

รายการประกอบแบบก่อสร้าง

และ

ข้อกำหนดเกี่ยวกับวิธีการทำงานและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการ
ปฏิบัติงาน

งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศ

สำหรับใช้เป็นมาตรฐานกลาง

โครงการ : อาคารรวมใจสาธิต 60 ปี

เจ้าของโครงการ : โรงเรียน สาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

สถานที่ก่อสร้าง : โรงเรียน สาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

ผู้ออกแบบ : บริษัท เอ็ดดิเบิ้ลแอนด์พรีอเพอร์ตีจำกัด

สารบัญ

1. คำจำกัดความและความหมาย	1 -1
2. ขอบเขตของงาน	2 -1
3. ข้อกำหนดและมาตรฐาน	3 -1
4. ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง	4 -1
5. ป้ายชื่อและเครื่องหมายของเครื่องจักรและอุปกรณ์.....	5 -1
6. ของตัวอย่าง	6 -1
7. การเทียบเท่าวัสดุ / อุปกรณ์	7 -1
8. การขนส่ง และการเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	8 -1
9. การตัด การเจาะและการสกัดงานอาคาร	9 -1
10. การป้องกันน้ำซึมผ่านโครงสร้าง และการป้องกันการผุกร่อนของวัสดุอุปกรณ์ที่ทำด้วยโลหะ	10 -1
11. การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	11 -1
12. ฐานรองรับและที่ยึดเครื่องจักรหรืออุปกรณ์	12 -1
13. คุณภาพวัสดุอุปกรณ์, เครื่องมือ และการติดตั้ง	13 -1
14. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน SPILT TYPE AIR-CONDITIONING UNIT	14 -1
15. พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION FAN)	15 -1
16. แผงกรองอากาศ	16 -1
17. ท่อลม และระบบการกระจายลม	17 -1
18. ฉนวนหุ้มท่อลม	18 -1
19. อุปกรณ์ดูดซับเสียง (SOUND ATTENUATOR)	19 -1
20. ระบบควบคุมเพลิง (FIRE CONTROL SYSTEM)	20 -1
21. อุปกรณ์ป้องกันสั่นสะเทือน (VIBRATION ISOLATOR)	21 -1
22. ระบบไฟฟ้า	22 -1
23. การอุดช่องท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟ และควันลาม (FIRE BARRIER SYSTEM)	23 -1
24. การเริ่มเดินเครื่อง การปรับแต่งระบบ และการทดสอบการใช้งาน	24 -1
25. การส่งมอบงาน และการรับประกัน	25 -1

1. คำจำกัดความและความหมาย

คำจำกัดความและความหมาย : คำต่างๆ ที่จะปรากฏในเอกสารฉบับนี้มีความหมายตามที่กำหนดไว้ดังนี้

- 1.1. "ผู้ว่าจ้าง" หมายถึง เจ้าของงานผู้มีสัญญาโดยตรงกับผู้รับจ้าง และรวมถึงผู้แทนของผู้ว่าจ้าง คือ สถาปนิก วิศวกร ผู้ควบคุมผู้ตรวจงาน และผู้ว่าจ้างแต่งตั้งขึ้นมาเป็นผู้แทนของผู้ว่าจ้าง
- 1.2. "ผู้รับจ้าง" หมายถึง บริษัท ห้างฯ บุคคล ผู้ปฏิบัติตามสัญญา และรวมถึงพนักงานของผู้แทนของผู้รับจ้าง ที่ได้รับการแต่งตั้งโดยผู้รับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้
- 1.3. "งาน" หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ แรงงาน และการปฏิบัติตามสัญญา
- 1.4. "แบบ" หมายถึง แบบแปลนที่แนบมากับสัญญา และรวมถึงแบบแปลนที่แก้ไข เพิ่มเติมโดยผู้ว่าจ้าง และเป็นลายลักษณ์อักษรที่ออกโดยผู้ว่าจ้าง
- 1.5. "อนุมัติ" หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร
- 1.6. "วัน" หมายถึง วันปฏิบัติงานของปี หรือยี่สิบสี่ (24) ชั่วโมง นับเป็นหนึ่งวัน
- 1.7. "เดือน" หมายถึง สามสิบ (30) วัน นับเป็นหนึ่งเดือน
- 1.8. "ปี" หมายถึง สามร้อยหกสิบ (360) วัน นับเป็นหนึ่งปี
- 1.9. "มาตรฐาน" หมายถึง มาตรฐานที่ดีหรือที่ให้หมายถึงมาตรฐานสูงสุดในที่แนบท้ายสัญญา

2. ขอบเขตของงาน

- 2.1. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบวัสดุอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ และระบายอากาศขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดในแบบ รวมทั้งระบบไฟฟ้ากำลังและควบคุมที่เกี่ยวข้อง และรายการพร้อมอุปกรณ์, ส่วนประกอบอื่นๆ ที่กำหนดและที่จำเป็นต้องใช้งานจนเสร็จสมบูรณ์ ใช้งานได้ตามจุดประสงค์ของผู้ว่าจ้าง และผ่านการทดสอบแล้วทุกตัว โดยมีขอบเขตของงานดังต่อไปนี้
 - 2.1.1. ความรับผิดชอบตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดทั่วไป และเงื่อนไขสัญญา
 - 2.1.2. งานระบบปรับอากาศและระบบอากาศในพื้นที่ส่วนกลาง ห้องเครื่อง และบริเวณอื่นๆ ที่แสดงในแบบ
 - 2.1.3. ระบบไฟฟ้ากำลังและควบคุมสำหรับอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบบอากาศ
- 2.2. ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดในแบบแปลน และรายการประกอบแบบ ถึงแม้ว่างานบางอย่างมีแสดงไว้ในแบบ แต่ไม่ปรากฏในรายการ หรือมีกำหนดในรายการแต่ไม่แสดงในแบบ ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานนั้นเช่นกันเสมือนกับว่าได้แสดงไว้ทั้งสองแห่ง งานที่เกี่ยวข้อง และจำเป็นต้องทำเพื่อให้งานลุล่วงถูกต้องตามหลักวิชา แต่ไม่ได้บ่งในแบบและรายการประกอบแบบ และ/หรือในบัญชีรายการวัสดุ และอุปกรณ์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ถูกต้องครบถ้วน โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น และไม่มีคิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างอีก
- 2.3. แบบที่ใช้ในการประมูลนี้เป็นเพียงการแสดงถึงแนวความคิด และความต้องการในการออกแบบในการทำงานติดตั้งจริง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการติดตั้ง รวมทั้งผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจเช็คค่าทางวิศวกรรมต่างๆ ที่อาจจะเปลี่ยนไปตามแบบ Shop Drawing เพื่อใช้ในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง ตามจุดประสงค์ในการออกแบบระบบ และการที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติให้ทำได้ตามที่เสนอ มิได้หมายความว่าผู้ว่าจ้างจะพ้นความรับผิดชอบในความผิดพลาดต่างๆ ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบ ต่องานที่จัดทำทุกประการ

3. ข้อกำหนดและมาตรฐาน

3.1. “ข้อกำหนดทั่วไป” หรือ “เงื่อนไขทั่วไป” ของรายละเอียดประกอบแบบสถาปัตยกรรม ถือว่าครอบคลุมถึงงานในสัญญานี้ด้วย

3.2. งานก่อสร้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ให้ยึดมาตรฐานและกฎเกณฑ์ล่าสุดของสถาบันวิชาชีพ และสมาคมต่างๆ ดังต่อไปนี้

<input type="checkbox"/>	ARI	:	Air Conditioning and Refrigeration Institute
<input type="checkbox"/>	ANSI	:	American National Standards Institute
<input type="checkbox"/>	ASHRAE	:	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
<input type="checkbox"/>	ASME	:	American Society of Mechanical Engineers
<input type="checkbox"/>	ASTM	:	American Society of Testing Material
<input type="checkbox"/>	AWS	:	American Welding Society
<input type="checkbox"/>	BS	:	British Standard
<input type="checkbox"/>	EIT	:	Engineering Institute of Thailand (วสท.)
<input type="checkbox"/>	IEC	:	International Electrotechnical Commissions
<input type="checkbox"/>	MEA	:	Metropolitan Electricity Authority (กฟน.)
<input type="checkbox"/>	NEC	:	National Electrical Code
<input type="checkbox"/>	NEMA	:	National Electrical Manufacturer Association
<input type="checkbox"/>	NFPA	:	National Fire Protection Association
<input type="checkbox"/>	SMACNA	:	Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association Inc.
<input type="checkbox"/>	TISI	:	Thai Industrial Standard Institute
<input type="checkbox"/>	UL	:	Underwriters' Laboratories, Inc.

3.3. สภาวะการออกแบบ (Design Condition)

<input type="checkbox"/>	พื้นที่ทั่วไป, ที่พักอาศัย, โรงแรม, สำนักงาน, โรงเรียน	24°C, 55%RH
<input type="checkbox"/>	ห้องปฏิบัติการทั่วไป (Typical Laboratory)	23°C, 50±5%RH, Negative Room Pressure
<input type="checkbox"/>	ห้องปฏิบัติการ BL3 (BL3 Laboratory)	23°C, 50±5%RH, Negative Room Pressure

4. ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามหลักวิชาการช่างที่ดี ผ่านการทดสอบที่กำหนด และพร้อมที่จะใช้งานได้โดยมีต้องจัดหา และติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ใดมาเพิ่มเติมอีก วัสดุหรืออุปกรณ์ใดๆ ซึ่งมีได้แสดงไว้ในแบบหรือระบุไว้ในรายการประกอบแบบ หากวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมิไว้เพื่อให้ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ และปลอดภัยตามหลักวิชา

ช่าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ เสมือนหนึ่งว่าได้กำหนดไว้ในแบบ หรือในรายการประกอบแบบ

4.1. ความคลาดเคลื่อนหรือขาดตกบกพร่อง

4.1.1. งานส่วนทั่วไปและส่วนประกอบของระบบ ซึ่งมีได้ระบุและเป็นส่วนที่จะทำให้งานระบบของอาคาร สำเร็จสมบูรณ์ ตามหลักวิชาช่างที่ดี ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.1.2. สิ่งใดที่ปรากฏในแบบหรือรายการประกอบแบบขัดแย้งกัน หรือมิได้ระบุลงไว้แน่นอน ให้ถือตามคำวินิจฉัยของวิศวกรเป็นอันสิ้นสุด

4.2. การดำเนินการของผู้รับจ้าง

4.2.1. หากผู้รับจ้างไม่เข้าใจในแบบหรือรายการก่อสร้าง หรือจะเป็นวัสดุที่ใช้ หรือวิธีการทำตาม ผู้รับจ้าง จะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบแต่เนิ่นๆ วิศวกรจะเป็นผู้ชี้แจงข้อสงสัยนั้นๆ เป็นลายลักษณ์อักษร หรือให้ รายละเอียดเป็นแบบเพิ่มเติม ห้ามมิให้ผู้รับจ้างตัดสินใจทำอย่างหนึ่งอย่างใดเอง ผลเสียที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด

4.2.2. ผู้รับจ้างจะต้องแต่งตั้งวิศวกรที่มีประสบการณ์เป็นตัวแทนซึ่งมีอำนาจเต็ม ประจำสถานที่ ก่อสร้างตลอดเวลาอย่างน้อย 1 คน

4.2.3. ผู้รับจ้างต้องว่าจ้างช่างฝีมือในแต่ละประเภทของงาน วิศวกรมีอำนาจที่จะสั่งให้ ผู้รับจ้างถอนผู้หนึ่ง ผู้ใดที่ผู้รับจ้างออกจากงานทันที ในเมื่อวิศวกรเห็นว่าผู้นั้นประพฤติมิชอบ หรือไร้สมรรถภาพ หรือ ปล่อยะละเลยทั้งงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ผู้ที่มีความสามารถ เปลี่ยนโดยทันที

4.2.4. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดวางผังการก่อสร้าง ให้ถูกต้องตามแบบ ตลอดจนการแก้ไขที่ตั้ง ระดับ ขนาด และแนวต่างๆของงาน จัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ และแรงงานให้พอเพียงหากมีการวางผัง ผิดพลาด จะต้องแก้ไขใหม่ให้เป็นที่ยอมรับอยู่ ผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาหลักฐานแนว, หมุด, เครื่องหมายต่างๆ ที่ใช้ในการวางผังให้คงสภาพเรียบร้อยอยู่เสมอ

4.2.5. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบไม่ให้เกิดขึ้นโดยเด็ดขาด ในเรื่องก่อความรำคาญหรือเดือดร้อน ต่อทรัพย์สิน หรือบุคคลในบริเวณ หรือนอกบริเวณก่อสร้าง

4.2.6. เพื่อให้การดำเนินงานก่อสร้างบรรลุเป้าหมายโดยเรียบร้อยและปลอดภัยผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตาม ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้าง

4.2.7. ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติแรงงานทุกประการ ตลอดจนข้อบังคับต่างๆ ของท้องถิ่น

4.3 การจัดทำแผนดำเนินงาน

ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร (Building Contractor) และส่งมอบรายละเอียดแผนดำเนินงานในส่วนของผู้รับจ้างเอง ให้แก่ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร เพื่อให้ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร สามารถวางแผนดำเนินงานร่วมของโครงการได้ โดยที่ผู้รับจ้างงานก่อสร้างเป็นผู้รับผิดชอบต่อความก้าวหน้า ของงานในโครงการ ดังนั้นผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามแผนดำเนินงานร่วม อย่างเคร่งครัด หากผู้รับจ้างไม่สามารถ ปฏิบัติตามแผนดำเนินงานร่วมได้ เป็นเหตุให้งานอื่นๆ ใน โครงการต้องล่าช้า หรือทำให้เกิดผลเสียหายใดๆ อันเนื่องมาจากสาเหตุดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างงานอื่นๆ ของโครงการตามหลักฐาน และ สภาพความเป็นจริง

