้น จนถึงวันส่งมอบงาน
4. ผู้รับจ้างจะต้องมีผลงานติดตั้งอุปกรณ์และระบบก๊าซทางการแพทย์ ในหน่วยงานราชการไม่น้อยกว่า สี่ล้านบาทต่อหนึ่งผลงาน โดยแนบผลงานการติดตั้งมาในวันยื่นซองและจะต้องขออนุมัติ และความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ก่อนเข้าดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องมีคุณสมบัติเป็นนิติบุคคลประเภทบริษัทจำกัด หรือหุ้นส่วนจำกัด และจะต้องเปิดดำเนินการมามากกว่า 15 ปี และมีผลงานติดตั้งระบบก๊าซทางการแพทย์อย่างต่อเนื่อง เชื่อถือได้ตามที่กล่าวข้างต้น

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิตของอุปกรณ์ระบบจ่ายก๊าซทางการแพทย์ , แอร์คอมเพรสเซอร์และปั๊มสุญญากาศหรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้ง โดยมีบุคลากร และอะไหล่พร้อมที่จะบริการให้กับทางผู้ว่าจ้าง

5. การติดตั้งการขนส่ง การใช้แรงงาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่างๆ ซึ่งจำเป็นในการดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อยถูกต้อง ตามข้อกำหนดและหลักวิชาการทางวิศวกรรม
6. ผู้รับจ้างจะต้องทำการประกอบ และติดตั้งให้แข็งแรงพร้อมใช้งานได้ดี และก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบระบบเต็มรูปแบบ (COMPLETE SYSTEM INSPECTION VERIFICATION) โดยผู้ทำการ

ตรวจสอบจะต้องได้รับการอบรมด้านระบบก๊าซทางการแพทย์ จากบริษัทผู้แทนจำหน่ายนั้นๆ หรือวิศวกร
ประเภท สามัญวิศวกรเครื่องกล และให้แนบสำเนาใบรับรอง ฯ พร้อมลงนาม

7. หากพบว่ามีข้อขัดแย้งระหว่างรูปแบบ และรายการผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที เพื่อที่จะได้
พิจารณาตัดสินต่อไป
8. แบบรูปที่แสดงไว้เป็นแบบทั่วไป (TYPICAL DIAGRAM) ที่แสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและ
หลักการของระบบ รวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง แบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินท่อต่างๆ และ
ตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงอย่างไรก็ตามในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ
แบบสถาปนิกแบบโครงสร้างและแบบระบบงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำแบบหน้างานก่อสร้าง/
ติดตั้ง (SHOP DRAWING) เสนอให้ผู้ว่าจ้างทำการพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้ง เพื่อให้งาน
ติดตั้งดำเนินไปโดยสะดวกไม่ขัดแย้งกับระบบงานอื่น มีความถูกต้องทางด้านเทคนิคในทุกๆ ทางและสามารถ
ทำงานในภายหลังได้เป็นอย่างดี
9. งานที่ไม่รวมอยู่ในขอบเขตของงานตามข้อกำหนดนี้
 - สายไฟฟ้ากำลังจากระบบไฟฟ้ามายังตู้สวิตช์ของระบบก๊าซทางการแพทย์
 - สายไฟฟ้ากำลังจากระบบไฟฟ้ามายังแผงสัญญาณต่างๆ
 - งานฐานคอนกรีต วงกบ งานสกัดเจาะโครงสร้าง ฉาบปูน งานจุดและตกแต่งสลีฟ งานวัสดุป้องกันไฟ

ลาม

1.4 วัสดุและอุปกรณ์

1. ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดี เท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่
ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้รับจ้างเชื่อถือทำการทดสอบ
คุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ผู้รับจ้างจะต้อง
เป็นผู้ดำเนินการให้โดยมีหลักฐาน และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
2. วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน
3. หากมีความจำเป็นเกิดขึ้นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งรายละเอียด
และ/หรือ แสดงตัวอย่างแก่ผู้ว่าจ้างผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนโดยผู้รับจ้างจะต้อง
ชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของสิ่งของดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์จนเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้าง
เพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง โดยจับพยาน
4. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีใช้หรือติดตั้งเดิมอยู่ใน อาคารเฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา เพื่อสะดวกในการปรับเปลี่ยน ซ่อม
บำรุงรักษาภายในอนาคต

