



รายการประกอบแบบ

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

โครงการจ้างออกแบบอาคารสำนักงานใหญ่ กนอ. (แห่งใหม่)

การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



รายการประกอบแบบก่อสร้าง
โครงการจ้างออกแบบอาคารสำนักงานใหญ่ กนอ. (แห่งใหม่)
การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

สารบัญ

หน้า

รายละเอียดงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

บทที่ 1 รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป.....	1
บทที่ 2 มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง.....	4
บทที่ 3 ขอบเขตของงาน	5
บทที่ 4 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	6
บทที่ 5 เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (VRF/VRV)	9
บทที่ 6 พัดลมระบายอากาศ	12
บทที่ 7 ท่อส่งลมและฉนวน	19
บทที่ 8 หัวจ่ายลม ตะแกรงลมกลับ และกล่องลมกลับ.....	21
บทที่ 9 VARIABLE FREQUENCY DRIVE (VFD)	22
บทที่ 10 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อการประหยัดพลังงาน (ENERGY RECOVERY VENTILATION). 24	
บทที่ 11 ระบบท่อร้อยสาย.....	26
บทที่ 12 สายไฟฟ้า	29
บทที่ 13 ท่อน้ำทิ้ง	31
บทที่ 14 ระบบฆ่าเชื้อโรคและทำความสะอาดในระบบปรับอากาศ	32
บทที่ 15 ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ	34



บทที่ 1

รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป (GENERAL SPECIFICATION)

- ขอบเขตของรายละเอียดข้อกำหนด (Scope of Specification)
 - ในกรณีที่ข้อความหรือรายละเอียดในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ ขัดกับแบบแปลนหรือแตกต่างไปจากแบบแปลนให้ถือการวินิจฉัยของวิศวกรเป็นการชี้ขาด
 - ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาแบบแปลน รายละเอียดข้อกำหนดและรายการประกอบอื่นๆ ของงานที่ใช้ประกอบในสัญญา ถ้าหากมีปัญหาหรือขัดข้องใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนการลงนามในสัญญา มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างจะถือว่า ผู้รับจ้างได้ศึกษาแบบแปลนและรายละเอียดข้อกำหนดตลอดจนรายการประกอบแบบอื่นๆ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามสัญญา
- แบบแปลน (Drawings)

ตำแหน่งที่ตั้งของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดในแบบแปลนเป็นเพียงตำแหน่งโดยประมาณ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้บ้างเล็กน้อย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพและลักษณะโครงสร้างของอาคารทั้งนี้จะต้องได้รับอนุมัติก่อน
- วัสดุและอุปกรณ์ (Material and Equipment)
 - วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุในแบบแปลนและในรายละเอียดข้อกำหนด จะต้องเป็นของใหม่ไม่บุบสลายหรือผ่านการใช้งานมาก่อน ทั้งต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบใหม่ล่าสุดของโรงงานผู้ผลิต
 - วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุในแบบแปลน และในรายละเอียดข้อกำหนดที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ จะต้องส่งตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์หรือแคตตาล็อก พร้อมทั้งรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนนำไปสั่งซื้อหรือใช้งาน หากนำไปใช้ก่อนโดยมิได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรแล้วปรากฏว่า วัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ ไม่ถูกต้องตามแบบแปลนและรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าเสียหายในการรื้อถอน เปลี่ยนวัสดุหรืออุปกรณ์นั่นเอง
 - บัญชีรายชื่อบริษัทที่แนบท้ายเป็นเพียงรายชื่อบริษัทที่วิศวกรผู้ออกแบบเห็นควรพิจารณาอนุมัติ และมีได้เป็นการจัดอันดับบริษัทที่จะได้รับการอนุมัติก่อนหรือหลัง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติใช้บริษัทหนึ่งบริษัทใดตามรายชื่อ โดยมีรายละเอียดของบริษัทตามรายละเอียดข้อกำหนด (Specification) กรณีเกิดเหตุสุดวิสัยที่พิสูจน์ได้จนเป็นที่ยอมรับ ผู้รับจ้างสามารถเสนอขออนุมัติเทียบเท่าในบริษัทนั้นๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอเหตุผล ตลอดจนรายละเอียดทางเทคนิค และ ราคาเปรียบเทียบโดยคร่าวๆ ทั้งนี้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือเจ้าของโครงการเป็นผู้พิจารณาอนุมัติ

4. วัสดุป้องกันไฟลาม (Fire Barrier)
ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุป้องกันไฟลามและควันไฟบริเวณช่องเปิด และช่องแนวเดินท่อหรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในงานที่ผ่านทะลุพื้น ผนัง และช่อง Shaft ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ แล้ว วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติในอัตราทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน NEC 300-21 และ ASTM
5. การประสานงาน (Drawing Co-Ordination)
เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงาน และศึกษาแบบแปลนทางด้านสถาปัตยกรรมประกอบกับงานระบบ เพื่อตรวจสอบว่าส่วนใดของอาคารมีหรือไม่มีฝ้าเพดาน ส่วนใดของผนังเป็นหน้าต่างกระจกหรือเป็นผนังลอยตลอดจนวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้การติดตั้งงานระบบสามารถติดตั้งได้สอดคล้องกับงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม ทั้งนี้หากในภายหลังตรวจพบว่ามีข้อขัดแย้งขึ้น เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในค่าใช้จ่ายที่จะต้องแก้ไขทั้งสิ้น
6. การทดสอบระบบและอุปกรณ์ (Equipment & System Test)
หลังจากการติดตั้งระบบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบระบบอุปกรณ์ของระบบต่อหน้าเจ้าของและวิศวกร ตามวิธีการในรายละเอียดที่วิศวกรกำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จำเป็นในการดำเนินการทดสอบทั้งหมด
7. การรับประกันคุณภาพ (Guarantee)
หากในหนังสือสัญญาว่าจ้างไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ข้อกำหนดตามนี้ ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิด และคุณภาพของการติดตั้งระบบนี้เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันที่ลงนามตรวจรับงานงวดสุดท้ายโดยวิศวกรหรือผู้ว่าจ้าง ในระหว่างระยะเวลาประกันดังกล่าว หากมีวัสดุอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนชำรุดใช้งานไม่ได้ หรือทำงานไม่สมบูรณ์ อันเนื่องมาจากความบกพร่องของวัสดุอุปกรณ์หรือความบกพร่องในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข และ/หรือ เปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วนนั้นๆ โดยไม่คิดราคาจากผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่รับดำเนินการแก้ไข ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงข้อบกพร่อง หรือความเสียหายดังกล่าว ผู้ว่าจ้างทรงสิทธิ์ไว้ในการที่จะว่าจ้างผู้อื่นมากระทำการแทน โดยคิดค่าใช้จ่ายเอาจากผู้รับจ้าง
8. ป้ายชื่อ (Name Plate)
อุปกรณ์หลักทุกตัวหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นจะต้องติดตั้งป้ายชื่อ เพื่อระบุความสามารถหน้าที่และส่วนงานที่อุปกรณ์นั้นทำหน้าที่เกี่ยวข้องอยู่ ให้ติดตั้งป้ายชื่อหรือเลขหมายชนิดคงทนถาวร ทำด้วยทองเหลือง ทองแดง หรือเหล็กกล้าปลอดสนิมขนาดที่เหมาะสม ทั้งนี้เป็นอำนาจของวิศวกรที่จะกำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนี้ทั้งหมดตามความเหมาะสม
9. การทาสี (Painting)
ในกรณีที่มีแนวท่อหรือมีการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ในบริเวณที่ไม่มีฝ้าเพดานหรือบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทาสีวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด รายละเอียดสีและชนิดของสีจะกำหนดให้ภายหลัง
10. การฝึกอบรมและให้คำแนะนำช่างของผู้ว่าจ้าง
ผู้รับจ้างจะต้องแนะนำและฝึกช่างของผู้ว่าจ้างให้มีความสามารถในการใช้และควบคุมการทำงาน ตลอดจนบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดจนเป็นที่เข้าใจโดยละเอียด



11. คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา (Instruction Manual for Operating and Maintenance)
ผู้รับจ้างจะต้องจัดมอบหนังสือคู่มือการใช้ การซ่อมบำรุง และรายการอะไหล่อุปกรณ์ (Part List) ของอุปกรณ์หลักทั้งหมดแก่ผู้ว่าจ้างอย่างน้อย 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน
12. แผนภูมิและแผ่นภาพ
ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนภูมิ และ/หรือ แผ่นภาพ แสดงการทำงาน โดยระบุขนาด ชื่อ และตำแหน่งของอุปกรณ์หลักแต่ละตัวด้วยแผ่นพลาสติก หนา 3 มม. ขนาดเหมาะสม ทั้งนี้แผนภูมิและ/หรือ แผ่นภาพดังกล่าวจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรก่อนดำเนินการจัดทำ



บทที่ 2

มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง

(STANDARDS OF PRODUCTION AND INSTALLATION)

อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องได้รับการออกแบบ สร้าง และทดสอบ ตลอดจนวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานล่าสุดของ

ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
ASHRAE	-	AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS
EIT	-	ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND
SMACNA	-	SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS' NATIONAL ASSOCIATION
AMCA	-	AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION INTERNATIONAL, INC.
ASME	-	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
ASTM	-	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
AHRI	-	AIR-CONDITIONING, HEATING, AND REFRIGERATION INSTITUTE
FM	-	FACTORY MUTUAL
NFPA	-	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NEC	-	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NEMA	-	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
UL	-	UNDERWRITERS LABORATORIES INC.
MEA	-	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY
TISI	-	THAI INDUSTRIAL STANDARD INSTITUTE
วสท.	-	มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวสท. (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย)
มอก.	-	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ข้อกำหนดตามกฎหมายกระทรวงซึ่งออกตาม พรบ. ควบคุมอาคารของกรมโยธาธิการ

บทที่ 3

ขอบเขตของงาน

(SCOPE OF WORK)

1. ในกรณีที่แบบแปลนหรือรายละเอียดข้อกำหนดมิได้แสดงไว้ หากเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต่อเนื้อที่จะต้องติดตั้งไว้ด้วยเพื่อให้ระบบสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าก่อนการเซ็นสัญญาติดตั้งในส่วนที่เกี่ยวข้อง มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายและเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด
2. เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงาน โดยศึกษาแบบแปลนของงานระบบสถาปัตยกรรม ระบบโครงสร้าง และระบบอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่ประกอบขึ้นและรวมอยู่ในโครงการนี้ทั้งหมดให้มีความสอดคล้อง ไม่เกิดการกีดขวางในงานแต่ละระบบซึ่งกันและกัน ไม่ก่อให้เกิดการติดขัดกับงานระบบอื่นๆ อันมีผลทำให้งานระบบอื่นมีอุปสรรคและเกิดความล่าช้าได้
3. เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาและติดตั้งตู้ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์สำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ทั้งนี้ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าจะเป็นผู้ดำเนินการจ่าย Main Feeder มาถึงยังตำแหน่งติดตั้งตู้ไฟฟ้างดงกล่าว การต่อสาย Main Feeder เข้าตู้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ภายในของตู้ไฟฟ้าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
4. เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องติดตั้งระบบไฟฟ้า สำหรับพัดลมระบายอากาศ, AHU, FCU, Split Type Unit และอื่นๆ จนสามารถใช้งานได้ดี โดยผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าจะเป็นผู้ดำเนินการติดตั้ง Junction Box พร้อมสายไฟฟ้ามายังตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว การติดตั้งระบบไฟฟ้าหลังจาก Junction Box เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
5. หากในแบบไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
 - (1) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง None Fuse Disconnecting Switch ก่อนเข้าอุปกรณ์ที่มีขนาดตั้งแต่ 1,000 W. ขึ้นไป
 - (2) เครื่องจ่ายลมเย็นที่มีขนาดมากกว่า 50,000 BTU และหรือพัดลมที่มีกำลังมอเตอร์ ตั้งแต่ 1 HP ขึ้นไป ต้องจัดทำตู้ Starter Panel ติดตั้งอยู่ในระยะมองเห็นได้ เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุงเครื่องจ่ายลมเย็น
 - (3) พัดลมระบายอากาศที่มีขนาดไม่เกิน 500 W. ให้รับไฟจากวงจรไฟฟ้าแสงสว่างของห้องนั้น
 - (4) พัดลมสำหรับดูดอากาศในห้องน้ำ ให้ผู้รับจ้างจัดทำสวิทช์ เปิด-ปิด แยกออกจากสวิทช์ไฟแสงสว่าง
 - (5) ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบวงจรไฟจ่ายเครื่องจ่ายลมเย็นของระบบ VRF ในอาคาร A ชั้น 3 ถึง ชั้น 21 โดยรวมเครื่องจ่ายลมเย็นสูงสุดไม่เกิน 3 เครื่อง เป็น 1 วงจร แล้วเดินท่อร้อยสายไปรับไฟจากตู้ไฟที่งานระบบไฟฟ้าจัดเตรียมไว้ให้ ในห้องไฟฟ้าประจำชั้น



บทที่ 4

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

(SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT)

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่งๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานในต่างประเทศ หรือประกอบในประเทศ ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ถูกผลิตแนะนำแล้วจะต้อง สามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (Cooling Coil) ปริมาณตามที่กำหนดในแบบและอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser Coil) ที่อุณหภูมิ 95°FDB, 83°FWB

2. เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

เป็นแบบเป่าลมร้อนออกด้านข้าง ประกอบด้วย Compressor ที่ใช้กับระบบน้ำยา R-407C, R-410a, R-32 ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบโดยห้ามทำการดัดแปลงรายละเอียด อื่นๆ มีดังต่อไปนี้