4.4. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบและรายการประกอบแบบ

4.4.1. การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบ และรายการประกอบแบบ อันเนื่องมาจากสาเหตุใดก็ตามที่ผู้รับจ้าง จะต้องแจ้งแก่ผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติในเวลาอันควรก่อนดำเนินการติดตั้ง

4.4.2. ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ซึ่งได้รับอนุมัติเทียบเท่ามาติดตั้งในงานของผู้รับจ้าง โดยที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นมีขนาด หรือ Rating ซึ่งทำให้อุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ของระบบเกิดความไม่เหมาะสมหรือจะไม่ทำงานโดยถูกต้อง หรือมีความจำเป็นต้องแก้ไขงานโครงสร้างสถาปัตยกรรม งานระบบท่อ งานระบบไฟฟ้า เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบรายละเอียดแสดงการแก้ไขเสนอต่อวิศวกร เพื่อขออนุมัติในเวลาอันควรก่อนเริ่มดำเนินการ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการแก้ไขดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

4.5. การประสานงานกับผู้รับจ้างงานอื่นๆ ในโครงการ

4.5.1. ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานและทำความเข้าใจกับผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารโดยตรงในเรื่องที่เกี่ยวกับการร่วมใช้สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น สำนักงาน สนาม ที่พักคนงาน น้ำประปา ไฟฟ้า ห้องน้ำ-ส้วม นั่งร้าน เครื่องยกอุปกรณ์ พื้นที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ การรักษาความปลอดภัย เป็นต้น

4.5.2. ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารในการจัดเตรียมช่องทางสำหรับเคลื่อนย้ายเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ เข้าไปติดตั้งสถานที่ ๆ กำหนดได้โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้าง อาคาร ในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารล่วงหน้าในเวลาอัน ควร หากผู้รับจ้างละเลยหรือเพิกเฉยต่อการปฏิบัติดังกล่าว หรือแจ้งต่อผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารใน เวลากระชั้นชิด เป็นเหตุให้เกิดความล่าช้าในงานก่อสร้างอาคารหรืองานอื่นๆ หรือทำให้ต้องเพิ่มงาน ก่อสร้างอาคารหรืองานอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

4.5.3. ในการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์บางอย่าง ซึ่งต้องติดตั้งหรือเตรียมช่องไว้ในโครงสร้าง ฉนวนหรือฝ้าเพดานผู้รับจ้าง จะต้องจัดส่งรายละเอียดทั้งหมดที่จำเป็นและเพียงพอต่อผู้รับจ้างงานก่อสร้างล่วงหน้าในเวลาอันควร เพื่อให้ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคารสามารถจัดเตรียมงานก่อสร้างในส่วนนั้น ตามความประสงค์ของผู้รับจ้าง หากผู้รับจ้างละเลยหรือเพิกเฉยต่อการปฏิบัติดังกล่าว หรือแจ้งต่อ ผู้รับจ้างงานก่อสร้าง อาคารในเวลากระชั้นชิดหรือเกิดความผิดพลาดในรายละเอียดที่แจ้งให้ ผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด ต่อผู้รับจ้างงานก่อสร้างอาคาร

4.5.4. ในการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ในบริเวณเดียวกัน หรือใกล้เคียงกับงานของผู้รับจ้างงานอื่นๆ เช่น ใน ห้อง Mechanical Room ในช่องเดินท่อ ฝ้าเพดาน เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้าง งานอื่นๆ ดังกล่าวในการจัดตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ของแต่ละงาน เพื่อให้ไม่เกิดอุปสรรคซึ่งกันและกันทั้งในการติดตั้ง และการเข้าไปทำการซ่อมบำรุงในภายหลัง

4.6. การรักษาความสะอาดบริเวณสถานที่ก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องรักษาความสะอาดบริเวณสถานที่ผู้รับจ้างปฏิบัติงานตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องขนย้าย เศษวัสดุหรือสิ่งของที่ขจัดทิ้งมากองรวมไว้ในที่ ๆ จะกำหนดให้โดยวิศวกร และจะต้องขนย้ายออกจาก บริเวณสถานที่ก่อสร้าง หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานในแต่ละวัน

4.7. การจัดทำและการอนุมัติ Shop Drawings

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawings เสนอต่อวิศวกรเพื่อการอนุมัติตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง Shop Drawings จะต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ตามสภาพความเป็นจริง ของสถานที่ ๆ ติดตั้ง และขนาดจริงของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ในบริเวณที่มีงานของผู้รับจ้างรายอื่นๆ กำหนดจะติดตั้งอยู่ใกล้เคียงกัน ผู้รับจ้างจะต้องประสานงาน กับผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้องในการกำหนดตำแหน่งหรือระดับของเครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมดในบริเวณนั้น พร้อมกับแสดงใน Shop Drawings ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง Shop Drawings ในระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อที่วิศวกรจะตรวจสอบอนุมัติ ได้ทันต่อการดำเนินการ โดยอย่างต่ำไม่น้อยกว่า 15 วัน การที่ผู้รับจ้างจัดทำแบบ Shop Drawings ลำช้า และ หรือมีระยะเวลาตรวจสอบไม่เพียงพอ จะถือเอาเป็นสาเหตุในการเรียกร้องเวลา หรืออ้างว่า เป็นปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างไม่ได้การอนุมัติ Shop Drawings โดยวิศวกร มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างได้รับการยกเว้นความรับผิดชอบในการก่อสร้างส่วนนั้นๆ ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อการก่อสร้างในส่วนนั้นๆ ในกรณีที่ มี ปัญหาและจะต้องรับผิดชอบในการแก้ไขให้เรียบร้อยสมบูรณ์

4.8. As-Built Drawings

ผู้รับจ้างจะต้องบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ระหว่างการปฏิบัติงานลงในแบบก่อสร้าง เมื่อการปฏิบัติ งานแล้วเสร็จ และก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้างจะต้องนำเอาบันทึกเหล่านี้มาจัดทำ As-Built Drawings และเสนอต่อวิศวกรเพื่อการอนุมัติ เมื่อได้รับอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมเป็นรูปเล่ม เป็นต้น ฉบับกระดาษไซ 1 ชุด และพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด และ CD/DVD หรือ External Hard Drive/Flash Drive ที่บรรจุข้อมูล As-Built Drawings จำนวน 5 ชุด ส่งมอบต่อผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน As-Built Drawingsจะต้องมีขนาดเท่ากับแบบก่อสร้างและใช้มาตรฐานเดียวกันในการเขียนแบบ

5. ป้ายชื่อและเครื่องหมายของเครื่องจักรและอุปกรณ์

เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทุกชนิดจะต้องมีป้ายชื่อ (Nameplate) แสดงคุณสมบัติ หรือ Rating เป็น ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษติดมากับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์จากโรงงานผู้ผลิต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำป้ายชื่อตามที่กำหนดในแบบ (Label) ของเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อความสะดวก ในการอ้างถึง ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องเป็นภาษาอังกฤษและทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ ตัวหนังสือสีขาว มีขนาดเหมาะสม (สำหรับแผงควบคุมทั้งหมด) หรือใช้สีฟัน (สำหรับเครื่องจักรและระบบท่อต่างๆ)

6. ของตัวอย่าง

- 6.1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง หรือเอกสารแสดงรายละเอียดพร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิค ของวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้ง ให้วิศวกรอนุมัติก่อนจึงจะทำการสั่งซื้อและนำเข้าไป ในสถานที่ก่อสร้างได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง หรือรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ใน การขออนุมัติดังกล่าวล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการสั่งซื้อ
- 6.2. วัสดุและอุปกรณ์ตัวอย่างที่ได้รับการอนุมัติ ผู้ควบคุมงานจะเก็บไว้เพื่อเป็นหลักฐานเปรียบเทียบกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานจริง
- 6.3. การตรวจสอบวัสดุที่ขออนุมัตินั้น วิศวกรจะตรวจสอบหรือทดสอบเฉพาะเท่าที่จำเป็น ส่วนที่เหลือซึ่งไม่สามารถตรวจสอบได้ให้ถือว่าผู้รับจ้างรับผิดชอบว่าเสนอสิ่งที่ถูกต้องเหมาะสมหากปรากฏภายหลังว่ารายละเอียดดังกล่าวมีปัญหาในการใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
- 6.4. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายการคำนวณที่จำเป็น โดยใช้ข้อมูลจากเครื่องและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ จริง เพื่อให้วิศวกรพิจารณาตรวจสอบกับสมรรถนะของเครื่องและอุปกรณ์ เมื่อผู้รับจ้างเสนอขออนุมัติเครื่องและอุปกรณ์

7. การเทียบเท่าวัสดุ / อุปกรณ์

ผู้รับจ้างมีสิทธิขอเทียบเท่า เพื่ออนุมัติเลือกใช้วัสดุที่มีชื่อแตกต่างจากที่ระบุไว้ในแบบ หรือรายละเอียดประกอบแบบได้ในหลักการคุณภาพเท่ากันหรือดีกว่าราคาเท่ากันหรือแพงกว่า ผู้รับจ้างจะขอเทียบเท่าได้ในกรณี

- 7.1. มีระบุในรายการประกอบแบบ “หรือคุณภาพเทียบเท่า” หรือ “หรือเทียบเท่า”
- 7.2. วัสดุที่ระบุในท้องตลาดมีไม่เพียงพอ หรือขาดตลาดหรือบริษัทผู้ผลิตเลิกผลิต โดยผู้รับจ้างต้องแสดง หลักฐานประกอบให้ชัดเจน ทั้งนี้ ผู้ว่าจ้างขอสงวนสิทธิในการอนุมัติวัสดุรายการเทียบเท่า

8. การขนส่ง และการเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์

8.1. การขนส่ง

- 8.1.1. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งวัสดุและอุปกรณ์มายังสถานที่ก่อสร้าง เก็บรักษารวมทั้งยกเข้าไปยังสถานที่ติดตั้งและดำเนินการติดตั้ง เพื่อป้องกันความเสียหายใดๆ อันอาจเกิดขึ้นจนถึงวันส่งมอบงาน ในกรณีที่มีการบกพร่องวิศวกรมีสิทธิที่จะแนะนำให้ผู้รับจ้าง ปฏิบัติ จัดทำ หรือระงับรักษาให้ดีขึ้น เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตาม ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- 8.1.2. วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งเสียหายระหว่างการขนส่ง การติดตั้ง หรือการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของวิศวกรการเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์
- 8.1.3. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหมายกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้ง และ ต้องแจ้งให้วิศวกรทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่ สำหรับเก็บรักษา วัสดุ และ อุปกรณ์ไว้ให้เรียบร้อย
- 8.1.4. เมื่อวัสดุและอุปกรณ์เข้าถึงสถานที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบเพื่อที่จะได้ ตรวจสอบวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้อง ตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุและ อุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป
- 8.1.5. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในสถานที่ก่อสร้างเอง เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเช่นกรรมสิทธิของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายเสื่อมสภาพหรือถูกทำลาย จนกว่า จะได้ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ หรือส่งมอบงานแล้ว
- 8.1.6. การเก็บรักษา วัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกร เสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ และในส่วนที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร

9. การตัด การเจาะและการสกัดงานอาคาร

ในกรณีที่มีความจำเป็นจะต้องทำการตัด เจาะ สกัดหรือการกระทำการใดๆ ต่องานโครงสร้างหรืองาน สถาปัตยกรรมของอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดเพื่อขออนุมัติต่อวิศวกรก่อนเริ่มดำเนินการผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างให้กลับ คืนสู่สภาพเดิมจนเป็นที่ยอมรับของวิศวกร

10. การป้องกันน้ำซึมผ่านโครงสร้าง และการป้องกันการผุกร่อนของวัสดุอุปกรณ์ที่ทำด้วยโลหะ

10.1. การป้องกันน้ำซึมผ่านโครงสร้าง

ในกรณีที่ต้องติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ทะลุผ่านโครงสร้างของอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องเสนอกรรมวิธีในการก่อสร้างเพื่อป้องกันการซึมของน้ำผ่านบริเวณนั้น ต่อผู้ควบคุมงานเพื่อการอนุมัติก่อนเริ่มดำเนินการ

10.2. การป้องกันการผุกร่อนของวัสดุอุปกรณ์ที่ทำด้วยโลหะ

วัสดุและอุปกรณ์ที่ทำด้วยโลหะซึ่งทำการประกอบและติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง จะต้องทำความสะอาดผิวนอกเพื่อขจัดคราบสกปรก ทาด้วย Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี (Synthetic Alkyd Resin Base, Gloss Enamel) อีก 2 ชั้น ทั้งนี้ให้ดูข้อความในหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี” ในตารางการใช้ประเภทสีตามชนิด ของวัสดุในสภาวะแวดล้อม ประกอบ

วัสดุและอุปกรณ์โลหะที่ประกอบมาจากโรงงานซึ่งได้ผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อนจากโรงงานมาแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมสีที่ชำรุดเนื่องจากติดตั้ง ตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ

11. การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี

- 11.1. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะระหว่างการขนส่ง
จะต้องทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์ทั้งหมดก่อนการขนส่ง เพื่อขจัดฝุ่นสนิม และคราบไขมัน และรอยขรุขระในการเชื่อม และเศษโลหะ ผิวเครื่องมือที่ทำจากโลหะจะต้องทำการทาสี การทาสีจะต้องสามารถป้องกันอากาศที่มีไอเกลือ และจะต้องลอกออกได้ เมื่อมาถึงบริเวณผิวเหล็กทุกชนิดจะต้องทาด้วยสีกันสนิม 2 ชั้น
- 11.2. การทาสีที่บริเวณก่อสร้าง
 - 11.2.1. การป้องกันสนิม
ท่อ, อุปกรณ์ท่อ, ประตูน้ำ ตลอดจนอุปกรณ์ในระบบที่อาจขึ้นสนิมได้เมื่อทิ้งไว้ เช่น ผิวเหล็กหล่อ, เหล็กดำ, หน้าจาน, น็อต, เหล็กดำจะต้องรับทาสีเคลือบป้องกันสนิมไว้ก่อนทันที ท่อและอุปกรณ์ที่ติดตั้งไปแล้ว ระหว่างก่อสร้าง ที่อาจถูกน้ำปูน, คอนกรีต เช่น ท่อในช่องท่อ ซึ่งจะทำให้ท่อสกปรกและขึ้นสนิม จะต้องหา สิ่งมาห่อคลุมผิวตามเหมาะสม
 - 11.2.2. การทำความสะอาด
ผิวของโลหะทุกชนิดที่จะทาสีต้องทำความสะอาด เพื่อกำจัดสนิมออกไซด์ ขลุ่ย รอยขรุขระจากการเชื่อม ความไม่เรียบของผิวคราบไขมัน และน้ำมันที่ปกคลุมผิวโลหะ จะต้องล้างด้วยตัวละลาย หรือผงซักฟอก และเป่าให้สะอาด ด้วยลม ถ้าไม่สามารถทำความสะอาดผิวของโลหะด้วยกรรมวิธีเครื่องมือกล อาจใช้กรรมวิธีเคมี โดยใช้ น้ำยา หรือตัวละลาย ที่ใช้สำหรับทำความสะอาด เมื่อทำความสะอาดผิวโลหะแล้ว หาที่ตั้งโลหะให้ดีเพื่อทาสี จะต้องทาสีชั้นแรกให้เร็วที่สุดหลังจากการล้างครั้งสุดท้าย แล้ววิศวกรจะทำการตรวจผิวของโลหะก่อนที่จะให้ ทาสีต่อไป
 - 11.2.3. การทาสี
สีต่างๆที่นำมาใช้จะต้องเป็นสีที่มีคุณภาพดี และได้รับอนุมัติก่อนจะนำมาทาตารางเวลาที่เหมาะสม สำหรับการ ทาสีให้ได้ผลดีนั้นจะต้องปล่อยให้สีชั้นแรกแห้งสนิท และแข็งตัวก่อนจึงจะลงมือทาสีชั้นที่สองอีกครั้งหนึ่ง
- 11.3. การทาสี
 - 11.3.1. ผู้จ้างจะต้องเตรียมสำหรับการทาสีอุปกรณ์ เช่น มอเตอร์, ปั๊ม, ท่อที่แขวน, ท่อ, ค้ำยัน, ที่ยึด ฯลฯ ซึ่งอยู่ใน สัญญานี้และต้องการการทาสี
 - 11.3.2. ผิวโลหะก่อนทาสีต้องขัดด้วยแปรงเหล็ก (นอกจากท่อเหล็กอบสังกะสี) และขจัดสนิม, สะเก็ดตะกรัน ทราย สกปรกหรือไขมันออกหมดจนผิวสะอาด จากนั้นทาสีรองพื้น (Priming Paint) สีตะกั่วแดงอย่างน้อย 1 ชั้น เมื่อแห้งแล้วทาสีน้ำมัน (Oil Paint) ทับอีก 2 ชั้น แต่ละชั้นทิ้งช่วงเวลาให้ แห้งสนิทก่อน จากนั้นทาทับอีก ชั้นบนสุดทาสีด้วย High Gloss Finishing Coat
 - 11.3.3. ชนิดและสีที่จะใช้จะต้องเสนอเพื่อการพิจารณาอนุมัติก่อนที่จะใช้ได้รายการและสถานที่ตั้งต่างกันจะใช้สี แยกต่างกัน

ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
- Black Steel Pipe - Black Steel Hanger & Support - Black Steel Sheet - Switchboard, 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 Hanger & Support - Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้า เป็นสีออลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 2 Zinc Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead 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
- 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

หมายเหตุ :- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

11.4. รหัสสีและสัญลักษณ์

11.4.1. การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้นๆมีการหุ้มฉนวน ให้ทาเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

11.4.2. ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและกล่องต่อสายเท่านั้น

11.4.3. ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษรกำหนดดังนี้

ขนาดท่อ	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 (6")	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") เป็นต้นไป	500 มม (20")	90 มม (3 1/2")

11.4.4. ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้

- ทุกๆระยะไม่เกิน 6 เมตร ของท่อแนวตรง
- ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
- เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น
- บริเวณช่องเปิดบริการ

11.4.5. กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตารางดังต่อไปนี้

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
1	Chilled Water Supply	CHS	ฟ้าอ่อน	เหลือง
2	Chilled Water Return	CHR	น้ำเงินเข้ม	เหลือง
3	Make-up Water	MW	แดง	เหลือง
4	Condenser Water Supply	CDS	เขียวอ่อน	เหลือง
5	Condenser Water Return	CDR	เทา	เหลือง
6	Softener Water	SW	ขาว	เหลือง
7	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
8	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉนวน	E	เหลือง	แดง
9	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	AC	ฟ้า	ดำ
10	อุปกรณ์ยึดจับท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ & ท่อน้ำ	-	เทาเข้ม	-
11	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้า	-	งาช้าง	ดำ
12	ปกติ	-	งาช้าง	แดง
	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้า			
	ฉนวน			

12. ฐานรองรับและที่ยึดเครื่องจักรหรืออุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้าง ค.ส.ล. โครงเหล็กสำหรับจับยึดหรือแขวนวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีความแข็งแรงและปลอดภัยอย่างถูกต้องตามหลักวิชา ถึงแม้ว่าจะมิได้แสดงในแบบก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องส่ง Shop Drawings ต่อผู้ควบคุมงาน เพื่อการตรวจอนุมัติก่อนดำเนินการก่อสร้าง

13. คุณภาพวัสดุอุปกรณ์, เครื่องมือ และการติดตั้ง

13.1. คุณภาพวัสดุอุปกรณ์

- 13.1.1. บรรดาวัสดุและอุปกรณ์ใช้ในการก่อสร้างทุกชนิด ทั้งที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบ แบบ หรือมีได้ระบุ แต่จำเป็นต้องนำมาประกอบการก่อสร้างตามหลักวิชาช่าง จากการพิจารณา ของวิศวกร จะมีในท้องตลาดหรือขาดตลาด หรือมีไม่พอ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง จะต้องจัดเตรียมการ จัดหาเอาไว้เสียแต่เนิ่นๆ ทั้งวัสดุ และอุปกรณ์ที่มีชื่อระบุในแบบและรายการประกอบแบบ หรือวัสดุเทียบเท่าเพื่ออนุมัติ ผู้รับจ้างจะอ้างว่าไม่มีในท้องตลาดหรือขาดตลาดหรือ ต้องสั่ง จากต่างประเทศหรือต้องสั่งทำ หรือต้องรอให้ครบอายุการใช้งาน แล้วนำเหตุผลเหล่านั้น ไปเป็นข้ออ้างเป็นเหตุให้การก่อสร้างต้องชะงัก หรือล่าช้าไม่ ทันกำหนด สัญญา และขอต่ออายุสัญญาไม่ได้ เป็นหน้าที่โดยตรงของผู้รับจ้างที่จะต้องวางแผนงานให้ รอบคอบก่อน ลงมือดำเนินการก่อสร้าง
- 13.1.2. วัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ผู้รับจ้างสั่งเข้ามายังสถานที่ก่อสร้าง จะต้องเป็นของใหม่ได้มาตรฐานไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จะต้องบรรจุลงในหีบห่อเรียบร้อยจากโรงงาน หรือมี ใบส่งของจากโรงงานกำกับ และต้องเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ที่มีคุณภาพชั้นหนึ่ง ถูกต้อง และมี จำนวนพอเพียง วัสดุและอุปกรณ์ที่ไม่ได้คุณภาพตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องนำออกนอก บริเวณสถานที่ก่อสร้างทันที
- 13.1.3. ในกรณีที่จะต้องสั่งวัสดุอุปกรณ์จากต่างประเทศ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ เกี่ยวกับการนำเข้าวัสดุอุปกรณ์ โดยให้ปฏิบัติตามระเบียบของทางราชการที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้า วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ โดยไม่มีข้อยกเว้น
- 13.1.4. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อสมรรถนะ และความสามารถของเครื่องและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ ในโครงการนี้ทั้งหมด เพื่อให้ได้จุดประสงค์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง หากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ จะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบล่วงหน้าเพื่อพิจารณาอนุมัติเสียก่อน

13.2. เครื่องมือ

- 13.2.1. ผู้รับจ้างจะต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย สำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวน ที่เพียงพอ
- 13.2.2. วิศวกรมีสิทธิที่จะสั่งการให้ผู้รับจ้างเพิ่มจำนวนเครื่องมือ หรือระงับการใช้เครื่องมือ ที่ไม่ถูกต้อง และไม่เหมาะสมกับงาน หรือไม่ปลอดภัยได้

13.3. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างฝีมือที่มีประสบการณ์และความสามารถจำนวนเพียงพอ สำหรับการปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง การติดตั้งจะต้องเป็นไปอย่าง ถูกต้องตามมาตรฐานวิชาช่าง เรียบร้อยและปลอดภัย เมื่อวิศวกรเห็นว่าผลงานติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน หรือไม่เรียบร้อย หรือไม่ปลอดภัย ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข หรือรื้อถอนเพื่อติดตั้งใหม่ตามคำสั่งของวิศวกร

14. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน SPLIT TYPE AIR-CONDITIONING UNIT

14.1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่งๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลม เย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานในต่างประเทศ หรือประกอบภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ผู้ผลิตแนะนำ และมีหลักฐานยืนยันแล้วจะต้องสามารถทำความเย็นรวม (matching Capacity) ได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (Cooling coil) ปริมาณตามที่ กำหนดที่ 26.7° CDB, 19.4° CWB และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser Coil) ที่อุณหภูมิ 35° CDB, 28.3° CWB และอุณหภูมิไอน้ำทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature) ไม่เกิน 7.2 องศาเซลเซียส

สำหรับเครื่องปรับอากาศชนิด Wall type, Ceiling suspended type และ Ceiling cassette type ให้เลือกใช้ชนิด INVERTER ที่ประกอบเรียบร้อยและได้รับรองมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต เพื่อประหยัดพลังงาน

14.2. เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย Compressor เป็นแบบ Welded Shell Hermetic Type หรือ Semi-Hermetic Type Single or Dual Circuits of Refrigeration ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant-410A หรือ R-407C หรือ R-32 ระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบ โดยห้าม ทำการตัดแปลงหรือใช้หม้อแปลง แปลงแรงดันไฟฟ้าอีกที่หนึ่ง รายละเอียดอื่นๆ มีดังต่อไปนี้-

14.2.1. Compressor แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ

14.2.2. ตัวถังเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กอบสังกะสีหรือ เหล็กดำ พ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดี ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

14.2.3. พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ Propeller Type หรือ Centrifugal ขับด้วยมอเตอร์ชนิด Weatherproof ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต

14.2.4. แผงระบายความร้อน (Condenser Coil) ทำด้วยท่อทองแดง มีครีระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียม ชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 13 ครีต่อ ความยาวหนึ่งนิ้วฟุต

14.2.5. อุปกรณ์อื่นๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

14.2.5.1. Thermal Overload Protection Devices for Compressor

14.2.5.2. Overload Protection for Fan Motor

14.2.5.3. Compressor Contactor

14.2.5.4. Suction Line Shut-Off Valves

14.2.5.5. Liquid Line Shut-Off Valves

14.2.5.6. Refrigerant Charging Port

14.2.5.7. Time Delay Relay (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

- 14.3. เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit, Air Handling Unit)
 - 14.3.1. เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด จะต้องสามารถส่งปริมาณลมและให้ความดันลม (External Static Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
 - 14.3.2. พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ Centrifugal Blower ลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียว หรือสองตัว ตั้งอยู่บนขาพท์เดียวกัน มอเตอร์ขับพัดลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 แรงม้าขึ้นไป ต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ Direct-On-Line Starter
 - 14.3.3. มอเตอร์ขับพัดลมแบบ Direct-Drive หรือผ่านสายพาน มุ่เลย์ ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน Statically และ Dynamically Balanced มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
 - 14.3.4. ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิม และสีภายนอกอย่างดี ภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวน Closed Cell Foamed Elastomer ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 w/m.K และจะต้องเป็นชนิด Fire Retardant ภายใต้อุณหภูมิที่ระบุไว้ ภายใต้อุณหภูมิที่ระบุไว้ ประอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต
 - 14.3.5. แผงคอยล์เย็นเป็นแบบ Direct Expansion Coil ทำด้วยท่อทองแดง มีครีระบายความร้อนทำด้วย อลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้อง สามารถ ระบายความร้อน (Rate of Refrigeration) ได้ตามขนาดของเครื่องระบายความร้อน แต่ละชุด ตามข้อกำหนด
 - 14.3.6. อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้
 - 14.3.6.1. Thermostatic Expansion Valve และ Solenoid Valve (เฉพาะสำหรับเครื่องขนาด ตั้งแต่ 3 ตัน ความเย็นขึ้นไป)
 - 14.3.6.2. Capillary Tube (อาจใช้สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นลงมา)
 - 14.3.6.3. Overload Protection for Fan Motor
 - 14.3.6.4. Drain and Drain Pan
 - 14.3.6.5. Air Filter
- 14.4. การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ Spilt Type System
 - 14.4.1. การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุด ติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อน ให้ รองรับทุกเครื่อง ด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ให้ทาสีกันสนิมและสีทา ภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
 - 14.4.2. การติดตั้งสวิทช์ปิด-เปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดให้หรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่ กำหนดในแบบ ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
 - 14.4.3. การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี Vibration Isolators รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบ ปรับอากาศ ให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีค่า Sound Pressure Level ไม่เกิน 40 dB(A)