1.5 การตรวจสอบแบบและรายการ

1. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบและรายการข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและ เงื่อนไขต่างๆ โดย
แจ้งชัด

2. เมื่อมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการ หรือข้อสงสัยหรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้สอบถามจากผู้ออกแบบโดยตรงและการตีความในข้อขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปแนวที่ดีกว่าถูกต้องกว่าหรือมีวัสดุ อุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

1.6 แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)

1. ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามทีสร้างจริงแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง
2. แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งของผู้รับจ้างจะต้องลงนามรับรองความถูกต้อง และส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน แบบนี้ประกอบด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษสี สามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 3 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับของผู้ออกแบบหรือแบบใช้งาน

1.7 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

1. ผู้รับจ้างจะต้องการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องและรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน
2. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้มีความชำนาญในระบบต่างๆ ที่ได้รับการฝึกงานจากโรงงานผู้ผลิตมาช่วยเดินเครื่องและควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาติดต่อกันอย่างน้อย 7 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

1.8 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

1. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีการใช้ และระยะเวลาของการบำรุงรักษารายการอะไหล่และอื่นๆเป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษสำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 3 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน
2. หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 2 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งมอบจริง

1.9 การรับประกัน

1. ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จและส่งมอบงานแล้ว
2. ภายในช่วงเวลาดังกล่าว หากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากโรงงานผลิต ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม โดยไม่ต้องชักช้าและรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด ถ้าเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของผู้ว่าจ้าง อันเนื่องจากข้อบกพร่องของงานของผู้รับจ้างให้ผู้รับจ้างรับผิดชอบแก่ความเสียหายอันพึงมีนั้นด้วย
3. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันในการเปลี่ยนและ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานข้อกำหนด รวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน
4. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นทำการแก้ไขสิ่งที่ไม่ถูกต้องจะต้องเปลี่ยนหรือซ่อมวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพดังกล่าวให้ใหม่ รวมทั้งการบริการรายเดือน และในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขนับแต่วันที่หนังสือแจ้งจากผู้ว่าจ้าง

และดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อย ในระยะเวลาที่กำหนด ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเอง แล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

1.10 การบริการ

1. ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างชำนาญงานในแต่ละระบบไว้ สำหรับการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี เป็นประจำทุก 4 เดือน/ครั้ง ภายในระยะเวลา 2 ปี รวมอย่างน้อย 3 ครั้ง
2. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้ง เสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ
3. ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาทำงานปกติผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำ โดยไม่ชักช้า

1.11 การส่งมอบงาน

1. ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มที่หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกันก่อนส่งมอบงาน
2. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจของผู้ว่าจ้างว่าวัสดุและอุปกรณ์เหล่านี้ สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ
3. รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจสอบใบมอบงานด้วยคือ
 - แบบสร้างจริง
 - หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาด้วย
 - อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด (ถ้ามี)
4. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบงานระบบ และตรวจรับมอบงานอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. วัสดุท่อและข้อต่อ

- 2.1 ท่อทองแดงต้องเป็นท่อทองแดงที่ไม่มีตะเข็บตามมาตรฐาน ASTM B-88 , TYPE-L เพื่อใช้เชื่อมต่อกับ BRAZE-JOINT FITTING สำหรับท่อสุญญากาศ และ ASTM B-819 สำหรับท่อออกซิเจน ท่อไนโตรเจนออกไซด์ และท่ออากาศหายใจ
- 2.2 ข้อต่อ (FITTING) เป็นข้อต่อของทองแดงแบบหนา และเป็นแบบที่ใช้เชื่อมโดยเฉพาะ
- 2.3 การเชื่อมโลหะ (BRAZING ALLOY) ระหว่างท่อทองแดงกับข้อต่อให้ใช้ SILVER BRAZING ALLOY แบบ AIRCOSIL หรือมีคุณภาพเท่าเทียมกัน มีจุดหลอมตัวไม่น้อยกว่า 1000 องศาฟาเรนไฮต์
- 2.4 FLUX ให้ใช้ เป็นแบบ AIRCOSIL หรือมีคุณภาพเทียบเท่ากัน ห้ามใช้หรือสารผสมแอลกอฮอล์ หรือ RESIN
- 2.5 ท่อภายในห้องเครื่องสำหรับ VACUUM PUMP ให้ใช้ท่อ GALVANIZED STEEL PIPE เดินภายในห้องเครื่องเท่านั้น
- 2.6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่ระบุในแบบ ให้ถือเป็น NOMINAL DIAMETER ทั้งหมด

3. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

- 3.1 การเดินท่อทุกระบบ จะต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญมีฝีมือ และความประณีตเป็นพิเศษ ในการเชื่อมต่อและประกอบเครื่องมือ ภายใต้การควบคุมและดูแลของผู้รับผิดชอบอย่างใกล้ชิด การติดตั้งจะต้องเป็นไปตามหลักวิชาการอย่างเคร่งครัดตามข้อกำหนดของ NFPA 99 STANDARD ON GAS AND VACUUM SYSTEMS
- 3.2 การทำความสะอาดท่อทองแดง, (ถ้าท่อที่ใช้เป็นมาตรฐาน ASTM B-819 อนุโลมให้ไม่ต้องล้างท่อ)
ข้อต่อและวาล์วต้องล้างให้สะอาดก่อนการติดตั้งให้ใช้น้ำร้อนผสม SODIUM CARBONATE หรือผสม TRISODIUM PHOSPHATE โดยใช้ส่วนผสม 1 ปอนด์ ของสารผสมต่อน้ำ 3 แกลลอน ทั้งนี้เพื่อกำจัดน้ำมันหรือไขมันที่มีอยู่ภายในท่อให้หมดไป การทำความสะอาดนี้อาจจะต้องขัด ถูหรือเขย่าให้สิ่งสกปรกอยู่บนส่วนต่างๆ เหล่านี้ออกให้หมดเสร็จแล้วต้องเก็บไว้ด้วยความระมัดระวังต้องใส่ฝาครอบหรืออุดท่อไม่ให้สิ่งสกปรกเข้าไปได้ ถ้าใช้เครื่องมือตัดหรือทำเกลียว หรือบานปากท่อ ต้องระวังไม่ใช้น้ำมันหรือไขมันหล่อลื่นเข้าไปในท่อได้ ถ้าท่อสกปรกอีกจะต้องนำไปล้างให้สะอาดใหม่
- 3.3 การต่อท่อ, ข้อต่อขนาดต่างๆ เมื่อเชื่อมเข้ากับท่อทองแดงต้องระวังไม่ให้ FLUX เหลือค้างภายในท่อหรือข้อต่อ เมื่อเชื่อมเสร็จแล้วต้องแปรงและ/หรือ เช็ดล้างรอยต่อภายนอกให้สะอาดถ้าการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่เป็นเกลียวต้องใช้ ADAPTOR ทาเกลียวภายนอกด้วยสารผสมของ LITHARGE และ GLYCERIN ในอัตรา ส่วน 1 ต่อ 4 โดยทาไม่ให้ถึงเกลียวแรกที่ปลายท่อเด็ดขาด
- 3.4 การงอท่อ จะต้องใช้เครื่องมืองอท่อให้ส่วนโค้งมีรัศมีไม่น้อยกว่า 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ แต่ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ข้อต่อให้ใช้ WROUGHT COPPER, BRASS OF BRONZE DESIGNED FITTINGS
- 3.5 การประกอบและติดตั้งท่อ จะต้องตัดท่อทองแดงและประกอบให้มีความยาว ที่เหมาะสมกับงานที่จะติดตั้ง และเมื่อติดตั้งแล้วต้องไม่ให้เกิดมีแรงสปริงหรือแรงดึงในท่อได้

3.6 การจับยึดท่อ จะต้องสร้าง SUPPORT เฉพาะระบบนี้และใช้แคลมป์กับจับยึดท่อเป็นระยะให้ถูกต้อง โดยให้น้ำหนักทั้งหมดของท่อรองรับอยู่ที่คลิฟท์ ไม่ใช่ที่ข้อต่อ โดยกำหนดระยะห่างกันดังนี้

ขนาด	ระยะแนวตั้ง		ระยะแนวนอน	
Nominal size				
Pipe bore inches	ฟุต	เมตร	ฟุต	เมตร
3/8	4	1.2	3	1
1/2	6	1.8	4	1.2
3/4	8	2.4	6	1.8
1	8	2.4	6	1.8
1 1/4	10	3.0	8	2.4
1 1/2	10	3.0	8	2.4
2	10	3.0	9	2.7
3	12	3.6	10	3.0