2.1 Compressor แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานรากที่แข็งแรงและมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ

2.2 ตัวถังเครื่องระบายความร้อนทำด้วยเหล็กอบสังกะสีหรือเหล็กดำ พ่นกันสนิมและสีภายนอก อย่างดีซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

2.3 พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ Propeller Type ขับด้วยมอเตอร์ชนิด Weather Proof ใช้กับระบบไฟ 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต

2.4 แผงระบายความร้อน (Condenser Coil) ทำด้วยทองแดง มีครีระบายความร้อนทำด้วย Aluminium ชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 13 ครีบต่อความยาวหนึ่งฟุต (13 Fin/ Inch)

2.5 อุปกรณ์อื่นๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

1) Thermal overload protection devices for compressor

2) Overload protection for fan motor

3) Compressor contactor

4) Refrigerant filter drier

5) Suction line shut-off valves

6) Liquid line shut-off valves

7) Time delay relay (สำหรับเครื่องขนาด 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

8) Crankcase heater (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

3. เครื่องเป่าลมเย็น (Fan coil unit)

- 3.1 เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด สามารถส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่าจำนวนลมที่ระบุไว้ในแบบ และรายการอุปกรณ์
- 3.2 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ Centrifugal blower ลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียว หรือสองตัว ตั้งอยู่บนชาฟท์เดียวกัน มอเตอร์ขับพัดลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 แรงม้าขึ้นไป ต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ Direct - on -line starter
- 3.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ Direct-Drive หรือสายพานมูเลย์ ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานตัวนำได้ พัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน Statically และ Dynamically balanced มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.4 ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นกันสนิม และสีภายนอกอย่างดี ภายในตัวเครื่องระบุด้วยฉนวน Nesprene coated fibreglass ภาครองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนกันความร้อน ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.5 แผงคอยล์เป็นแบบ Direct expansion coil ทำด้วยทองแดงมีครีระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate fin type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุด จะต้องสามารถจ่ายความเย็น (Rate of refrigerant) ได้ตามขนาดของเครื่องระบาย ความร้อนแต่ละชุดตามข้อกำหนด
- 3.6 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้
 - 3.6.1 Thermostatic expansion valve และ solenoid valve (เฉพาะสำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)
 - 3.6.2 Capillary tube (อาจใช้สำหรับเครื่องขนาด 3 ตันความเย็นลงมา)
 - 3.6.3 Overload protection for fan motor
 - 3.6.4 Drain and drain pan
 - 3.6.5 1-inch-Thick cleanable type filter (Aluminium type)

4. การติดตั้ง

- 4.1 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นการติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจัดติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้คุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อนให้ รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็กมีลูกยางกันกระเทือนรองรับขึ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ให้ทำสีกันสนิมภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
- 4.2 การติดตั้งสวิตช์ปิด-เปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบ หรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคาร ทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้คุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
- 4.3 การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี Vibrator isolator's รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียง ดังน้อยที่สุด

5. ระบบท่อน้ำยา (Refrigerant piping system)

- 5.1 ระบบทำน้ำยาใช้ท่อทองแดง Type L, ท่อ Suction หุ้มฉนวน Closed Cell Insulation ความหนาไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว หรือตามที่ระบุในแบบท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกกันโดยมี Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างยาวไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร รััดฉนวนก่อนรััด Clamp
- 5.2 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ Pipe sleeve ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยา และท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้าให้ทำฝาครอบหรือก้ออิฐช่องที่ขึ้นไปเพื่อกันฝนท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 75 มม. x 40 มม. x 5 มม. โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับ ต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้
- 5.3 ท่อน้ำยาที่มีฉนวนหุ้มซึ่งอยู่ภายนอกอาคารหรือชั้นดาดฟ้า ให้มีการหุ้มแผ่นอลูมิเนียม (Aluminium Jacket) ทับฉนวนอีกชั้นหนึ่ง หรือใช้ฝาครอบสำเร็จรูปแทนแผ่นอลูมิเนียมหรือเทียบเท่า
- 5.4 ตรงบริเวณที่เป็นจุดยึดท่อหรือแขวนท่อให้ใช้ Protection Shield ทำด้วยวัสดุที่มีความหนาและความยาวพอเหมาะเพื่อใช้รองรับระหว่างที่แขวนท่อกับฉนวนกันน้ำให้เนื้อฉนวนบริเวณที่แขวนเสียรูปไป

6. ระบบควบคุม (Control System)

- 6.1 สวิตช์ปิด-เปิด เครื่องปรับอากาศขนาดเกิน 60,000 BTU แต่ละชุดให้ใช้แบบ Push button switch พร้อม ด้วยหลอดสัญญาณ (Pilot lamp) ชนิด Neon type แต่ละหลอดเพื่อแสดงสถานะมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นทำงานและเครื่องระบายความร้อนทำงาน ตามลำดับ ส่วนเครื่องปรับอากาศ ขนาด 60,000 BTU และต่ำกว่าการปิด-เปิด เครื่องปรับอากาศ ให้ปิด-เปิดโดยใช้สวิตช์ที่ติดตั้งกับเครื่อง ที่มาจากโรงงาน
- 6.2 ระบบควบคุมใช้ระบบไฟฟ้า 24 โวลต์ รายละเอียดเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ กำหนด เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) จะต้องมีส่วนที่ตั้งอุณหภูมิซึ่งล๊อคได้ติดตั้งตามจุดที่กำหนด ระบบปรับอากาศต้องมีระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (Interlocking System) ระหว่างเครื่องระบายความร้อนกับมอเตอร์เป่าลมเย็น ในวงจรควบคุมจะต้องมีใส่ฟิวส์ไว้ด้วย

บทที่ 5

**เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (VRF/VRV)
(Variable Refrigerant Flow/Volume Air Conditioning System)**

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่งๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานในต่างประเทศ หรือประกอบในประเทศ ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled condensing unit) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ถูกผลิตแนะนำแล้วจะต้อง สามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะ อากาศเข้าคอยล์เย็น (Cooling Coil) ปริมาณตามที่กำหนดในแบบและอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser Coil) ที่อุณหภูมิ 95°FDB, 83°FWB

2. รายละเอียดเครื่องปรับอากาศ

(1) เครื่องปรับอากาศเป็นแบบรวมแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Direct Expansion Air-Cooled Split System) ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต 1 ชุด สามารถต่อกับเครื่องส่งลมเย็นได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น 410A หรือ 407 มีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบและมีรายละเอียดข้อกำหนดของตัวเครื่องปรับอากาศ รายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ตามหัวข้อต่อไป