14.5. ระบบท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง

- 14.5.1. ท่อน้ำยาเป็นทองแดงชนิดแข็ง Type L และให้หุ้มท่อ Suction และ Liquid ด้วยฉนวน Closed Cell Elastomer ชนิด EPDM หนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ระบุในแบบ ท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกัน โดยมี Clamp รััดทุกๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หุ้มรอบฉนวนก่อนรััด Clamp
- 14.5.2. ขนาดท่อน้ำยาให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต และคำนึงถึงความปลอดภัยและอายุการใช้งาน
- 14.5.3. ท่อน้ำยาที่เดินภายนอกอาคาร ให้ใส่รางหุ้มท่อน้ำยาแอร์ชนิดป้องกัน UV ตลอดแนวท่อนั้นๆ
- 14.5.4. การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยาและท่อสายไฟที่เดินทะลุพื้นขึ้นไปบนดาดฟ้า หรือภายนอกอาคาร ให้ก่ออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปและทำฝาครอบสแตนเลสปิดเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่ เดินบนดาดฟ้า ให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 75 มม. x 40 มม. x 5 มม. โดยเหล็กยึดตั้งกล่าวต้องอยู่ ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้
- 14.5.5. ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2524 อุปกรณ์เชื่อมต่อ ท่อ จะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อน้ำ ทิ้งจะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Elastomer ชนิด EPDM หนาไม่ต่ำกว่า 13 มิลลิเมตร
- 14.5.6. ในทุกๆ กรณีจะต้องเติมน้ำยาให้เต็มระบบท่อเสมอ โดยให้ได้ความดันตามที่ผู้ผลิตระบุ หรือตาม คุณสมบัติของน้ำยาที่ใช้ ทั้งนี้หากพบฟองอากาศที่ Sight Glass ให้ยึดถือความดันน้ำยาที่ระบุข้างต้นเป็นเกณฑ์

14.6. ระบบควบคุม (Control System)

- 14.6.1. สวิตช์ปิด - เปิดเครื่องปรับอากาศขนาดเกิน 60,000 BTU/HR (5 ตัน) แต่ละชุดให้ใช้เป็นแบบ Push Button Switch พร้อมด้วยหลอดสัญญาณ (Pilot Lamp) ชนิด Neon Type แต่ละหลอดเพื่อแสดง เมื่อ มอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นทำงานและเครื่องระบายความร้อนทำงานตามลำดับ ส่วน เครื่องปรับอากาศขนาด 3 ตันและต่ำกว่าการปิด-เปิดเครื่องปรับอากาศ ให้ปิดเปิดโดยใช้สวิตช์ที่ติดตั้ง มากับเครื่องที่มาจากโรงงาน หรือใช้สวิตช์ติดตั้งตามจุดที่กำหนดให้ในแบบ
- 14.6.2. ระบบควบคุมสำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดเกิน 3 ตัน ใช้ระบบไฟฟ้า 24 โวลต์ รายละเอียดเป็นไป ตามที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะต้องเป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์จะต้องมีส่วนที่ตั้งอุณหภูมิซึ่งล๊อคได้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดระบบปรับอากาศต้องมีระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (Interlocking System) ระหว่างเครื่องระบายความร้อนและเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อป้องกัน ไม่ให้เครื่องระบายความร้อนทำงานเมื่อมอเตอร์พัดลมเป่าลมเย็นไม่ทำงาน หรือเครื่องระบายความร้อนทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็น ในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย ในเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ตั้งแต่ 3 ตัน ความเย็นลงมาเวลาที่ตั้งให้ มีระบบควบคุมที่สามารถตั้งโปรแกรมเลือกการทำงานของเครื่องได้
- 14.6.3. ปรับความแรงของการจ่ายลมโดย Manual
- 14.6.4. ปรับความแรงของการจ่ายลมโดย Auto

15. พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION FAN)

- 15.1. ความทั่วไป
 - 15.1.1. พัดลมระบายอากาศที่ใช้จะต้องสามารถระบายอากาศได้ในปริมาณที่ต้องการตามตารางในแบบ และวัดค่าสมรรถนะจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน AMCA Standard 210 และระดับความดัง ของเสียงต้องเหมาะสมกับการใช้งาน โดยต้องแสดง Sound Power Level มาด้วย
 - 15.1.2. ระดับความดังของเสียงจากพัดลมไม่ควรเกิน 75 dBa (AMCA 301-76) และพัดลมแบบ Free Blow ไม่ควรเกิน 55 dBa วัดห่างจากพัดลม 1.5 m. ถ้าตรวจพบว่ามีเสียงดังของเสียงมากกว่า ที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบจัดการติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียง เพื่อให้ระดับของเสียงได้ตามต้องการ
 - 15.1.3. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Firestat ที่ด้านหน้าทางลมกลับของพัดลมที่มีอัตราการไหลเกินกว่า 1,760 cfm (50 ลบ.ม/นาที) เพื่อตัดการทำงานของพัดลมในกรณีเกิดเพลิงไหม้ โดยใช้ Smoke Detector
- 15.2. พัดลมระบายอากาศแบบ Propeller
 - 15.2.1. โครงสร้าง : พัดลม มอเตอร์ และที่กำบังพัดลมจะต้องยึดติดบนโครงโลหะที่มั่นคง แข็งแรง และหาสีตามมาตรฐาน ของโรงงาน
 - 15.2.2. ใบพัด : ทำด้วยเหล็กกล้า หรืออลูมิเนียม หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า ตั้งศูนย์ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งแบบ Static และ Dynamic
 - 15.2.3. สมรรถนะ : โกล้เสียงที่สุกกับที่แสดงไว้ทั้งปริมาณลม และ Static Pressure โดยมีระดับความดังของเสียง อยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับสถานที่ใช้งาน
 - 15.2.4. การขับเคลื่อน : แบบขับเคลื่อนโดยตรง มี Ball Bearing แบบอัดจาระบีไว้ถาวร
 - 15.2.5. ต้องมี Gravity Shutter : ในกรณีที่พัดลมติดอยู่บนผนัง และผนังนั้นมีด้านหนึ่งอยู่นอกอาคาร
 - 15.2.6. ต้องมี Safety Guard ติดอยู่ที่ด้าน Inlet ของพัดลม
 - 15.2.7. มอเตอร์ : ระบบไฟตามมาตรฐานของผู้ผลิต เป็นแบบ Totally-Enclosed ความเร็วรอบของ มอเตอร์ชนิดขับเคลื่อนพัดลมโดยตรงที่มีสมรรถนะ 300 CFM หรือมากกว่า จะต้องไม่เกิน 1,450 รอบต่อนาที
- 15.3. พัดลมระบายอากาศแบบฝังเพดาน (Ceiling Mounted Type)
 - 15.3.1. ความทั่วไป

พัดลมจะต้องได้รับการออกแบบสำหรับการติดตั้งฝังเพดาน และมีทางออกสำหรับต่อท่อลม ในการเลือกพัดลม จะต้องมีเสียงดังของเสียงไม่เกินที่กำหนดไว้ ในหมวด “อุปกรณ์ดูดซับเสียง” ถ้าหากเกิดเสียงดังจนเกินไป ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบจัดการเปลี่ยนให้ใหม่
 - 15.3.2. โครงสร้าง

พัดลม มอเตอร์ จะต้องติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะที่มั่นคงแข็งแรง 2 ชั้นและพินสีตามมาตรฐานของโรงงาน
 - 15.3.3. Fan Wheel

ทำด้วยอลูมิเนียม และได้รับการถ่วง และตั้งศูนย์ให้สมดุลทั้งในขณะที่หยุดนิ่งและหมุน

16. แผงกรองอากาศ

- 16.1. ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศตามรายละเอียดที่ปรากฏในแบบรายการและตามข้อกำหนดที่จะกล่าวต่อไปนี้ แผงกรองอากาศต้องอยู่ในสภาพดีในขณะที่ทำการติดตั้ง ทดสอบและส่งมอบ แผงกรองอากาศที่ใช้ทดสอบจะต้องเป็นคนละชุดกับที่ใช้ส่งมอบ ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงกรองอากาศสำหรับทดสอบในจำนวนที่เพียงพอ สำหรับชุดที่ส่งมอบ หากตรวจพบภายหลังว่าแผงกรองอากาศอันใดอันหนึ่งรั่วหรือฉีกขาด ผู้รับจ้าง ต้องเปลี่ยนอันใหม่ที่มีสภาพดีกว่าให้ทันที
- 16.2. หากไม่ระบุในแบบ เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (Air handling unit, AHU) ทั้งหมด ให้ใช้แผงกรองอากาศ แบบ Panel Filter โดยมีคุณสมบัติดังนี้
- Media : Synthetic Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร
 - Face Velocity : ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)
 - Media Velocity : ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที (300 ฟุต/นาที)
 - Efficiency : ไม่น้อยกว่า 65% Arrestance วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52-99 หรือเทียบเท่า
- 16.3 สำหรับ OA ที่นำอากาศภายนอกเข้าสู่อาคารทั้งหมดต้องทำการติดตั้ง PRE FILTER เพื่อกรองฝุ่น PM2.5 ก่อนเข้าสู่อาคาร โดยต้องสามารถทำการถอดเปลี่ยน PRE FILTER ได้สะดวกเมื่อหมดอายุการใช้งาน

17. ท่อลม และระบบการกระจายลม

17.1. ความทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีฝีมือดี และได้รับการเห็นชอบด้านผลงานจากผู้ว่าจ้าง ทำและติดตั้งงานท่อลม ตะแกรงลม กลับ ช่องอากาศบริสุทธิ์ ตามชนิด ขนาดและตำแหน่งถูกต้องตามที่ระบุไว้ในแบบ รอยต่อของท่อ แต่ละท่อต้องแน่นสนิท ลมไม่สามารถรั่วออกได้ ตัวท่อยึดติดกับโครงสร้างของอาคารอย่างแข็งแรง ปราศจาก การสั่นสะเทือนในทุกสภาวะการใช้งานและรอยตะเข็บของท่อลมจะต้องทำการ Seal ด้วยสารที่ไม่ลามไฟ เพื่อป้องกันการรั่วของลม การทำท่อลม, ความหนาของผนังท่อลม, การเสริมความแข็งแรงของท่อลม, ชนิด รอยต่อตามขวาง, และการรองรับท่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อลมที่มีค่า STATIC PRESSURE สูงกว่า 2 นิ้ว น้ำต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE และ SMACNA ฉบับล่าสุด

17.2. ท่อลมและส่วนประกอบ

17.2.1. แผ่นโลหะ (Sheet Metal)

ท่อลมจะต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี มาตรฐาน มอก. 50-2548 ชุบหนาไม่น้อยกว่า 220 กรัม/ม” (Z22) ยกเว้นขนาดหนา 0.45 มม. (เบอร์ 26) ชุบหนาไม่น้อยกว่า 180 กรัม/ม” (Z18) ความหนาของแผ่นเหล็กอบสังกะสี และการเสริมท่อลมให้แข็งแรง และต้องเป็นไป ตามตารางดังนี้

ความกว้างของท่อลม มม. (นิ้ว)	ความหนาของแผ่นเหล็ก มม. (BWG)	รอยต่อตามขวาง	ขนาดเหล็กฉากเสริมความ แข็งแรงของท่อลม มม.
UP TO 300 (UP TO 12)	0.45 (26)	DRIVE SLIP OR PLAIN LOCK SAME AS UP TO 305	NONE “S” SLIP OR POCKET
325 TO 450 (13 TO 18)	0.55 (24)	SAME AS UP TO 305	NONE
475 TO 750	0.55 (24)	POCKET LOCK OR HAMMED “S” SLIP OR BAR SLIP OR 25 mm. COMPANION ANGLES	25 x 25 x 3 @ 1200 CC.
775 TO 1050 (31 TO 42)	0.55 (22)	POCKET LOCK ON BAR SLIP OR REINFORCED BAR SLIP OR 25 mm. COMPANION ANGLES	25 x 25 x 3 @ 1200 CC.