3.7 การทาสีและให้สัญลักษณ์ท่อที่ติดตั้งบนผนังให้ใช้สีน้ำมันทาโลหะ เพื่อให้สัญลักษณ์ง่ายต่อการมองเห็นและเพื่อการซ่อมแซมในอนาคต ให้ทาสีมีระยะห่างไม่เกิน 6 เมตร หรือแต่ละห้อง โดยให้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

1. OXYGEN	สีเขียว	2. NITROUS OXIDE	สีน้ำเงิน
3. MED AIR	สีเหลือง	4. HIGH PRESSURE AIR	สีดำ
5. VACUUM	สีขาว	6. EVACUATION (SCAVENGING)	สีม่วง

3.8 ท่อออกซิเจนที่เดินเข้าห่วยจ่ายก๊าซ ให้เดินในช่องที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบไว้หรือช่องท่อเดิมที่มีอยู่

3.9 ท่อที่ฝังในดินหรือโครงสร้าง จะต้องป้องกันการกัดกร่อนและการบวมสลาย และจะต้องหลีกเลี่ยงการเดินท่อที่อาจจะเกิดอันตรายได้ เช่น การเดินท่อใกล้กับท่อไอน้ำ, น้ำมัน

3.10 ช่องเปิดในการติดตั้งจะต้องปกปิดให้มิดชิด และวัสดุที่ใช้จะต้องสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่าผนังที่เปิดนั้น

3.11 ข้อต่อเกลียวจะต้องใช้เทป POLYTETRAFLUORETHYLENT (TEFLON) และเทปพันเกลียวจะพันที่ข้อต่อตัวผู้เท่านั้น

3.12 การเดินท่อให้เดินท่อในช่องเดินท่อที่กำหนดให้เท่านั้น ห้ามเดินท่อในปล่องลิฟต์, ช่องเดินท่อไฟฟ้า หรือบริเวณใดๆ ที่อาจทำให้เกิดอันตรายได้อย่างเด็ดขาด

3.13 ขณะทำการเชื่อมต่อท่อทองแดงจะต้องใช้ก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจนบริสุทธิ์ หรือคาร์บอนไดออกไซด์ ไล่อากาศ (ออกซิเจน) ออกจากภายในท่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันการเกิดเขม่าภายในท่อทองแดง ตามมาตรฐาน NFPA 99 หน้า 49 หัวข้อ C ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการส่งตัวอย่างการเชื่อมต่อท่อทองแดงให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบ โดยให้ผู้

ว่าจ้างผู้ติดตั้งตามความต้องการที่จะทำการตรวจสอบถ้ามีครบเข้ามาในท่อบริษัทผู้รับจ้างทำการแก้ไขให้เรียบร้อย แล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง

4. การทดสอบ

- 4.1 เป่าท่อให้สะอาดเมื่อได้เดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วและก่อนที่จะติดตั้งเข้าที่เลท ต้องใช้อากาศหรือไนโตรเจน ที่ปราศจากละอองน้ำ, น้ำมัน เป่าเข้าไปในระบบท่อเพื่อไล่เศษผงต่างๆออกและกำจัดละอองไอน้ำที่เกาะอยู่ในท่อ
- 4.2 การทดสอบรอยบัดกรีที่ข้อต่อต่างๆ เมื่อติดตั้งระบบท่อเสร็จแล้วให้อัดระบบท่อด้วยอากาศหรือไนโตรเจน ที่ปราศจากละอองน้ำ, น้ำมัน ให้ได้ความดัน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว รักษาความดันให้คงที่ และตรวจรอยเชื่อมบัดกรีทุกจุดว่ารั่วหรือไม่ โดยใช้น้ำสบู่เมื่อทดสอบเสร็จให้ทำความสะอาด จัดการซ่อมรอยรั่วทั้งหมดและทำการทดสอบเช่นนี้อีกจนกระทั่งไม่ปรากฏรอยรั่วอีก
- 4.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบท่อทั้งหมด โดยใช้อากาศหรือไนโตรเจน ที่ปราศจากละอองน้ำ ให้ได้ความดัน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความดันจะลดลงไม่ได้เลย
- 4.4 การทดสอบการทำงานให้ทดสอบการทำงานของ ชุดจ่ายแก๊ส, ระบบคลาร์ม, โซนวาล์ว ให้ถูกต้องตามความประสงค์ ในแบบและรายการ
- 4.5 การทดสอบการเชื่อมบัดกรีที่ข้อต่อกลับกัน (TEST CROSS CONNECTION) โดยทำการทดสอบระบบท่อแก๊สที่ละอย่างจนครบ
- 4.6 ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบระบบท่อจ่ายก๊าซอย่างเต็มรูปแบบ (COMPLETE SYSTEM INSPECTION VERIFICATION) โดยจะต้องส่งมอบรายงานการตรวจสอบอย่างละเอียด ส่งมอบต่อผู้ว่าจ้าง