(2) คอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ส่วนโครงภายนอก (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบ อบ/สี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสมสำหรับการ ติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน
- 2) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นแบบกันหอยและมอเตอร์หุ้มปิด (Hermetic Scroll Compressor) โดยมีชุดควบคุมมอเตอร์ด้วย Inverter ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของ มอเตอร์ ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูง เกินเกณฑ์
- 3) คอยล์ของคอนเดนซิ่งยูนิต (Condenser Coil) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมที่ เคลือบสาร PE ป้องกันการกัดกร่อน ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต
- 4) พัดลมของคอนเดนซิ่งยูนิต เป็นแบบใบพัดแฉก (Propeller) ได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยแล้วจาก โรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงโปร่งป้องกันอุบัติเหตุ



- 5) มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองเส้นแบบตลับลูกปืนหรือแบบปลอกที่มีการหล่อลื่นระยะยาว
- 6) ระบบควบคุมมีแมกเนติกคอนแทคเตอร์, เครื่องป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ (High Pressure Cut Off) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม
- 7) ระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ø / 50 Hz
- (3) เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิตและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับคอนเดนซิ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 1) ส่วนโครงภายนอก เป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในบริเวณที่จำเป็นให้บุด้วยฉนวนยางหรือฟองน้ำหรือวัสดุเทียบเท่า มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง และถ้าเป็นชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (Free Blow) ต้องมีหน้ากากจ่ายลมสามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้
 - 2) พัดลมส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (Centrifugal Blower) หรือแบบใบพัดยาว (Cross Flow Blower) ขับเคลื่อนโดยตรงหรือผ่านสายพานด้วยมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา
 - 3) มอเตอร์เป็นชนิด Induction Hold IC Control หรือ Permanent Split Capacitor ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์
 - 3) คอยล์เย็น (Evaporator Coil) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
 - 4) อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์อิเล็กทรอนิกส์แชนชั่นวาล์ว (Electronic Expansion Valve)
 - 5) ระบบควบคุมมีสวิทช์ เปิด-ปิดเครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งสวิทช์เทอร์โมสแตตเป็นแบบตั้งแยก (Remote Type) ที่ต่อสายส่งสัญญาณควบคุมการทำงานระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับชุดควบคุมการทำงาน (Controller) เป็นแบบ Non-Polarity ด้วยสาย 2 แกน
 - 6) แผงกรองอากาศเป็นแบบบอลูมิเนียม, โยสังเคราะห์ หรือ Resin Net ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
 - 7) ระบบไฟฟ้า 220 V / 1 Ø / 50 Hz หรือ 380 V / 3 Ø / 50 Hz
3. ท่อน้ำยา (Refrigerant Piping)
 - (1) ท่อทองแดงไร้ตะเข็บ แบบ Hard Drawn, Type L การต่อเป็นแบบเชื่อมเงินยกเว้นจุดที่มีการติดตั้ง Valve หรือ Thermostatic Expansion Valve ให้ต่อแบบ Flare
 - (2) ท่อน้ำยาด้าน Suction ให้หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Insulation ชนิดหนา 1" ส่วนท่อน้ำยาด้าน Liquid ให้หุ้มฉนวน Closed Cell Insulation ชนิดยางดำ หนา 1"
 - (3) ท่อน้ำยาจะต้องติดตั้งตัวกรองสิ่งสกปรกและความชื้น (Filter Drier) หรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำ



4. การหุ้มฉนวน

- (1) รอยต่อของฉนวนจะต้องสนิทกันโดยใช้น้ำยาเชื่อมฉนวนของโรงงานผู้ผลิตฉนวน
- (2) ท่อน้ำยา ที่มีฉนวนหุ้มซึ่งอยู่ภายนอกอาคารหรือชั้นดาดฟ้าให้มีการหุ้มแผ่นอลูมิเนียม (Aluminium Jacket) มีความหนาไม่น้อยกว่า #24 ทับฉนวนอีกชั้นหนึ่ง หรือใช้ฝาครอบสำเร็จรูปแทนแผ่นอลูมิเนียม
- (3) ตรงบริเวณที่เป็นจุดยึดท่อหรือแขวนท่อให้ใช้ Protection Shield ทำด้วยวัสดุที่มีความหนาและความยาวพอเหมาะเพื่อใช้รองระหว่างที่แขวนท่อกับฉนวนกันมิให้น้ำฉนวนบริเวณที่แขวนเสียหายไป

5. การติดตั้งเครื่อง

- (1) จะต้องมีการรับภาระสั่นสะเทือนประเภทยางหรือสปริง และสำหรับเครื่อง Fan Coil Unit ชนิดแขวนจะต้องติดตั้งโดยมีเหล็กยึดแขวนติดกับโครงสร้างอย่างแข็งแรง
- (2) ท่อที่นำเข้ามาเก็บที่หน่วยงานจะต้องมีการอุดหัวท้ายท่อด้วยปลั๊กอุด เพื่อป้องกันสิ่งของที่จะเข้าไปในท่อ ในขณะที่ติดตั้งท่อเมื่อเลิกงานให้อุดด้วยปลั๊กอุดที่ปลายท่อที่ยังไม่ได้ต่อ
- (3) จำนวนน้ำยาและน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องใช้อัดให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อให้อายุการใช้งานของเครื่องอัดน้ำยายาวนาน

บทที่ 6

พัดลมระบายอากาศ
(VENTILATION FAN)

1. ความต้องการทั่วไป
 - 1.1 พัดลมต้องเป็น Standard Model ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาใช้สำหรับระบบไฟฟ้า 50 Hz และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
 - 1.2 สมรรถนะ (Performance Curve) ของพัดลมที่มีขนาดมากกว่า 3,050 CFM ต้องทดสอบตามมาตรฐาน AMCA (Air Movement and Control Association) 210 “Laboratory Methods of Testing Fans for Rating” หรือเทียบเท่า และ AMCA 300 “Reverberant Room Method for Sound Testing of fans” หรือเทียบเท่า
 - 1.3 สมรรถนะของพัดลม Axial Fan และ Centrifugal Fan ที่ส่งขออนุมัติต้องแสดงข้อมูลเกี่ยวกับ Altitude, Temperature, Fan Operating Speed, Bearing Life และ Fan Total Efficiency
 - 1.4 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า ตลับลูกปืน (Bearing) ของมอเตอร์เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Non-Relubrication หรือ Relubrication ขึ้นอยู่กับขนาดกำลังของมอเตอร์
 - 1.5 พัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว ต้องเป็นชนิด Bifurcated Axial แบบขับตรงหรือ SISW Backward Curved, Airfoil แบบขับตรงหรือขับผ่านชุดสายพานหรือ Cabinet Backward Curved แบบขับผ่านชุดสายพาน ตำแหน่งตลับลูกปืนและชุดขับจะต้องอยู่นอกกระแสลม (Out of air stream)
 - 1.6 พัดลมที่ใช้กับอุณหภูมิตั้ง (Smoke Spill Fan) สมรรถนะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN12101-3, ISO21927-3 หรือทดสอบและรับรองตาม UL705 และสามารถทำงานต่อเนื่องที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 °C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ถ้าพัดลมเป็นแบบขับตรง โดยมอเตอร์อยู่ในกระแสลม มอเตอร์ที่ใช้จะต้องออกแบบมาสำหรับใช้งานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 °C และมี Insulation Class “H”
 - 1.7 การติดตั้งพัดลมทุกชนิดต้องมี Effective Duct Length ไม่ต่ำกว่า 2.5 เท่า ของ Duct Diameter ที่ความเร็วลม 2,500 ฟุตต่อนาที (FPM) หรือต่ำกว่า และให้เพิ่ม 1.0 เท่าของ Duct Diameter ของทุกๆ ความเร็ว 1,000 FPM ที่เพิ่มขึ้นทั้งท่อลมทางเข้าและทางออก เพื่อไม่ให้เกิด System Effect Loss ในกรณีที่เป็นท่อสี่เหลี่ยมให้คำนวณเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเทียบเท่าโดยใช้สูตรดังนี้
$$\text{Duct Diameter (Equivalent)} = \sqrt{\frac{4 \times \text{WIDTH} \times \text{LENGTH}}{3.14}}$$
 - 1.8 ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawings ที่แสดงลักษณะการต่อท่อลมกับพัดลมประกอบการอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง การติดตั้งต้องพยายามหลีกเลี่ยงการเกิด “System Effect Loss” ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ผู้รับ