ความกว้างของท่อลม มม. (นิ้ว)	ความหนาของแผ่นเหล็ก มม. (BWG)	รอยต่อตามขวาง	ขนาดเหล็กฉากเสริมความ แข็งแรงของท่อลม มม.
1075 TO 1350 (43 TO 54)	0.70 (22)	SAME AS 787 TO 1067 BUT 38 mm. COMPANION ANGLES	40 x 40 x 3 @ 1200 CC.
1375 TO 1500 (55 TO 60)	0.90 (20)	SAME AS 1092 TO 1372	40 x 40 x 3 @ 1200 CC.
1525 TO 2100 (61 TO 84)	0.90 (20)	REINFORCES BAR SLIP OR ANGLES SLIP OR ALTERNATE BAR SLIP OR ANGLES REINFORCED STANDING SEAM OR 38 mm. COMPANION ANGLE	40 x 40 x 3 @ 600 CC.
2125 TO 2400 (85 TO 96)	1.20 (18)	ANGLE SLIP OR ANGLE REINFORCED STANDING SEAM OR ANGLE REINFORCED PACKET LOCK OR 38 mm. COMPANION ANGLES	40 x 40 x 5 @ 600 CC.
OVER 2400 (OVER 96)	1.20 (18)	ANGLE SLIP OR ANGLE REINFORCED STANDING SEAM OR ANGLE REINFORCED PACKET LOCK OR 38 mm. COMPANION ANGLES	50 x 50 x 6 @ 600 CC.

17.2.2. ขนาดของท่อลม

ขนาดของท่อลมที่กำหนดในแบบเป็นขนาดภายในของท่อลม ซึ่งไม่ได้รวมความหนาของฉนวน โดยตัวเลขตัวแรก หมายถึง ขนาดด้านแนวนอนของท่อลม

ตัวเลขตัวหลัง หมายถึง ขนาดด้านแนวตั้งของท่อลม

17.2.3. การประกอบท่อลม

ห้ามใช้เศษ หรือชิ้นส่วนของแผ่นเหล็กอาบสังกะสีมาต่อกัน ข้องอ และส่วนโค้งทุกอันต้องเป็นแบบ Full Band ซึ่งมีรัศมีภายใน (Throat Radius) เท่ากับ พ. เท่าของความกว้างของท่อลม ถ้าของอันนั้น ไม่สามารถทำแบบ Full Radius Bend ได้เนื่องจากที่จำกัดให้ติดตั้ง Guide Vanes ไว้ในข้องอ โดยมีระยะห่าง และจำนวน Vane ตามมาตรฐาน ASHRAE

17.2.4. แผ่นแบ่งแวลม (Splitter Damper)

ต้องติดตั้ง ณ ทุกท่อแยกที่ไปจ่ายกิ่งย่อย (Branch take-off) ใบ Damper ทำด้วยแผ่นโลหะ ซึ่งหนากว่าขนาดที่ใช้ทำท่อลมช่วงนั้น ๆ หนึ่งเบอร์ และยาวอย่างน้อย 1 1/2 เท่าของความกว้างของ Branch throat ปลายด้านหนึ่งติดบานพับเป็นจุดหมุน ยึดกับท่อทำให้ สามารถเลื่อนใบ Damper ไปมาได้โดยไม่หลุดหรือมีเสียงดัง ก้านชักเป็นแกนโลหะอบสังกะสีที่ยื่นพ้นด้านข้างของท่อลม ออกมาภายหลังจากที่ได้แบ่งปรับลมเรียบร้อยแล้ว ต้องยึดก้านนี้ให้แน่นกับตัวท่อด้วย lock screw และ locking pin ซึ่งอยู่ด้านบนนอกของแผ่นฉนวน ก้านมิให้เลื่อนกลับเข้าไปในท่อได้อีก สำหรับบริเวณ ท่อแยกแบบ Tap-in ผู้รับจ้างอาจติด splitter damper แบบที่ติดเข้ามาแล้วหรือใช้ Air Extractor ที่ทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานก็ได้ แต่ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนติดตั้ง

17.2.5. Volume Damper (VD)

Volume Damper จะต้องถูกติดตั้งในทุก Branches ของท่อลมเย็นและทุก Branches ของท่อลม ระบายอากาศ โดย Volume Damper ที่ใช้มีอยู่ 2 อย่าง คือ

- แบบ Single blade ทำด้วยโลหะแผ่นชนิดเดียวกับที่ใช้ทำท่อลม ปลายของ blade แต่ละใบต้องพับงอขึ้น เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ขนาดของ damper แบบนี้ต้องกว้างไม่เกิน 10 นิ้ว และยาวไม่เกิน 48 นิ้ว หากจำเป็นต้องใช้ยาวกว่านี้ ให้ทำเป็นชุดย่อยหลายชุดแต่ละชุดขนาดเท่ากัน
- แบบ Multi-blade ต้องเป็นชนิด Opposed blade แต่ละใบเชื่อมต่อกันหมด เพื่อให้สามารถเปิด ปิดได้ทีเดียวพร้อมกันแบบนี้ใช้กับ damper ที่มีความกว้างเกินกว่า 11” ขึ้นไป

17.2.6. Fire Damper

ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง Fire Damper เมื่อท่อลมทุกชนิดผ่านไปยังพื้นทุกชั้น, ผนังกันไฟ ทุกจุด Fire Damper ต้องเป็นแบบ Dynamic Curtain Type ทำจากวัสดุที่ได้มาตรฐาน NFPA No. 90A และ UL 555 พร้อมทั้งมีหนังสือรับรองจาก UL เพื่อประกอบในการส่งขออนุมัติ และต้องมีอัตราการทนไฟ อย่างน้อย 3 ชั่วโมง (3-Hour Rated) Fusible Link ที่ใช้ทำงานที่อุณหภูมิ 1 165 °F สามารถติดตั้งได้ ทั้งในแนวนอน และ แนวตั้ง บริเวณที่ติดตั้งจะต้องทำ Access door สำหรับเข้าไปปรับตั้ง และ Service ตัว Damper ได้

17.2.7. Damper Hardware

ก้าน Damper, Yokes แบริ่ง แหวนรอง (washers) Saddles และอื่น ๆ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของ Young Regulator Co หรือเทียบเท่า

17.2.8. Access Doors

ต้องติดตั้ง ณ ที่ทุกแห่ง ซึ่งจำเป็นต้องเข้าไปบำรุงรักษาเครื่องมือวัด ระบบควบคุมหรือคอยล์ ทำความเย็นเป็นประจำ ตัวประตูทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสี ยึดติดกับตัวท่อทางด้านหนึ่ง ด้วยบานพับทองเหลือง ส่วนอีกด้านเป็นกลอนสองตัวทำด้วยทองเหลืองเช่นกัน บานประตู ต้องหุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม หรือ ตัวถัง (Casing) ขอบประตูโดยรอบต้องกรู ด้วยแผ่นประเก็น Neoprene ยาวตลอดเพื่อกันมิให้ลมรั่วได้ การติดตั้งถ้าเป็นที่ท่อลมต้องมีขนาด 14” x 20” ในกรณีที่ท่อลมช่วงนั้นมีขนาดเล็กเกินไป ให้ทำช่องใหญ่ที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ ส่วนที่ Return air plenum นั้น ขนาดช่องต้องเป็น 60” x 24” หรือ 24” x 24 “ หรือตามแต่จะกำหนด

17.2.9. การแขวนท่อลม

การแขวนท่อลมให้ใช้เหล็กฉากขนาดตามตารางที่แสดงข้างล่าง ยึดติดกับคอนกรีตด้วย Expansion Bolts เท่านั้น ระยะห่างของการแขวนท่อลม ต้องไม่เกินที่กำหนดไว้ในตารางดังนี้

ความกว้างของท่อลม มม. (นิ้ว)	ระยะห่างที่แขวนท่อลม มม.	ขนาดเหล็กฉาก มม.
ไม่เกิน 762 (30)	3,000	25 × 25 × 3
787 ถึง 1,524 (31 ถึง 60)	3,000	25 × 25 × 3
1,550 ถึง 2,154 (61 ถึง 84)	2,400	50 × 50 × 3
2,159 ถึง 2,438 (85 ถึง 96)	2,400	50 × 50 × 3

17.2.10. Apparatus Connections

ปลายท่อลมส่วนที่จะต่อเข้ากับพัดลม หรืออุปกรณ์ที่มีการสันสะท้อนให้ใช้ Woven asbestos ชนิดหนัก 15 ออนซ์ หรือวัสดุอื่นที่กันไฟได้กว้างประมาณ 6 นิ้ว คั่นกลางไว้

17.2.11. ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pitot tubes หรือเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศ และ Balance ระบบลมนั้นต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนด หรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้อง หุ้มปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด

17.2.12. Duct Sleeves Blockout

ท่อลมส่วนใดที่ระบุให้เดินผ่าน พื้น เพดาน ผนัง หรือหลังคา จะต้องเดินเฉพาะในช่องที่เจาะเตรียมไว้ให้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องใช้เหล็กแผ่นอาบสังกะสี หนาไม่น้อยกว่า 20 BWG ทำเป็น sleeve ให้ใหญ่ กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว 1 นิ้ว โดยรอบฝังไว้ในช่อง และช่องว่าง 1" นี้ จะต้องมีการทาสีไฟ ใสไว้ก่อนที่จะทำการปิดด้วย Flashing ถ้าปรากฏว่า Blockout ที่ได้เตรียมไว้ให้โดยงานโครงสร้าง มีขนาดใหญ่กว่าตัวท่อลมมาก ผู้รับจ้างจะต้องจัดการต่อเสริมส่วนโครงสร้างคอนกรีตเข้ามาจน ใกล้เคียงกับขนาดของท่อ สำหรับท่อลมซึ่งผ่านทะลุพื้นทุกชั้น และผนังกันไฟ จะต้องทำการอุดช่องว่าง โดยรอบด้วยสารกันไฟ โดยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

17.3. Duct Classification

การเลือกระดับชั้นท่อลมจะขึ้นอยู่กับความดันสถิตที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน SMACNA ซึ่งในการใช้งานจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังต่อไปนี้

17.3.1. ท่อลมความดันต่ำ (Low Pressure Duct) : โครงสร้างการประกอบท่อลมความดันต่ำจะใช้งานที่ความดันไม่เกิน 50 mm. (2 inches) น้ำ

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

17.4. ระบบการกระจายลม (Air Distribution)

17.4.1. ความทั่วไป

Diffusers, Registers, Extractor และ Grilles ทุกอันต้องประกอบด้วย Volume Damper และทำด้วย Anodized extruded aluminum ยกเว้นแต่จะระบุไว้ว่าใช้วัสดุอย่างอื่น และจะต้องเคลือบด้วยสี ซึ่งจะกำหนดภายหลังโดยสถาปนิก ของทุกชั้นต้องประกอบเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ตำแหน่งที่ติดตั้งในการติดตั้งจริงให้ดูจากแบบฝ้าเพดาน

17.4.2. Diffusers

รูปร่างของ Diffusers ที่ใช้อาจเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือแบบ slot ยาวซึ่งมีการกระจายลมเป็นแบบแน่นอนตายตัว (Fixed) หรือแบบปรับได้ (Adjustable) ตามแต่จะกำหนดไว้ในแบบ คอหัวจ่ายทุกอันต้องยาวพอที่จะใส่ Volume damper สำหรับปรับปริมาณลมเข้าไว้ภายในท่อได้ ท่อลมส่งต้องยาวเลยหัวจ่ายสุดทำยาวออกไปอีกอย่างน้อย 8” และ/หรือ ตามข้อกำหนดในแบบ

17.4.3. Registers

เป็นแบบ Double deflection มีก้านโยกเปิดปิด volume damper ได้จากด้านหน้าที่ตรงต่อแยก (Take-off) อาจต้องติด Air extractor เพื่อช่วยให้ลมเย็นออกได้เต็มปริมาณที่ระบุไว้ เกล็ดกระจายลม ทางด้านหน้าจะเป็นแนวนอน หรือตั้งอยู่กับ Spread และ Drop ที่ต้องการ ปีกหัวจ่ายที่ติดกับกำแพง หรือตัวถังเครื่อง (Casing) ต้องมี ประเก็นทำด้วยฟองน้ำอัดอยู่โดยรอบ มิให้ลมรั่วได้

17.4.4. Grilles

เกล็ดที่ใช้ต้องเป็นแบบ Double deflection เช่นเดียวกับ Register

17.4.5. Exhaust Air Grilles

เป็นแบบเกล็ดติดตาย ความเอียงของใบเกล็ดต้องมากพอที่น้ำฝนจากภายนอกจะสาดเข้ามาไม่ได้ มีตะแกรงกันนก หรือตามแต่ระบุในแบบ และ Volume damper ติดอยู่ด้านหลังตัวเกล็ด หรือภายใน ท่อ Exhaust Air Duct ที่ซึ่งสามารถเข้าไปปรับปริมาณลม หรือถอดแผ่นตะแกรงลงมาล้างทำความสะอาด ได้โดยง่าย

17.4.6. ช่องนำอากาศบริสุทธิ์เข้า (Fresh Air Intake)

เป็นแบบเกล็ดติดตาย ความเอียงของใบเกล็ดต้องมากพอที่น้ำฝนจากภายนอกจะสาดเข้ามาไม่ได้ มีตะแกรงกันนก หรือตามแต่ระบุในแบบ และ Volume damper ติดอยู่ด้านหลังตัวเกล็ด หรือภายใน ท่อ Fresh air duct ที่ซึ่งสามารถเข้าไปปรับปริมาณลม หรือถอดแผ่นตะแกรงลงมาล้างทำความสะอาด ได้โดยง่าย