5. MEDICAL SERVICE OUTLETS

- 5.1 หัวจ่ายก๊าซ (WALL OUTLET) สำหรับออกซิเจน, ไนโตรเจนออกไซด์, แอร์ และแวกคัม มีลักษณะทั่วไปดังนี้
 1. หัวจ่ายก๊าซติดฝาผนังเป็นแบบ QUICK CONNECT เสียบอุปกรณ์ใช้งานได้โดยตรง COLOR CODED เฉพาะแต่ละแก๊สสร้างได้มาตรฐาน NFPA และรับรองจากสถาบัน UL. ออกแบบให้มีสัญลักษณ์สี – สลักที่แตกต่างกัน โดยไม่สามารถสลับ กันได้เด็ดขาดตัวเรือนทำด้วยทองเหลืองขึ้นเดียว มี SECONDARY CHECK VALVE อยู่ด้านในตัวเรือน และสามารถซ่อมได้จากด้านหน้า มี PRIMARY CHECK VALVE ทำงาน ปิด/เปิด รับการเสียบ/ถอดอุปกรณ์ได้โดยอัตโนมัติ และปิดกั้นฝุ่นหลังเลิกใช้งาน มาตรฐานหัวเสียบแบบ Diamond / Ohmeda Style ซึ่งเป็นแบบเดิมของทางโรงพยาบาลใช้งานอยู่แล้ว โดยกำหนดให้ติดตั้งแบบฝังผนังก่ออิฐ หรือผนังเบาตามตำแหน่งนั้นๆ
 2. ที่แขวนขวด SUCTION (WALL SLIDE) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง WALL SLIDE ชนิดขึ้นรูปด้วย EXTRUDED ANODIZED ALUMINUM สำหรับแขวนขวด SUCTION ตำแหน่งละ 1 จุด ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบโดย WALL SLIDE ให้เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับหัวจ่ายก๊าซโดยมีระยะฝาหน้าเรียงชิดติดกันกับหัวจ่ายแวกคัม
 3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ISO STANDARD เช่น Ohio , Allied Healthcare , Amico

6. หัวจ่ายก๊าซแบบแขวนติดเพดาน (CEILING TYPE OUTLETS)

สำหรับห้องผ่าตัดเป็นแบบ D.I.S.S. มีคุณสมบัติ เช่นเดียวกับหัวจ่ายแก๊ส แบบติดผนัง ซึ่งแต่ละชุดประกอบด้วย

- 6.1 FLEXIBLE HOSE ทนแรงดันสูง ความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร ปลายด้านหนึ่งมีหัวต่อแบบ D.I.S.S. ส่วนอีกปลายด้านหนึ่งมีหัวต่อแบบ QUICK CONNECT
- 6.2 RETRACTOR เป็นแบบ DOUBLE RETRACTOR SPRING LOADED
- 6.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ISO STANDARD เช่น Ohio , Allied Healthcare , Amico

7. แผงควบคุมการจ่าย HIGH PRESSURE COMPRESSED AIR

7.1 แผงควบคุมสามารถควบคุมการจ่ายอากาศอัดแรงดันสูงได้ไม่ต่ำกว่า 16 BARS หรือ 235 PSI และสามารถปรับแรงดันใช้งานได้ระหว่าง 0.5-16 BARS ตัวเครื่องควบคุมประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้

1.	INLET PRESSURE GAUGE	1	ชุด
2.	OUTLET PRESSURE GAUGE	1	ชุด
3.	SHUT-OFF VALVE	1	ชุด
4.	HIGH PRESSURE REGULATOR	1	ชุด
5.	OUTLET CONNECTION	1	ชุด

อุปกรณ์ประกอบอยู่ในกล่องชนิดทำด้วย โดยกำหนดให้ติดตั้งแบบฝังผนังก่ออิฐ หรือผนังเบา ตามตำแหน่งนั้นๆ

7.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ISO STANDARD และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับหัวจ่ายก๊าซ

10. โซนวาล์ว (ZONE VALVE) เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต

จะต้องมีคุณสมบัติคือ ต้องมีกล่องครอบ FINISHING FRAME ทำด้วยอลูมิเนียม สีอะโนไดซ์ หรืออะโนไดซ์ชุบสีขาวครีมี มีหน้าต่างปิดด้วยแผ่นพลาสติกพร้อมห่วงยึด เพื่อดึงแผ่นพลาสติกออก ในกรณีที่ต้องการปิดวาล์ว ภายในมีอักษรบอก CAUTION - MEDICAL GAS SHUT OFF VALVES CLOSE ONLY IN EMERGENCY และมี PRESSURE หรือ VACUUM MONITORING GAUGE ขนาด 1-1/2" บอค่าของแก๊สนั้น ตัววาล์วเป็น แบบ FULL PORT ชนิด 3 ตอน ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 600 PSIG. ประกอบสำเร็จรูปผลิตได้ตามมาตรฐาน NFPA 99 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับหัวจ่ายก๊าซ

11. ระบบสัญญาณเตือน (MEDICAL GAS ALARM) ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลนมีรายละเอียด ดังนี้

11. ระบบสัญญาณแสงและเสียงหลักแบบ COMBINATION ALARM เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต แสดงผลทั้งแบบ MASTER ALARM ขนาด 20 ช่องสัญญาณ และ AREA ALARM ขนาด 5 แก๊ส ให้ติดตั้ง ตามแบบ และ เป็นแบบ MASTER ALARM MODULE มีไม่ขนาดน้อยกว่า 20 ช่องสัญญาณประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

สวิทช์ปิด - เปิด, ปุ่มกดปิดสัญญาณเสียง, ปุ่มกดทดสอบสำหรับตรวจสอบการทำงานของหลอดไฟต่าง ๆ และสามารถแสดงความผิดพลาดของระบบแก๊สได้ดังนี้

- OXYGEN PRESSURE LOW
- OXYGEN PRESSURE HIGH

- OXYGEN RESERVE INUSE
- NITROUS OXIDE PRESSURE LOW
- NITROUS OXIDE PRESSURE HIGH
- NITROUS OXIDE RESERVE INUSE
- MEDICAL AIR HIGH
- MEDICAL AIR LOW
- MEDICAL AIR HIGH PRESSURE / NITROGEN HIGH
- MEDICAL AIR HIGH PRESSURE / NITROGEN LOW
- VACUUM LOW
- SPARE 9 SIGNALS

เมื่อระบบแก๊สผิดปกติ สัญญาณเสียงและหลอดไฟจะแสดงเหตุผิดปกติ พร้อมมีเสียงสัญญาณเตือน โดยสามารถปิดสัญญาณเสียงได้ แต่สัญญาณไฟจะแสดงอยู่จนกว่าจะแก้ไขความผิดปกติให้เรียบร้อยแล้วสัญญาณไฟจึงจะดับ แรงดันสูง-ต่ำ จะเตือนเมื่อความดันในระบบท่อสูงหรือต่ำกว่าความดันปกติ 20% ขึ้นไป VACUUM จะเตือนเมื่อแรงดูดลดต่ำกว่า 12 นิ้วปรอท COMBINATION ALARM ทั้งชุดประกอบสำเร็จรูป จาก

จากโรงงานผู้ผลิต ได้มาตรฐาน UL-LISTED และ NFPA 99 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อหุ้มด้วยท่อเหล็กกล้า

11.2 ระบบสัญญาณแสงและเสียงเฉพาะแห่ง แบบ LCD TOUCH SCREEN AREA LINE ALARM

เป็นแบบ AREA LINE ALARM MODULE ควบคุมด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ควบคุมระบบแก๊สเฉพาะที่ให้สัญญาณเสียงและแสงพร้อมแสดงค่าแรงดัน / สัญญาณของแก๊สเป็นแบบตัวเลข LCD ของแก๊ส ณ บริเวณนั้น มีสัญญาณไฟสีเขียวแสดง การทำงานปกติ มี สัญญาณไฟสีแดงแสดงเมื่อแก๊สนั้นผิดปกติ เช่นกรณีค่าแรงดันต่ำหรือสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้และต้องรอจนกว่า จะแก้ไขความผิดปกติให้เรียบร้อยแล้วสัญญาณไฟจึงจะดับ และเปลี่ยนเป็นสีเขียว โดยค่าแรงดันสูง - ต่ำ จะเตือนเมื่อความดันในระบบท่อสูงหรือต่ำกว่าความดันปกติ 20% ขึ้นไป และ VACUUM จะเตือนเมื่อแรง ดูดลดต่ำกว่า 12 นิ้วปรอท มีระบบประมวลผลการจับความดันผิดปกติ +20% แบบ อัตโนมัติ สามารถปรับแต่งค่าได้โดยระบบ TOUCH SCREEN AREA LINE PRESSURE ALARM ทั้งชุดประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อหุ้มด้วยท่อเหล็กกล้า