จ้างจะต้องเพิ่มค่า System Effect Loss เข้าไปในรายการคำนวณค่า Static Pressure Loss ของพัดลม ด้วยการคำนวณ System Effect Loss ให้เป็นไปตาม AMCA # 201

- 1.9 เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องคำนวณ Static Pressure Loss ของท่อลมและอุปกรณ์ตามตำแหน่งติดตั้งจริงรวมถึง System Effect Loss ที่อาจเกิดจากการติดตั้ง
- 1.10 พัดลมต้องไม่เกิดเสียงรบกวนขณะใช้งาน โดยต้องมีค่า Sound Power Level ไม่เกิน 85 dBA สำหรับพัดลมระบายอากาศทั่วไป และมีค่า Sound Power Level ไม่เกิน 90 dBA สำหรับพัดลม Pressurize Fan และพัดลม Smoke Spill Fan ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียง (Sound Attenuator) ที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้
- 1.11 พัดลมระบายอากาศที่ระบายอากาศเข้าภายในท่อลมระบายอากาศร่วมกัน พัดลมแต่ละชุดต้องมีลิ้นกันลมกลับที่สามารถป้องกันลมรั่วได้ดีและต้องไม่มีเสียงดังรบกวน

2. พัดลมแบบ Axial Flow Fan

- 2.1 พัดลมเป็นแบบขับตรงหรือผ่านชุดสายพาน ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
- 2.2 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีพ่นสีอบ (Oven-baked) ป้องกันสนิม 2 ชั้น Undercoat Corrozinc และ Topcoat Polyester Coating หรือทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Hot-Dipped Galvanized Steel Sheet) เพื่อให้ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างใบพัดและตัวถังมีค่าน้อยที่สุดและเท่ากันทุกจุด ตัวถังควรทำจากแผ่นเหล็กชั้นเดียว และทำให้เกิดหน้าแปลน (Flange) โดยผ่านกรรมวิธี Bending ขอบขึ้น 90° ไม่นิยมใช้ตัวถังที่มีการเชื่อมหน้าแปลน
- 2.3 ถ้าพัดลมเป็นแบบขับตรงมอเตอร์จะต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่สามารถปรับ Shaft Center ของมอเตอร์ได้ เพื่อให้ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างใบพัดและตัวถังมีค่าน้อยที่สุดและเท่ากันทุกจุด และฐานมอเตอร์ต้องสามารถปรับความสูงเพื่อรองรับขนาดของมอเตอร์ที่ใหญ่ขึ้นและเล็กลงได้ กรณีมีการปรับเปลี่ยนขนาดมอเตอร์ที่หน้างาน โดยไม่ต้องมีการตัดแปลงแก้ไขตัวถังหรือท่อลม
- 2.4 ถ้าพัดลมเป็นแบบขับผ่านชุดสายพาน จะถูกขับโดย Pulley ชนิดร่องตัววี แบบ Taper-Bushes Locked เท่านั้น ไม่นิยมใช้ Pulley แบบ Conventional มอเตอร์จะต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่สามารถปรับตั้งความตึงสายพานพานได้ มีฝาคกรอบสายพาน (Belt Guard) สำหรับป้องกันอันตราย
- 2.5 ผู้ผลิตพัดลมต้องจัดเตรียม Mounting Hanger สำหรับการติดตั้งแบบแขวน (Ceiling Mounted) หรือ Mounting Feet สำหรับการติดตั้งแบบตั้งพื้น (Floor Mounted) และ Suction/ Discharge Matching Flanges สำหรับต่อท่อลมเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
- 2.6 Hubs ทำด้วยเหล็กหรือ Aluminum ใบพัดเป็นแบบ Airfoil Adjustable Pitch ชุดใบพัดจะต้องสามารถปรับมุมของใบพัดได้ทุกใบทำด้วยเหล็ก หรือ Aluminum
- 2.7 ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างใบพัดและตัวถังจะต้องไม่เกิน 1% ของเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด ผู้ผลิตพัดลมจะต้องจัดเตรียมชิ้นส่วนและประกอบพัดลมให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เนื่องจากระยะห่างที่มากเกินไปกว่ามาตรฐานจะมีผลทำให้สมรรถนะของพัดลมลดลง