17.4.7. Transfer Air Grille

เกล็ดที่เป็น Transfer grille ต้องติดที่ทั้งสองด้านของผนัง หรือฝ้าด้านละอัน และระหว่าง Grilles ทั้งสองข้าง จะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางใด ๆ ทั้งสิ้น เพื่อให้การถ่ายเทของลมเป็นไปอย่างสะดวก

17.4.8. Air Louver

ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงในแนวนอนทำมุม 45 องศา ปลายใบทั้ง ด้านในและ ด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาด ความหนาของโครงต้องไม่ต่ำกว่า 4 นิ้ว ด้านในบุด้วย Wire Mesh มีขนาดของช่องว่างไม่เล็กกว่า 1 ตารางนิ้ว และ Wire Mesh สามารถถอดล้างได้ช่องว่าง ระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน

17.4.9. Round Flexible Duct

Flexible Duct จะต้องทำด้วย Aluminum Foil / Polyester ชนิดไม่ติดไฟ มีเส้นใยเสริมความแข็งแรง คุณภาพสูง ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Fiberglass) มีความหนา และความหนาแน่น หน้า 17-5” และ 1.5 Lb/Ft ตามลำดับ ในส่วนของ Vapour Barrier จะต้องประกอบด้วย ใยแก้ว (Fiberglass) เคลือบด้วยสาร Black Elastomer และประกบกันเป็นชั้น ๆ ด้วย Aluminized Polyester Film

17.4.10. Jacket

ผู้รับจ้างต้องทำ Jacket ท่อลมที่เดินภายนอกอาคารทั้งหมด ซึ่งทำด้วย Stainless Steel Sheet. ความหนาไม่น้อยกว่า 0.50 มิลลิเมตร กรรมวิธีการติดตั้งตามข้อกำหนดเรื่องท่อลม และต้องทำการซีลตะเข็บต่าง ๆ ด้วย Silicone Sealant

19. อุปกรณ์ดูดซับเสียง (SOUND ATTENUATOR)

19.1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสียงสะท้อน และลดเสียงดังภายในท่อลม อันเนื่องมาจากพัดลมที่อยู่ภายใน เครื่องเป่าลมเย็น ซึ่งจะถ่ายทอดไปสู่ภายในห้องที่ปรับอากาศได้ ระดับของเสียงภายในห้องต้องไม่เกิน NC35 หรือกำหนดระดับของเสียงไว้ในแบบและรายการ

19.2. คุณสมบัติของวัสดุดูดซับเสียง

วัสดุดูดซับเสียงจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน National Fire Protection Association Standard (NFPA 90 A, B) หรือ เทียบเท่า วัสดุเป็นประเภทใยแก้วหรือใยหิน (Fiberglass) ใยแก้วหรือใยหินจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m.K (0.27 Btu.in/ft².h.F) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24 C (75 F) และต้องมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 กิโลกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) มีความหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) หรือตามข้อกำหนด ไว้ในแบบและรายการ

19.3. ชนิดของอุปกรณ์ลดเสียง (Type of Equipment)

19.3.1. อุปกรณ์ลดเสียง (Attenuators) อุปกรณ์ลดเสียงเป็นชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือชนิดทรงกระบอกจะต้องสามารถดูดซับเสียงหรือลดเสียงลง ได้ตามตารางของอุปกรณ์ต่าง ๆ อุปกรณ์ลดเสียงจะต้องออกแบบ ๆ ให้ลมที่ผ่าน (Channel Velocity) มีความเร็วไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที)

19.3.1.1. อุปกรณ์ลดเสียงชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Attenuator)

อุปกรณ์ลดเสียงประกอบด้วยตัวถัง (Casing) และแผ่นแบ่ง (Splitter) โดยทั้งตัวถังและแผ่นแบ่ง จะต้อง ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.1 มิลลิเมตร (0.044 นิ้ว) การต่อประกอบแผ่น แบ่งเข้ากับตัวถังจะต้องไม่ให้เกิดลมรั่ว รอยต่อจะต้องแข็งแรง ส่วนการต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลม จะต้องใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลนเท่านั้น

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติในการลดเสียงในทุก ๆ ความถี่ตลอดช่วง Octave Band มาประกอบการขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

ตัวถังจะต้องบุด้วยวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 2 ด้าน โดยแต่ละด้านจะต้องใช้วัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนา ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่ สัมผัส กระแสลมด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.55 มิลลิเมตร (0.022 นิ้ว) เมื่อประกอบเรียบร้อยแล้วต้องมีช่องว่างให้อากาศผ่านได้ โดยมีความกว้างอยู่ระหว่าง 100-150 มิลลิเมตร (4-6 นิ้ว)

ด้านปลายของวัสดุดูดซับเสียงที่ปิดทับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนทั้งด้าน ต้นลม (Up Stream) และปลายลม (Down Stream) จะต้องถูกออกแบบให้มีลักษณะโค้งมน เพื่อลดกระแสลม (Turbulent) และความเสียดทานอากาศ (Air Friction)

19.3.1.2. อุปกรณ์ลดเสียงชนิดทรงกระบอกกลม (Cylinder Attenuator)

อุปกรณ์ลดเสียงประกอบด้วยตัวถัง (Casing) และไส้กลาง (Core) ทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) โดยทั้งตัวถังและไส้กลางจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบ สังกะสีที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร (0.034 นิ้ว) การยึดไส้กลางเข้ากับตัวถังให้ใช้ครีบ ที่ไม่ ต้านกระแสลม โดยจำนวนครีบยึดไม่ควรมากกว่า 4 ชั้น การต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลม หรือ อุปกรณ์ส่งลมจะต้องใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลนเท่านั้น

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติในการลดเสียงในทุก ๆ ความถี่ตลอดช่วง Octave Band มาประกอบการขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

ตัวถังจะต้องบุด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ส่วนไส้กลาง ทรงกระบอกจะต้องบุภายนอกด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

ช่องว่างของไส้กลางให้บรรจุด้วยวัสดุดูดซับเสียงให้เต็ม เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าของวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.55 มิลลิเมตร (0.022 นิ้ว)

19.4. การติดตั้ง (Installations)

วัสดุดูดซับเสียง เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ผิวหน้าต้องไม่ฉีก ขาด หรือหลุด ร่อน ลอกออก เมื่อถูกกระแสดมพัดผ่าน ไม่ว่าจะ อยู่ในระหว่างการติดตั้งหรือการใช้งานตามปกติ วัสดุดูดซับเสียงจะต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ เมื่อตรวจสอบชั้นสุดท้าย วัสดุดูดซับเสียงที่เสียหายในขณะที่ทำการขนส่งก็ดี จากการสั่นสะเทือนก็ดี หรือการห่อหุ้มไม่ เรียบร้อยทำให้เกิดการชำรุด ขึ้น จะไม่อนุญาตให้นำมาใช้งาน ส่วนใดที่ติดตั้งไปแล้วเกิดชำรุดเสียหาย จะต้องเปลี่ยนให้ใหม่ หรือให้ทำตามคำวินิจฉัย ของวิศวกรควบคุมงาน

19.5. การลดเสียง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียง หรือ Sound Attenuator เพื่อลดเสียงของเครื่องเป่าลมเย็น และพัดลมทุกตัวให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดโดยต้องแสดงการคำนวณมาเพื่อขออนุมัติ โดยกำหนดระดับเสียงดังนี้

ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	NC Level
บ้านพักอาศัย	30-35
โรงแรม	
ห้องพัก	35-40
ห้องโถง, ห้องจัดเลี้ยง	35-40
บริเวณทั่วไป	40-45
ห้องครัว ห้องซักรีด โรงรถ	45-50
ห้องผู้ป่วย	35-40
ห้องผ่าตัด ห้องผู้ป่วยรวม	35-40
โถงทางเดินทั่วไป	40-45
ห้องประชุมทั่วไป	30-35
ห้องทำงานผู้บริหาร	35-40
ห้องทำงานเป็นสัดส่วน	35-45
ห้องทำงานรวม	40-50
ห้องคอมพิวเตอร์กลาง	50-60
โรงแสดงดนตรี	22-25
โรงแสดงคอนเสิร์ต	65-75
ห้องส่งทีวี วิทยุ	22-25
โรงละคร	30-35
สถานชุมนุม	32-35
ห้องสมุด ห้องเรียน พิพิธภัณฑ	35-40
ห้องทดลอง ห้องปฏิบัติการ	40-45
ห้องนันทนาการ	40-50
ธนาคาร	40-45
ห้องอาหาร ภัตตาคาร	40-45
โรงอาหาร	45-50
ห้างสรรพสินค้า	45-50
สถานที่เล่นกีฬา	35-40
สระว่ายน้ำ	55-60

โรงงานทั่วไป	45-50
โรงงานใช้เครื่องจักรผลิตขนาดกลาง	60-70
โรงงานใช้เครื่องจักรผลิตขนาดใหญ่	65-75

20. ระบบควบคุมเพลิง (FIRE CONTROL SYSTEM)

20.1. ระบบควบคุมสำหรับเครื่องเป่าลมเย็น (AHU, FCU)

20.1.1. เครื่องเป่าลมเย็นทุก ๆ เครื่องจะต้องติดตั้ง Firestat ไว้ ณ ทางลมกลับของเครื่องแต่ละชุด เมื่อเกิดเพลิงไหม้และอุณหภูมิของลมกลับสูงเกินกว่า 50 °C Firestat จะตัดวงจรควบคุมของเครื่องปรับอากาศชุดนั้นออก ทำให้เครื่องหยุดทำงาน

20.1.2. เครื่องส่งลมเย็นสำหรับบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ ต้องหยุดทำงานทันที ในกรณีที่ Detector จากระบบเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) สามารถตรวจจับเพลิงไหม้ได้

20.1.3. Firestats เป็น Limit control snap acting SPST. Normally closed switch ลักษณะเป็นแผ่น Bi-Metal ใช้สำหรับตัดวงจรควบคุมของมอเตอร์เครื่องเป่าลมเย็น หรือของเครื่องปรับอากาศทั้งชุดเมื่ออุณหภูมิ ของอากาศที่ผ่านตัวสวิทช์สูงขึ้นประมาณ 50 °C มี manual reset เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง จาก U.L.

21. อุปกรณ์ป้องกันสั่นสะเทือน (VIBRATION ISOLATOR)

- 21.1. ความต้องการทั่วไป
- 21.1.1. ในการติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ที่มีแรงสั่นสะเทือนส่งผ่านไปยังโครงสร้างของอาคาร ให้ลดแรงสั่นสะเทือนด้วยอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนตามชนิดที่จะได้กล่าวถึงต่อไป
- 21.1.2. ถ้ามีได้ระบุเป็นอย่างอื่นไว้ในแบบ ให้หมายถึงต้องติดตั้งอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือน ตามชนิดที่วัสดุหรืออุปกรณ์นั้นใช้อยู่
- 21.1.3. ให้ผู้รับจ้างแสดงรายการคำนวณ วิธีการเลือกใช้และความสามารถการรับน้ำหนักของอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนมาเพื่อขอรับการอนุมัติก่อนนำเข้าติดตั้งที่หน่วยงาน
- 21.1.4. อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนใดที่เกิดการเสียหายอันมีสาเหตุมาจากการติดตั้งหรือเลือกใช้ไม่ถูกรุ่นให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนรุ่นใหม่ที่ใช้งานเหมาะสมกว่า โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมอื่นใดทั้งสิ้น
- 21.2. ขอบเขตของงาน
- 21.2.1. ในส่วนของอุปกรณ์เครื่องจักร, อุปกรณ์ท่อ และท่อลมที่ได้ระบุไว้ในตารางอุปกรณ์หรือในแบบ ข้อกำหนด ต้องทำการยึดหรือแขวนอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน (Vibration Isolator) เพื่อป้องกันการส่งผ่านของแรงสั่นสะเทือนและเสียงไปยังโครงสร้างของอาคาร อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนต้อง ถูกเลือกให้ถูกประเภทการใช้งาน เหมาะสมกับการรับแรงของน้ำหนักเครื่องจักรหรือท่อ และมีค่า Static Deflection ที่เหมาะสมตามตาราง 42 ของ ASHRAE Applications Handbook ปี 1995 หรือ ใหม่กว่า
- 21.3. การขออนุมัติ
- 21.3.1. ผู้ผลิตอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือน ต้องทำการส่งรายละเอียดเพื่อขออนุมัติดังนี้ 21.3.1.1. ตารางรายละเอียดการคำนวณการเลือกใช้ Vibration Isolator โดยระบุค่าของการรับ น้ำหนัก และค่า Static Deflection ที่ถูกต้องเหมาะสม
- 21.3.2. รายละเอียดของอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนตาม Catalog ที่สอดคล้องกับการคำนวณ และการเลือกใช้ รวมทั้งเป็นไปตามข้อกำหนดในส่วนที่ 2 ไม่ควรใช้เป็นเอกสารชี้แจงจากทางผู้ผลิตในการขออนุมัติ
- 21.3.3. เอกสารประกอบของผู้จัดจำหน่ายและผู้ผลิตที่ยืนยันถึงควมมีประสบการณ์ และความพร้อมของอุปกรณ์ในการวัด และการแก้ไขปัญหาเรื่องเสียงและการสั่นสะเทือน
- 21.4. ข้อกำหนดของอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน
- 21.4.1. ลูกยางป้องกันการสั่นสะเทือน (Rubber Mounts Isolator)
ลูกยางกันการสั่นสะเทือนเป็นประเภท Double Deflection ทำจากยางสังเคราะห์ Neoprene มีค่า Static Deflection 0.35-0.5 นิ้ว (9-13 มม.) มีรูสำหรับยึดกับเครื่องจักรทางด้านบน และยึดกับพื้นพื้นฐานของลูกยางด้านล่างและ ฐานของตัวลูกยางออกแบบให้เป็น Friction Pad เพื่อใช้ในกรณีที่ไม่สามารถทำการยึดติดตั้งด้วยสกรูและน็อตได้ ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์รุ่น ND ของ Mason
- 21.4.2. สปริงตั้งพื้น (Spring Isolator)
สปริงตั้งพื้นประกอบไปด้วยตัวสปริง, ฝา, และฐานสปริง ตั้งสปริงต้องมีอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางเทียบกับความสูงของสปริงที่ยึดตัวที่ระยะใช้งานไม่น้อยกว่า 0.8 เพื่อความมีเสถียรภาพและมีระยะยุบตัวได้มากกว่าค่า Static Deflection ของตัวสปริงเอง อีกไม่น้อยกว่า 50% เพื่อเป็นค่า Safety Factor ฝาสปริงทำด้วยเหล็กพร้อมน็อตปรับระดับ ตัวฐานสปริงหล่อติดกับยาง Neoprene Acoustics Friction Pad หนาอย่างน้อย 1/4 นิ้ว (6 มม.) เพื่อป้องกันเสียงที่ ความถี่สูง การขออนุมัติต้องส่งเอกสาร (Catalog) แสดงรายละเอียดของตัวสปริงที่บอกถึงรายละเอียดของน้ำหนักที่รับ ระยะยุบตัวใช้งาน (Compressed Spring Height), ระยะยุบตัวมากที่สุด (Solid Spring Height), เส้นผ่าศูนย์กลางสปริง และค่า Static Deflection ที่ถูกต้องเหมาะสมเพื่อพิจารณา ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ รุ่น SLF ของ Mason