12. ชุดควบคุมการจ่ายระบบแก๊สออกซิเจน (OXYGEN MANIFOLD)

12.1 ระบบแผงควบคุมการจ่ายออกซิเจนเป็นแบบ WALL MOUNTED DUPLEX MANIFOLD ชนิดควบคุมโดยระบบอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL PANEL) (ท่อและก๊าซเป็นของโรงพยาบาล) ระบบแผงจ่ายก๊าซเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้

1. MANIFOLD นี้แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านละ 16 ท่อ รวม 32 ท่อ ทำงานสลับกันอัตโนมัติโดยผ่าน REGULATOR (เครื่องควบคุม) แต่ละด้านเพื่อลดความดันออกซิเจนสูงสุด 3000 PSI. ให้ต่ำลงสู่เครื่องควบคุม LINE PRESSURE 120 PSI. และปรับใช้งานที่ STANDARD PRESSURE 50 - 55 PSI เครื่อง

ควบคุมนี้จะต้องประกอบด้วย AUTOMATIC PRESSURE CONTROL UNIT ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

- 1.1 มี PIGTAIL (หางหมู) เท่าจำนวนถึงที่รองรับ
- 1.2 มี MANIFOLD VALVE (HEADER) สำหรับควบคุมการปิด-เปิด แต่ละด้าน
- 1.3 มี HIGH PRESSURE GAUGE หน้าปัดแสดงค่าความดันเมื่อเปิด MANIFOLD VALVE อ่านค่าระบบตัวเลข DIGITAL DISPLAY
- 1.4 มี FIRST STAGE PRESSURE REGULATOR ด้านซ้ายและด้านขวาด้านละ 1 ตัว พร้อม CHANGEOVER ACTUATING LEVER
- 1.5 มี PRESSURE SWITCH (สวิตช์ควบคุมแรงดัน)
- 1.6 มี LINE PRESSURE REGULATOR แบบ DUPLEX (ชุดควบคุมแรงดันใช้งานปกติที่ 50-55 PSI) ให้แต่ละตัวปริมาณก๊าซผ่านได้ไม่น้อยกว่า 2,500 SCFH
- 1.7 มี LINE PRESSURE GAUGE (อ่านค่าระบบตัวเลขดิจิทัล)
- 1.8 มี MAIN LINE SHUT OFF VALVE (VALVE สำหรับปิด-เปิด ระบบ) จำนวน 1 ตัว
- 1.9 เครื่องควบคุมการจ่ายระบบแก๊สออกซิเจนเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ ชุดระบบอะลามสัญญาณเตือน

13. เงื่อนไขเฉพาะ

- 13.1 ผู้รับจ้างจะต้องมีผลงานไม่น้อยกว่า สี่ล้านบาท ในระยะเวลาไม่เกิน 5 ปี ไม่น้อยกว่า 2 ผลงานโดยเป็นผลงานโดยตรงกับหน่วยงานโรงพยาบาลของรัฐ หรือ เอกชนที่เชื่อถือได้ พร้อมแสดงเอกสาร
- 13.2 ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรโครงการ หรือวิศวกรประจำของบริษัท หรือ หุ้นส่วนจำกัด คุณวุฒิ ไม่น้อยกว่า สามัญวิศวกรไฟฟ้า หรือ สามัญวิศวกรเครื่องกล ซึ่งต้องเป็นพนักงานประจำบริษัท โดยมีเอกสารยื่นเสียภาษี ภ.ง.ด.1 มาแสดง
- 13.3 ผู้รับจ้างจะต้องจดทะเบียนประเภท นิติบุคคล มีวัตถุประสงค์ จำหน่าย ติดตั้ง นำเข้า และซ่อมบำรุง อุปกรณ์ระบบ แก๊สทางการแพทย์ เปิดกิจการมาไม่น้อยกว่า 15 ปี
- 13.4 ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้แทนจำหน่าย พร้อมมีอะไหล่รองรับความต้องการของทางโรงพยาบาลบ้านแพ้วได้ และจะต้องมีเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการอบรม Training ระบบท่อจ่ายแก๊สทางการแพทย์ จากโรงงานผู้ผลิต หรือ ผ่านการอบรม จาก คณะแพทยศาสตร์ ศิริราช พยาบาล ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ยอมรับได้