- 2.8 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled), Squirrel Cage, Induction Motor, IP54, Insulation Class F มีการต่อสายไฟจาก Terminal Box ของมอเตอร์ออกมายัง Terminal Box ที่ด้านนอกของตัวถัง (IP54) เพื่อให้สะดวกในการต่อไฟเมื่อมีการต่อท่อลมทั้ง 2 ด้าน
- 2.9 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic ตามมาตรฐาน ISO 1940
- 2.10 พัดลมหลังจากประกอบเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการปรับสมดุลขณะหมุน (Dynamically Trim Balanced) จากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน ISO 1940
- 2.11 พัดลมมีความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ไม่เกิน 10 m/s
- 2.12 ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต้องมี Fan Efficiency Grade ไม่น้อยกว่า FEG67
- 2.13 พัดลมทุกเครื่องให้เลือกความเร็วรอบของพัดลมไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที
3. พัดลมแบบ Smoke Spill Axial Flow Fan
 - 3.1 พัดลมเป็นแบบขับตรง
 - 3.2 สมรรถนะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN12101-3, ISO21927-3 หรือทดสอบและรับรองตาม UL705 และสามารถทำงานต่อเนื่องที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 °C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง รวมทั้งรายละเอียดทางด้านโครงสร้าง (Structural) และอุปกรณ์ไฟฟ้าสายไฟ (Electrical)
 - 3.3 สมรรถนะต้องทำการทดสอบจากสถาบันหรือห้องปฏิบัติการ การทดสอบที่เชื่อถือได้ ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO17025 “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories”
 - 3.4 พัดลมมีความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ไม่เกิน 11 m/s
 - 3.5 ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต้องมี Fan Efficiency Grade ไม่น้อยกว่า FEG67
 - 3.6 ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างใบพัดและตัวถังจะต้องไม่เกิน 2 % ของเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด สำหรับ Smoke Spill Fan เนื่องจากทำงานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูง การขยายตัวของชิ้นส่วนต่างๆ จะมากกว่าอุณหภูมิปกติ ผู้ผลิตพัดลมจะต้องจัดเตรียมชิ้นส่วนและประกอบพัดลมให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เนื่องจากระยะห่างที่มากกว่ามาตรฐานจะมีผลทำให้สมรรถนะของพัดลมลดลง
 - 3.7 มอเตอร์ที่ใช้จะต้องออกแบบมาสำหรับใช้งานที่อุณหภูมิสูงโดยเฉพาะ และมี Insulation Class “H” สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
 - 3.8 สำหรับ Two-Stage Counter-Rotating Smoke Spill Fan กรณีใช้งานที่ Static Pressure Loss สูง ใบพัดแต่ละชุดจะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์แต่ละตัวแยกจากกัน ในแต่ละตัวถัง
4. พัดลมแบบ Centrifugal
 - 4.1 พัดลมเป็นแบบขับตรงหรือผ่านชุดสายพานตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ถ้าพัดลมเป็นแบบขับผ่านชุดสายพาน จะถูกขับโดย Pulley ชนิดร่องตัววี แบบ Taper-Bushes Locked SPZ, SPA, SPB หรือ SPC ขึ้นอยู่กับขนาดของมอเตอร์ที่ติดตั้ง ไม่อนุมัติให้ใช้ Pulley แบบ Conventional มอเตอร์และฝาครอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดขึ้นเดียวกับฐานพัดลม Pulley ของพัดลมและมอเตอร์ต้อง

- ได้รับการปรับสมดุลขณะหมุน (Dynamically Balanced) ตามมาตรฐาน ISO 1940 หรือ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s) หรือเทียบเท่า
- 4.2 พัดลมแบบ Forward, Backward Curved หรือ Airfoil, SISW หรือ DIDW จะต้องได้ AMCA “Seal” Air and Sound Certified Ratings สมรรถนะที่ส่งอนุมัติต้องได้รับการรับรองจาก AMCA หรือเทียบเท่า
 - 4.3 สมรรถนะที่ส่งอนุมัติต้องแสดงข้อมูลเกี่ยวกับ Altitude, Temperature, Fan Operating Speed, Bearing Life และ Fan Total Efficiency
 - 4.4 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic ตามมาตรฐาน ISO 1940
 - 4.5 พัดลมหลังจากประกอบเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการปรับสมดุลขณะหมุน (Dynamically Trim Balanced) จากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน ISO 1940 หรือ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s) โดยมีใบรับรองการทดสอบของพัดลมแต่ละตัวจากโรงงานผู้ผลิตแสดง
 - 4.6 กรณีที่ Total Static Pressure ตั้งแต่ 1.26 Inches W.G. ขึ้นไป ต้องใช้พัดลมเป็นแบบ Backward Curved Blades
 - 4.7 ตัวถัง (Housing) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีพ่นสีอบ (Oven-baked) ป้องกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น Undercoat Corrozinc และ Topcoat Polyester Coating ความหนาของสีรวมกันแล้วต้องไม่น้อยกว่า 80 microns หรือทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Hot-Dipped Galvanized Steel) ยกเว้นข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ต้องการวัสดุอื่นๆ เช่น Stainless Steel หรือ Aluminum ความหนาของตัวถังให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต แต่ต้องไม่ทำให้เกิดความสั่นสะเทือนและเกิดการกระพือ Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Lock Seam หรือ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ
 - 4.8 โครงสร้างของพัดลมต้องสามารถรองรับทุกจุดทำงาน (Operating Point) โครงสร้างให้เป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 99-2408-69 “Performance Class of Operating Limits for Centrifugal Fans” การเลือกจุดทำงานของพัดลมจะต้องเลือกที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 75% ของจุดสูงสุดตามมาตรฐานดังกล่าว เพื่อสามารถเพิ่มรอบให้สูงขึ้นได้ ถ้ามีความต้องการขณะปรับแต่ง Commissioning
 - 4.9 ผู้ผลิตพัดลมต้องส่งข้อมูลการคำนวณ Critical Speed ของเพลลาพัดลม โดยจะต้องกำหนดให้เพลลาพัดลมมีความเร็วรอบสูงสุด (Maximum Operating Speed RPM) น้อยกว่า 75% ของ First Critical Speed ประกอบการอนุมัติ
 - 4.10 เพลลาพัดลมทำด้วย Carbon Steel (C45) มีการเคลือบสารป้องกันสนิม (Anti-Rusting) ที่ผิวจากโรงงานผู้ผลิต ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing Self Alignment แบบ Adaptor Sleeve Locked ไม่น้อยกว่าให้ใช้แบบ Eccentric Locking Collar ตลับลูกปืนเป็นแบบ Lubricated Sealed สามารถใช้งานได้ตลอดโดยไม่ต้องอัดจารบี (Maintenance-free) มีอายุการใช้งาน L_{10} (Average Bearing Life) ไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง
 - 4.11 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled), Squirrel Cage, Induction Motor, Index of Protection IP54, Insulation Class F, ขนาดมอเตอร์ (Nameplate kW

Rating) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบ Backward Curved หรือ Airfoil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุด (Maximum Brake Horsepower) ที่จะเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ Forward Curved ขนาดของมอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30% การคำนวณการสูญเสียของชุดสายพาน (Belt Drive Loss) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 203-90 (Appendix L) Starting Torque ของมอเตอร์ต้องเพียงพอสำหรับการ Start พัดลมและสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

- 4.12 ขนาดของสายพานและ Pulley จะต้องมากกว่าขนาดของมอเตอร์ ที่ติดตั้งไม่น้อยกว่า 30% ความเร็วของสายพานต้องไม่เกิน 30 m/s
- 4.13 พัดลมมีความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ไม่เกิน 10 m/s
- 4.14 พัดลมแบบ Forward Curved ทุกเครื่องประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมมี Fan Efficiency Grade ไม่น้อยกว่า FEG60 แบบ Backward Curved หรือ Airfoil ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต้องมี Fan Efficiency Grade ไม่น้อยกว่า FEG71
- 4.15 ตัวถังพัดลมต้องมีรูระบายน้ำที่อาจขังอยู่ภายในและมีปลั๊กอุดไว้
- 4.16 ที่ตัวถังพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ขึ้นไป ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม

5. พัดลมแบบ Smoke Spill Centrifugal Fan

- 5.1 พัดลมเป็นแบบขับผ่านชุดสายพาน
- 5.2 สมรรถนะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN12101-3, ISO21927-3 หรือทดสอบและรับรองตาม UL705 และสามารถทำงานต่อเนื่องที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 °C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- 5.3 พัดลมเป็นชนิด SISW Backward Curved, Overhang Type หรือ Cabinet DIDW Backward Curved โดยตำแหน่งตลับลูกปืนและชุดขับจะต้องอยู่นอกกระแสลมเท่านั้น (Out of air stream)
- 5.4 สมรรถนะต้องทำการทดสอบจากสถาบันหรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่เชื่อถือได้ ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO17025 “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories”
- 5.5 พัดลมแบบ Centrifugal Roof Smoke Spill Fan ควรเป็นชนิด Vertical Air Discharge ใบพัดเป็นแบบ Backward Curved ตัวถังและฐานทำจาก Galvanized Steel หรือ Aluminium พร้อมตะแกรงเหล็ก (Protection Net) หมวกทำจาก Aluminium หรือ Stainless Steel
- 5.6 พัดลมมีความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ไม่เกิน 11 m/s
- 5.7 รายละเอียดข้อกำหนดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อ 4

6. พัดลมแบบ Cabinet Fan

- 6.1 พัดลมเป็นชนิด DIDW Backward Curved, Airfoil หรือ Forward Curved ตัวถังและชุดขับจะต้องประกอบอยู่ในตู้ Cabinet ผู้ผลิตพัดลมต้องจัดเตรียม Spring Isolator ภายในหรือภายนอกตู้ และ Flexible Duct เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน

- 6.2 พัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว พัดลมเป็นชนิด Cabinet DIDW Backward Curved หรือ Airfoil โดยตำแหน่งตลับลูกปืนและชุดขับจะต้องอยู่นอกกระแสลมเท่านั้น (Out of Air Stream)
 - 6.3 ตู้ Cabinet ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Electro Galvanized)
 - 6.4 ตู้ Cabinet ต้องเป็นแบบ “Panel Construction” ประกอบยึดติดกันอย่างแข็งแรงและสามารถถอดออกได้ง่าย กรณีต้องมีการซ่อมแซมและทำการบำรุงรักษา ไม่อนุญาติให้ใช้ตู้ Cabinet แบบเชื่อม “Welded Construction”
 - 6.5 ตู้ Cabinet ต้องสามารถติดตั้งฉนวนลดเสียง (Acoustic Insulation) เพิ่มเติมได้ เช่น ต้องการโครงสร้างเป็นแบบ Double Skin กรณีต้องการลดระดับเสียง
 - 6.6 รายละเอียดข้อกำหนดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อ 4
7. พัดลมแบบ Propeller
 - 7.1 พัดลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 315 มิลลิเมตรขึ้นไป จะต้องทดสอบตามมาตรฐาน AMCA 210-85 “Laboratory Methods of Testing Fans for Rating” หรือเทียบเท่า และ AMCA 300 “Reverberant Room Method for Sound Testing of Fans” หรือเทียบเท่า
 - 7.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ผนังโดยเฉพาะใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อะลูมิเนียมหรือพลาสติก ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต เพื่อให้ระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โครงจะต้องประกอบด้วย Bell Mouth ที่มีการออกแบบตามหลัก Aerodynamically ความเร็วรอบของพัดลมไม่เกิน 1,450 รอบต่อนาที
 - 7.3 พัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 315 มิลลิเมตรขึ้นไป มอเตอร์เป็นแบบ Insulation Class F, IP 54 เป็นอย่างน้อย
 - 7.4 พัดลมเป็นชนิดขั้วตรงมอเตอร์เป็นแบบ Single Phase Capacitor Start-Run หรือ 3 Phase Squirrel Cage Induction ภายในมอเตอร์จะต้องประกอบด้วย Thermal Protection เป็นอุปกรณ์มาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต ไม่อนุญาติให้ใช้มอเตอร์แบบ Shaded Pole หรือ Centrifugal Switch
 - 7.5 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic ตามมาตรฐานค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s
 - 7.6 ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นแบบ Lubricated Sealed สามารถใช้งานได้ตลอดโดยไม่ต้องอัตรการบี (Maintenance-free) ผู้ผลิตพัดลมต้องจัดเตรียม Wire Guards ป้องกันอันตราย Gravity Shutter และ Rain Hood ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ Gravity Shutter ต้องเป็นอุปกรณ์มาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิตใบปิด-เปิด เป็นแบบหลายใบเรียงซ้อนกัน (Multi Blade) มี Vertical Bar ประกอบยึดติดกับใบแต่ละใบ เพื่อให้ทุกใบเปิดเท่ากันขณะพัดลมหยุดหมุนปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้ามาในอาคารได้
 8. พัดลมแบบ Ceiling Fan
 - 8.1 พัดลมเป็นแบบขั้วตรง ใบพัดลมเป็นแบบ Forward Curved Blade SISW



- 8.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ
 - 8.3 ตัวถัง (Body) ทำด้วย Galvanized Steel พร้อมทั้งมี Outlet Back Draft Damper
 - 8.4 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic
 - 8.5 พัดลมทุกเครื่องให้เลือกความเร็วรอบของพัดลมไม่เกิน 1,450 รอบต่อนาที
 - 8.6 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ Single Phase 220-240 V/50Hz
9. Stair Pressurized and Fire Man Lift Lobby Centrifugal Fan
- 9.1 การควบคุมการทำงานของพัดลม เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องต่อพ่วงระบบควบคุมการทำงานของพัดลมเข้ากับระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยของอาคาร พัดลมต้องทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยส่งสัญญาณเตือนภัยที่ได้รับการยืนยันแล้ว พัดลมต้องทำงานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาจนกว่าจะได้รับคำสั่งยกเลิก
 - 9.2 การควบคุมความดันภายในช่องบันไดหนีไฟ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความดันภายในช่องบันไดหนีไฟ ซึ่งทำงานควบคุมอัตโนมัติ อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วย Differential Pressure Sensor ต่อพ่วงกับ Pressure Release Damper เมื่อ Differential Pressure Sensor ตรวจวัดความดันเปรียบเทียบกับระหว่างความดันภายในช่องบันไดและภายนอกช่องบันได และค่าความดันเปรียบเทียบกับสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ Pressure Release Damper จะถูกสั่งให้เปิดเพื่อระบายความดันภายในช่องบันไดออก ความดันภายในช่องบันไดจะถูกควบคุมให้มีค่าเพียงพอที่จะไม่ให้ควันไฟเข้ามาภายในช่องบันได และต้องไม่สูงเกินกว่าที่จะเปิดประตูหนีไฟได้
 - 9.3 พัดลมมีความลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ไม่เกิน 11 m/s
 - 9.4 รายละเอียดข้อกำหนดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อ 2 หรือ 4 ตามประเภท