21.4.3. สปริงตั้งพื้นที่ป้องกันแรงลมปะทะและมี Limit Stop

ในกรณีที่อยู่อุปกรณ์เครื่องจักรมีความแตกต่างมากของน้ำหนักในช่วงติดตั้ง และช่วงเครื่องจักรทำงานจริง เช่น Chillers, Boiler และที่ต้องปะทะกับแรงลม เช่น Cooling Tower คุณสมบัติของสปริงที่ใช้ให้เป็นไปตามข้อกำหนด เช่นเดียวกับหัวข้อ “สปริงตั้งพื้น” แต่ตัวโครงสร้าง (Housing) รับตัวสปริงต้องมีตัว Limit Stop เพื่อป้องกันการยืดตัวมาก เกินไปของตัวสปริง ในกรณีที่อยู่อาจมีการปล่อยน้ำออกจากตัวอุปกรณ์ Chiller หรือ Boiler อันเป็นสาเหตุให้อุปกรณ์และ ระบบท่อเสียหาย ตัวโครงสร้างต้องสามารถรับแรงปะทะเนื่องจากแรงลม ในกรณีที่อยู่ติดตั้งบนตาดฟ้าอาคารสูง โดยมีข้อมูล ทางวิศวกรรมแสดงค่าป้องกันแรงลมปะทะไว้ใน Catalog อย่างชัดเจน ตัวอย่างผลิตภัณฑ์รุ่น SLR ของ Mason

21.4.4. สปริงแขวน (Spring Hanger Isolator) สปริงแขวนประกอบไปด้วยตัวโครงสร้าง (Housing) รับตัวสปริง ด้านบนประกอบไปด้วยลูกยาง Neoprene ที่ ความหนาไม่น้อยกว่า 1 1/4 นิ้ว (32 มม.) ตัวสปริงเป็นไปตามข้อกำหนดเช่นเดียวกับหัวข้อ “สปริงตั้งพื้น” แต่ตัวโครงสร้าง (Housing) ต้องมีรูร้อย Rod ที่ใช้แขวนให้กว้างพอที่จะทำให้เกิดแรงเหวี่ยง (Swing) ของตัว Rod ได้ไม่น้อยกว่า 30 องศา เพื่อป้องกันแรงสั่นสะเทือนที่จะทำให้ Rod กระทบกับตัวโครงสร้าง (Housing) สปริงและทำให้แรงสั่นสะเทือนถูกส่งผ่านไป ได้ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์รุ่น 30N ของ Mason

21.4.5. ข้อต่ออ่อน (Flexible Pipe Connection)

Flexible Connector ต้องเป็นชนิด 2 ลอน ทำจากยางสังเคราะห์ EPDM มาตรฐาน Dupont โครงสร้างทำด้วย ผ้าใบหลายชั้น (Multi – Layered Nylon Tird Cord Reinforcement) สำหรับเนื้อยางชั้นในต้องเป็นร่องสันนูน (Raised Ribs) เพื่อให้การไหลของของเหลวเป็นไปอย่างเรียบและสม่ำเสมอ (Smooth out flow) มีแหวนรัดตรงกลางระหว่างลอน หล่อติดกับตัวยาง

21.5. ชนิดของอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือน

21.5.1. ตารางแสดงอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนสำหรับการติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ต่างๆ มีดังต่อไปนี้

วัสดุหรืออุปกรณ์	ชนิดของอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือน	หมายเหตุ
เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) มอเตอร์ขับเคลื่อนตั้งแต่ 1.5 แรงม้าขึ้นไป	ใช้สปริงแบบ Unhoused Type รองรับด้วย Neoprene Waffle Pad ที่มีค่าความแข็ง 40 Durometer หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และสปริงมีค่าการยุบตัวดังต่อไปนี้ <u>รอบของพัดลม</u> <u>ค่ายุบตัว</u> มากกว่า 100 RPM 25 มม. (1 นิ้ว) 600 ถึง 1000 RPM 38 มม. (1.5 นิ้ว) 400 ถึง 600 RPM 50 มม. (2 นิ้ว) <u>อุปกรณ์อ้างอิง</u> <input type="checkbox"/> Mason รุ่น SLF <input type="checkbox"/> VMC รุ่น AWH หรือเทียบเท่า	ใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น (Flexible Material) ในการต่อท่อลมกับ เครื่องส่งลมเย็น
เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil มอเตอร์ขับเคลื่อนตั้งแต่ 1.0 แรงม้าลงมา	ใช้ Neoprene Rubber ที่มีค่าความแข็ง 40 Durometer หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตรงจุดแขวนหรือรองรับตัวเครื่อง <u>อุปกรณ์อ้างอิง</u> <input type="checkbox"/> Mason รุ่น HD หรือ ND <input type="checkbox"/> VMC รุ่น RH หรือ RD หรือเทียบเท่า	ท่อลมที่ต่อกับเครื่องส่งลมเย็นให้ต่อกับ Flexible Material
พัดลมระบายอากาศแบบ Axial หรือ ใช้แบบ Centrifugal ที่มีมอเตอร์ขับเคลื่อนตั้งแต่ 1.0 แรงม้าลงมา	ใช้ยาง Neoprene แบบ Double Deflection Neoprene In Shear ที่มีค่าการยุบตัวไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว) ตรงจุดที่แขวนหรือรองรับตัวเครื่อง <u>อุปกรณ์อ้างอิง</u> <input type="checkbox"/> Mason รุ่น HD หรือ ND <input type="checkbox"/> VMC รุ่น RH หรือ RD หรือเทียบเท่า	ท่อลมส่วนที่ต่อกับพัดลมให้ต่อกับ Flexible Material จำพวก Flexible Connector

หน้า 21-2

วัสดุหรืออุปกรณ์	ชนิดของอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือน	หมายเหตุ								
<p>พัดลมระบายอากาศแบบ Axial หรือ Centrifugal ที่มีมอเตอร์ขับพัดลมตั้งแต่ 1.5 แรงม้าขึ้นไป</p>	<p>ใช้สปริงแบบ Unhoused Type รองรับด้วย Neoprene Waffle Pad ที่มีค่าความแข็ง 40 Durometer หนาไม่น้อยกว่า 19 Connector (3/4 นิ้ว) และสปริงมีค่าการยุบตัวดังต่อไปนี้</p> <table border="0" data-bbox="614 638 1045 795"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>รอบของพัดลม</u></td> <td style="text-align: center;"><u>ค่ายุบตัว</u></td> </tr> <tr> <td>มากกว่า 100 RPM</td> <td>25 มม. (1 นิ้ว)</td> </tr> <tr> <td>600 ถึง 1000 RPM</td> <td>38 มม. (1.5 นิ้ว)</td> </tr> <tr> <td>400 ถึง 600 RPM</td> <td>50 มม. (2 นิ้ว)</td> </tr> </table> <p><u>อุปกรณ์อ้างอิง</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mason รุ่น SLFH หรือ 30 N <input type="checkbox"/> VMC รุ่น AWH หรือ RSH หรือเทียบเท่า 	<u>รอบของพัดลม</u>	<u>ค่ายุบตัว</u>	มากกว่า 100 RPM	25 มม. (1 นิ้ว)	600 ถึง 1000 RPM	38 มม. (1.5 นิ้ว)	400 ถึง 600 RPM	50 มม. (2 นิ้ว)	<p>ท่อลมส่วนที่ต่อกับพัดลมให้ต่อกับ Flexible Material จำพวก Flexible Connector</p>
<u>รอบของพัดลม</u>	<u>ค่ายุบตัว</u>									
มากกว่า 100 RPM	25 มม. (1 นิ้ว)									
600 ถึง 1000 RPM	38 มม. (1.5 นิ้ว)									
400 ถึง 600 RPM	50 มม. (2 นิ้ว)									

22. ระบบไฟฟ้า

[ให้ยึดตามเอกสาร “รายการประกอบแบบงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร”]

23. การอุดช่องท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟ และควันลาม (FIRE BARRIER SYSTEM)

- 23.1. ความต้องการทั่วไป
เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกลามจากบริเวณหนึ่ง ไปยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินท่อหรือช่องเจาะ จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟ และควันลามตาม กำหนดใน NEC Article 300-21, ASTM และ UL
- 23.2. คุณสมบัติของวัสดุ
- 23.2.1. อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 23.2.2. อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 23.2.3. อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- 23.2.4. สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 23.2.5. ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- 23.2.6. ติดตั้งง่าย
- 23.2.7. อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- 23.2.8. อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- 23.3. ขอบเขตงาน
- 23.3.1. ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟ และควันลามตามตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้
- 23.3.1.1. ช่องเปิด, ช่องท่อทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และช่องท่อต่างๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ
- 23.3.1.2. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Block Out or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
- 23.3.1.3. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Block Out or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มี ช่องว่างอยู่ แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
- 23.3.1.4. ภายในท่อที่วางทะเลลู่พื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟ และควันลามตามท่อ
- 23.3.1.5. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Block Out or Sleeve) สำหรับติดตั้งท่อ PVC หรือท่อพลาสติกให้ใช้ วัสดุป้องกันไฟและควันลามผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำหรับใช้ติดตั้งกับท่อ PVC หรือท่อพลาสติก เท่านั้น ซึ่งมีคุณสมบัติขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน โดยจะต้องเป็นแบบที่ได้มาตรฐาน และรับรองโดย UL
- 23.3.2. กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน
- 23.4. วัสดุป้องกันไฟและควันลาม
- 23.4.1. วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่นำมาใช้ต้องผ่านการอนุมัติก่อน
- 23.4.2. วัสดุป้องกันไฟและควันลาม / ระบบป้องกันไฟและควันลาม
- 23.4.2.1. วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสมกับประเภทของงานโดยเฉพาะ
- 23.4.2.2. วัสดุป้องกันไฟและควันลามและวัสดุที่เกี่ยวข้องแต่ละประเภทจะต้องเข้ากันได้ (Compatible)
- 23.4.2.3. วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่สามารถใช้ ได้แก่
- วัสดุที่ขยายตัวได้เมื่อสัมผัสความร้อน ขณะเกิดเพลิงไหม้ (Intumescent)
 - วัสดุที่กลายเป็นขี้เถ้า เมื่อสัมผัสความร้อน ขณะเกิดเพลิงไหม้ (Ablative)
 - วัสดุที่คลายสารหล่อเย็นเมื่อสัมผัสความร้อน ขณะเกิดเพลิงไหม้ (Endothermic)
 - วัสดุที่ไม่เปลี่ยนแปลงสภาพเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Insulation)