หมวดที่ 18 รายการผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

1. ความต้องการทั่วไป

รายละเอียดในหมวดนี้ ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ถือว่าได้รับการยอมรับทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ ถือเป็นที่สุด อย่างไรก็ตามหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

2. อุปกรณ์หลักของระบบปรับอากาศ

- 2.1 WATER COOLED CHILLER (MAGNETIC) : Carrier, Trane, York, Daikin, Smart, Clint ,Dunham Bus,Haier
- 2.2 COOLING TOWER : Shinwa, Marley, Nihon Spindle, Liang Chi
- 2.3 CENTRIFUGAL PUMP : Peerless,Patterson,Apex,Crane
- 2.4 AIR HANDLING UNIT : Carrier, Trane, York, Daikin
- 2.5 FAN COIL UNIT : Carrier, Trane, York, Daikin
- 2.6 SPLIT TYPE AIR CONDITIONER : Carrier, Trane, York, Daikin, Mitsubishi
- 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 equal

3. อุปกรณ์พัดลมระบายอากาศ

- 3.1 VENTILATION FAN : Panasonic , Hitachi, Mitsubishi, Kruger, Cook, Greenheck ,Wolter

4. อุปกรณ์ปรับสภาพน้ำ

- 4.1 WATER TREATMENT : Dynanic, Culligen, Erlen, Water Doctor
- 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 , Exxon

5. อุปกรณ์งานท่อน้ำ

- 5.1 CLOSED TYPE EXPANSION TANK : Armstrong, ELBI, Salmson
- 5.2 BLACK STEEL PIPE : Saha Thai Steel Pipe, Thai Union Pipe, Firex
- 5.3 GALVANIZED STEEL PIPE : Saha Thai Steel Pipe, Thai Union Pipe, Firex
- 5.4 COPPER TUBE : Mueller, Nibco, Cambridge, Koppar
- 5.5 CLOSED CELL ELASTOMERIC FOAM : Aeroflex, Rubatex, Maxflex

- 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: Crane, TAC, Overntrop
- 5.10 PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE : Victaulic, Giacomini, Overntrop, Belimo, Frese
- 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
- 6.4 DAMPER HARD WARE/DIFFUSER/GRILLE/LOUVER : ESCO, ASLI(AS&D), Ruskin, Trox Technic, Metal Aire, Pottorff, Greenheck
- 6.5 AIR FILTER : AAF, CAMFIL FARR, AIR MAX
- 6.6 FILTER GAUGE : Trerice, Dwyer, AAF
- 6.7 UVGI : STERIL – AIRE, RENOX, AIRKNIGHT

7. อุปกรณ์งานควบคุมอัตโนมัติ

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

8. อุปกรณ์งานไฟฟ้า

- 8.1 ELECTRICAL CONDUCTOR : Phelps Dodge, Thai Yazaki, Bangkok Cable, or equal
- 8.2 FIRE RESISTANT ELECTRICAL CONDUCTOR : Alcatel, Radox, Pirelli, or equal
- 8.3 ELECTRICAL CONDUIT : Matsushita, Maruichi, TAS, or equal

- 8.4 SAFETY SWITCH OR LOAD BRAKER SWITCH : Square D, Westinghouse, Siemens, or equal
- 8.5 STARTER CONTRACTOR & INSTRUMENT: ABB, Siemens, Square D, or equal
- 8.6 ELECTRIC MOTOR : Brook, ABB, Mitsubishi, or equal
- 8.7 VARIABLE SPEED DRIVE : Danfoss, ABB, Siemens, Square D

9. อุปกรณ์งานควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS.)

- 9.1 CHILLER PLANT MANAGER CONTROL : Chiller Manufacturer
- 9.2 BUILDING AUTOMATION SYSTEM: Chiller Supplier, Andover, Johnson, Siemens, Honeywell, or equal

10. อุปกรณ์อื่น ๆ

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

คณะกรรมการกำหนดราคากลางและควา้จาง

(ลงชื่อ)ประธานกรรมการ

(ลงชื่อ)กรรมการ

(ลงชื่อ)กรรมการ