- 23.5. ข้อกำหนดทางด้านประสิทธิภาพ
- 23.5.1. ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (Through Penetrations) ระบบป้องกันไฟและควันลาม สำหรับช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภทนี้ โดยมีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบในการทดสอบตามวิธีการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 1479 และจะต้องมีความสามารถในการป้องกันไฟลาม (F- RATING) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง หรือ 3 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับอัตราการทนไฟของผนังกันไฟ
- 23.5.2. วัสดุป้องกันไฟและควันลามจะต้องไม่ก่อให้เกิดควันพิษเมื่อได้รับความร้อนหรือติดไฟ
- 23.5.3. วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่มีส่วนผสมของแร่ใยหิน (Asbestos)
- 23.5.4. วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องสามารถเกาะยึดได้กับคอนกรีต, โลหะ, ไม้, พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า
- 23.5.5. ในกรณีที่ไม่มีระบบป้องกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เป็นสากล เชื่อถือได้ เพื่อใช้ในการติดตั้ง สำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่ออื่นๆ ผู้รับจ้างจำเป็นต้องขอเอกสาร Engineering Assistance (EA) จากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลามนั้นโดยเฉพาะ มาขออนุมัติใช้ ระบบป้องกันไฟและควันลามนั้น กับตัวแทนผู้ว่าจ้าง และเอกสาร Engineering Assistance (EA) ควรจะมีรูปแบบตามแนวทางของ International Firestop Council (IFC)
- 23.6. เอกสารและวัสดุที่ต้องนำส่ง
- 23.6.1. ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการในการนำส่งเอกสารและวัสดุ
- 23.6.2. เอกสารและวัสดุที่ต้องนำส่งคือ
- รายละเอียดทางเทคนิคของวัสดุป้องกันไฟและควันลามทุกประเภทที่ใช้
 - เอกสารขออนุญาตนำวิธีการติดตั้งและวิธีการควบคุมคุณภาพที่ถูกต้องสำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามแต่ละประเภทจากผู้ผลิต
 - เอกสารแผ่นข้อมูลความปลอดภัย (MSDS) ของวัสดุป้องกันไฟและควันลามทุกประเภทที่ใช้
 - แบบรายละเอียดในการทำงาน (Shop Drawing) ที่มีรายละเอียดของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อ และวัสดุที่เกี่ยวข้อง ที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เป็นสากล เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อแต่ละประเภท
 - เอกสาร Engineering Assistance (EA) จากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ในกรณีที่ไม่มี ระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เป็นสากล เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับ
 - เอกสารระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เป็นสากล เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป สำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อแต่ละประเภท
 - ตัวอย่างวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ทุกชนิด ทุกประเภทที่ใช้
- 23.7. การควบคุมคุณภาพ
- 23.7.1. ผู้รับจ้างต้องผ่านการอบรมวิธีการติดตั้งจากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลามในการติดตั้งระบบกันไฟและควันลามสำหรับประเภทช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด
- 23.7.2. วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ในโครงการต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด
- 23.8. การดูแล การจัดส่งและการเก็บรักษาวัสดุ
- 23.8.1. วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงเพียงพอต่อการขนส่งมีป้ายบอกชื่อ สินค้า ชนิดของวัสดุป้องกันไฟและควันลาม หมายเลขการผลิต และวันที่ผลิต
- 23.8.2. จัดเก็บวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยไม่ให้เกิดความเสียหายจากความชื้น อุณหภูมิ แสงแดด และการปนเปื้อนจากสิ่งอื่น
- 23.9. สภาพแวดล้อมขณะทำงาน
- 23.9.1. ตรวจสอบและแก้ไขส่วนประกอบของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อที่จะทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
- 23.9.2. ตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้นและสภาพอากาศ บริเวณที่จะทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้ เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด

- 23.9.3. ตรวจสอบการระบายอากาศว่าเหมาะสมสำหรับการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามโดยให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- 23.9.4. ปกป้องพื้นผิววัสดุบริเวณใกล้เคียงด้วยการติดเทปหรือคลุมด้วยผ้าหรือผืนพลาสติก
- 23.10. การรับประกันผลงาน
 - 23.10.1. ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุและการติดตั้งตามมาตรฐาน ของผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปเป็นระยะเวลา 2 ปี ว่าเมื่อ ติดตั้งแล้วจะต้องไม่มีการหลุดร่อนหรือมีข้อบกพร่องใดๆ ที่พิสูจน์ได้ว่าเป็นความผิดพลาดเนื่องจากการติดตั้งและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่นำมาติดตั้ง ภายในระยะเวลาการรับประกันผู้รับจ้างต้องทำการ ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยไม่คิดมูลค่าใดๆ ทั้งสิ้น

24. การเริ่มเดินเครื่อง การปรับแต่งระบบ และการทดสอบการใช้งาน

24.1. ความทั่วไป

ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศ และระบายอากาศทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา โดยให้การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบ ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วัน ๆ ละ 12 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน ระบบปรับอากาศชุดใดที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบชุดนั้น ติดต่อกันเป็นเวลา 30 วัน ภายหลังจากทดสอบ ให้ผู้รับจ้างยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่า ระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้ เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

24.2. ข้อมูลของการทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่มีลักษณะคล้ายกับแบบ มาตรฐานของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียด จากผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการจัดทำแบบฟอร์มการทดสอบ ซึ่งแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุ ถึงชื่อระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจนก่อนการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้อง ปรับแต่งเครื่องมือ ที่ใช้ในการวัดต่าง ๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน ค่าที่บันทึกในแบบฟอร์มในขณะที่ ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัด โดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขูดลอกออกโดยเด็ดขาด แล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้น เช่นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น หากผลของการทดสอบปรากฏว่า การทำงานของระบบใดไม่สามารถ ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง โดยมิชักช้า จนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่า ระบบทั้งหมดสามารถทำงาน ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

24.3. ระบบการกระจายลม

ก่อนการหุ้มฉนวนท่อลม ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าการรั่วของท่อลม สำหรับเครื่องเป่าลมเย็น แต่ละเครื่อง ต้องไม่เกินกว่าร้อยละสิบ (10) ของจำนวนที่กำหนดไว้ใน Equipment schedule กรรมวิธีในการทดสอบให้ เป็นไปตามที่ Associated Air Balancing Council ที่กำหนดไว้โดยเคร่งครัด หากปรากฏว่าได้ยินเสียงลมรั่วจาก รอยต่อใด ให้ทำเครื่องหมายไว้แล้วจัดการอุด หรือซ่อมแซมก่อน การทดสอบใหม่อีกครั้ง เมื่อเริ่มทดสอบเดินเครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด ให้ผู้รับจ้างปรับปริมาณลม ที่ส่งออกมาของเครื่องเป่าลมเย็นท่อลมในแต่ละช่วง และที่หัวกระจายลม หรือช่องลมแต่ละอันให้ถูกต้อง ตามที่กำหนดในแบบ โดยให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละห้า (5) ระบบการกระจายลมจะต้องไม่ทำให้เกิด Draft หรือเสียงดังเกินกว่า Noise criteria สำหรับลักษณะการใช้งานของแต่ละห้อง แบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลการทดสอบ ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียด จากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการจัดทำ

24.4. อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ จะต้องได้รับการปรับ หรือตั้งตามเงื่อนไข หรือตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบระบบควบคุมแล้ว ทำรายงานถึงผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร ภายหลังจากวันตรวจมอบงานแล้วหนึ่งเดือน สามเดือน แปดเดือน และสิบเอ็ดเดือน ตามลำดับ รวม 4 ครั้ง

25. การส่งมอบงาน และการรับประกัน

- 25.1. การส่งมอบงาน : นอกจากการระบุเป็นอย่างอื่นในสัญญาการส่งมอบงาน ให้ปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้
- 25.1.1. กำหนดมอบรับงานขั้นต้น (Substantial Completion) 15 วัน ก่อนกำหนดเวลาแล้วเสร็จตาม สัญญา โดยผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเพื่อการส่งมอบงานขั้นต้น (Substantial Completion) ก่อนกำหนดรับมอบงาน 15 วัน
- 25.1.2. วิศวกรจะจัดทำบัญชีงานที่ต้องแล้วเสร็จ และตรวจสอบทดลองตามบัญชีงานพร้อมทั้งออก หนังสือรับรองข้างต้น และจัดทำบัญชีงานที่ต้องแก้ไข (List of Defect Works) ให้แก่ผู้รับจ้างเพื่อการดำเนินการงานขั้นต้นท้ายให้แล้วเสร็จตามสัญญา
- 25.1.3. เมื่อวิศวกรพิจารณางานขั้นสุดท้ายเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงจะได้เชิญผู้แทนของผู้ว่าจ้าง มาเพื่อตรวจรับมอบงาน
- 25.1.4. ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการรับมอบงาน ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่างานในส่วนนั้นๆ จะต้องมีการแก้ไขโดยที่ระยะเวลาตามสัญญายังคงสภาพเดิม ผู้รับจ้างไม่สามารถอ้างเหตุผลนี้ในการต่ออายุสัญญาการก่อสร้างได้
- 25.1.5. การส่งมอบอุปกรณ์และรายการเอกสาร : ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบอุปกรณ์และรายการเอกสารต่อผู้ว่าจ้างดังต่อไปนี้
- 25.1.5.1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดรวบรวมและส่งมอบหนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ต่อวิศวกร เพื่อการอนุมัติก่อนส่งมอบงาน เมื่อได้รับอนุมัติแล้วผู้รับจ้าง โดย ต้องจัดเตรียมเอกสาร ดังกล่าว จำนวน 3 ชุด เพื่อส่งมอบต่อผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน (เอกสารซึ่งใช้ในการโฆษณาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ของผู้ผลิตหรือผู้ขายจะไม่ถือว่าเป็นหนังสือคู่มือ การใช้ และบำรุงรักษา) โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้
- คู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ทุกชนิด
 - รายการ Spare parts
 - อธิบายองค์ประกอบของระบบในโครงการ รวมถึงการใช้งานระบบทั้งรวมระบบและแยกอุปกรณ์
 - รายละเอียดการทำ Preventive Maintenance (PM) ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละ อุปกรณ์ และให้สรุปประเมินค่าใช้จ่ายแต่ละรายการด้วย
- 25.1.5.2. ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมระบบของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษา ระบบก่อนส่งมอบงาน
- 25.1.5.3. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญงาน มาช่วยดูแลควบคุมระบบเป็นระยะเวลา อย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันภายหลังการส่งมอบงาน
- 25.1.5.4. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญมาทำการตรวจสอบซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีพร้อมกับส่งรายงานผลการตรวจสอบให้ผู้ว่าจ้างเป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลาประกัน
- 25.1.5.5. ผู้รับจ้างจะต้องมอบเครื่องมือ และชิ้นส่วนอะไหล่ที่มีมากับอุปกรณ์ให้ผู้ว่าจ้างเก็บรักษาทั้งหมด
- 25.1.5.6. แบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawings) จัดเป็นรูปเล่มรวมต้นฉบับกระดาษไซ 1 ชุด พร้อมด้วยสำเนา (พิมพ์เขียว) จำนวน 4 ชุด แบบก่อสร้างจริงจะต้องมี ขนาดเท่ากับแบบก่อสร้าง และใช้มาตรฐานเดียวกันในการเขียนแบบ แสดงส่วนที่ เปลี่ยนแปลงไปจากแบบก่อสร้างเดิม อย่างชัดเจน
- 25.1.5.7. หนังสือรับประกันคุณภาพจากบริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนหรือผู้ผลิตตั้งสำหรับเครื่อง จักรและอุปกรณ์ทุกชนิด โดยมีกำหนดระยะเวลาประกันตามที่ระบุในรายการ ประกอบแบบ และอย่างน้อยเท่ากับ

ระยะเวลาบำรุงรักษา ตามสัญญาก่อสร้าง 25.1.5.8. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ สำหรับงานระบบ เพื่อสำรองในการ บำรุงรักษาอาคาร หลังจากปริมาณงานในปริมาณที่เหมาะสม

25.2. การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันผลงานเป็นเวลา 24 เดือน นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างเข้าครอบครอง ในกรณีที่ผู้ว่าจ้าง เข้าครอบครองทำประโยชน์ ในบางส่วนของอาคาร ระยะเวลาของการรับประกันงานก่อสร้างจะแยกย่อยตามส่วนนั้นๆ เช่นเดียวกัน หากมีการเสียหายเกิดขึ้นแก่ส่วนใดส่วนหนึ่งของสิ่งก่อสร้าง ในระยะเวลาของการรับประกัน ผู้รับจ้าง จะต้องจัดส่งวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนช่างฝีมือมาดำเนินการซ่อมแซมเปลี่ยนแปลงแก้ไขสร้างใหม่ แล้วแต่กรณี ให้กลับดี ดังเดิมตามคำสั่ง คำแนะนำของผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน หรือระบุเป็นอย่างอื่นโดยผู้ว่าจ้าง หากผู้รับจ้าง ไม่สามารถ ดำเนินการตามที่คุณว่าจ้างแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบตามกำหนด ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะจัดหาบุคคลอื่นมาดำเนินการ แทน ผู้รับจ้างยินดี จะให้ผู้ว่าจ้างหักเงินจากยอดเงินค่าประกันผลงาน เพื่อใช้จ่ายในกิจการนั้นๆ ตามความเห็นชอบของ ผู้ว่าจ้าง โดยไม่มีข้อแม้ใดๆ ทั้งสิ้น

การซ่อมแซมงานที่อยู่ในระยะเวลาค่าประกัน เป็นงานที่เกิดจากความเสียหายที่เกิดขึ้นจ ึ่งจากความบกพร่อง หรือความประมาทเลินเล่อในการก่อสร้างของผู้รับจ้างเป็นผู้กระทำ โดยถือคำวินิจฉัยของสถาปนิกผู้ว่าจ้าง เป็นอัน สิ้นสุด

เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาค่าประกันงานก่อสร้าง สถาปนิกผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ออกใบรับรองผลงาน ให้แก่ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องนำหลักฐานใบรับรองผลงานนี้แสดงต่อผู้ว่าจ้างเพื่อขอหนังสือค่าประกันผลงานก่อสร้าง จากผู้ว่าจ้าง