บทที่ 7

ท่อส่งลมและฉนวน

1. ท่อลมเติมอากาศและระบายอากาศทำจากแผ่นเหล็กฉาบสังกะสี หรืออาจใช้เป็นท่อลมกิ่งสำหรับรูป เช่นเดียวกันกับท่อส่งลมเย็น ความหนาของแผ่นเหล็กฉาบสังกะสี และวิธีการต่อประสาน การเสริมท่อลมให้เป็นไปตาม ASHRAE Standard ทุกประการ
2. ท่อลมที่ต่อกับเครื่องจ่ายลมเย็น ทั้งด้านส่งลมเย็นและดูดลมกลับ ใช้วัสดุเป็นท่อลมกิ่งสำเร็จรูปที่ทำจากฉนวน โพลีไอโซไซยานูเรทโฟม ชนิดไม่ลามไฟ ไม่มีสารประกอบ CFC หรือไฮโดรคาร์บอน ได้รับรองมาตรฐาน BS476 Part6, Part7 class 0 และต้องผ่านมาตรฐาน NES 713 (Smoke Toxicity) ไม่มีสารพิษที่เกินมาตรฐานที่ค่า Average Index <4.0 ขณะทดสอบด้วยการเผาไฟ โดยมีความหนาแผ่นไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมทั้ง 2 ด้าน สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต กาวที่นำมาใช้ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตฉนวนแนะนำ
3. จะต้องติดตั้ง Splitter Damper ทุกๆ แห่งที่มีการแยกท่อออกไปจากท่อลมหลัก และในตำแหน่งอื่นที่จำเป็น เพื่อปรับปริมาณลม โดยต้องปิดได้สนิทเพื่อให้สะดวกแก่การปรับสมดุลและสามารถจ่ายลมได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ
4. Flexible Duct สำหรับท่อส่งลมเย็นจะต้องเป็นชนิด Double Ply Flexible Aluminum Duct และจะต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้วที่ปิดทับด้วย Aluminium Foil ชนิดไม่ลามไฟ ตามมาตรฐาน UL 723 ความหนาแน่น 1.5 lb/ft³ หนา 1 นิ้ว จากโรงงานผู้ผลิต ทั้งนี้ห้ามใช้ FLEXIBLE DUCT หุ้มฉนวนใยแก้วบริเวณ CLEAN ROOM, CLEAN AREA
5. หากกำหนดให้ท่อส่งลมเป็นชนิด Spiral Round Duct จะต้องเป็นท่อลมกลมที่ทำจากแผ่นสังกะสี (Galvanized Steel Sheet) พร้อมหุ้มฉนวนด้านในด้วย Flexible Closed Cell Insulation หนา 1/2 นิ้ว ความหนาแน่น 3-5 lb/ft³ ที่ผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตที่ได้มาตรฐาน SMACNA ทั้งท่อส่งลมเย็นและท่อลมกลับ
6. ท่อลมระบายอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ต้องทา Flintkote หรือซิลิโคน ยาที่รอยตะเข็บและรอยต่อ เพื่อกันมิให้ลมรั่ว
7. ในกรณีที่ดินท่อลมโดยไม่มีฝ้าเพดานหรือในบริเวณที่สามารถมองเห็นท่อลมได้ให้ทาสีท่อลม สีที่จะนำมาทาให้ประสานกับการตกแต่งภายในสถาปนิก หรือตามที่วิศวกรระบุ เพื่อให้เหมาะสมกับบริเวณที่ดินท่อลม
8. ฉนวนกันเสียงสำหรับห้องเครื่อง และ Air Chamber ชนิด ขนาดและวิธีการติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงของอุปกรณ์ในขณะที่ใช้งาน เพื่อมิให้มีระดับเสียงสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ตาม ASHRAE Standard หรือที่วิศวกรกำหนดตามความเหมาะสมของประเภทและตำแหน่งของการใช้งาน
9. วัสดุทำท่อลมระบายควันไฟ ท่อลมระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ และลิฟต์ดับเพลิง รวมถึงอุปกรณ์ประกอบ ต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง หรือเดินซ่อนในช่องท่อท่อนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมง หรือใช้ช่องท่อท่อนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมงเป็นท่อลม



10. วัสดุทำ ท่อลมระบายควันครีว ต้องเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมหนาไม่น้อยกว่า 1.10 มม. ข้อต่อท่อลมเป็นชนิดหน้าแปลน ใช้ประเก็นทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 815 องศาเซลเซียส และท่อส่วนที่อยู่ภายในตัวอาคารต้องหุ้มด้วยฉนวนดำ หนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว



บทที่ 8

หัวจ่ายลม ตะแกรงลมกลับ และกล่องลมกลับ

1. หัวจ่ายลม (Diffuser, Register, Air Grille, Slot Diffuser) หัวจ่ายลมจะต้องทำด้วย Anodized Extruded Aluminium ตามชนิด ขนาด และตำแหน่งในแบบ หัวจ่ายลมต้องเป็นไปตามแบบของ Tuttle & Bailey, Waterloo, Titus หัวจ่ายลมทุกตัวจะต้องประกอบด้วย Opposed Blade Volume Damper เพื่อปรับปริมาณลม เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น Registers จะต้องมีการ Vertical และ Horizontal Face Bar เพื่อการปรับทิศทางลม
2. ตะแกรงลมกลับให้ทำด้วย Anodized Extruded Aluminium มีบานพับเปิด-ปิด ตัวตะแกรงยึดติดอยู่กับตัวกรอบเพื่อยึดติดกับฝ้าเพดานหรือผนัง ขนาดของตะแกรงลมกลับต้องมีขนาดที่มีความเร็วลมผ่านตะแกรง (Face Velocity) ไม่สูงกว่า 500 FPM หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ
3. ขนาดของตะแกรงลมกลับหรือช่องเปิดที่ติดตั้งใต้เครื่องที่ Return Chamber ซึ่งทำหน้าที่เป็น Access Door สำหรับใช้ทำงานบริการบำรุงรักษาจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าตัวเครื่อง AHU หรือ FCU โดยรอบไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร หรือมีขนาดที่เหมาะสม เพื่อการทำงานบริการบำรุงรักษา
4. สีของหัวจ่ายลมและตะแกรงลมกลับ ให้ประสานกับผนังอาคารหรือสถาปนิก หรือตามที่วิศวกรระบุ
5. กล่องลมกลับ (Return Air Chamber) ให้ทำด้วยโครงเหล็กฉากบางสังกะสีขนาด 3/4 นิ้ว หรือโครงสร้างเหล็กฉากบางสังกะสีขนาด 3/4 นิ้ว แล้วปิดทับโครงด้วยแผ่นเหล็กฉากบางสังกะสีหนาไม่ต่ำกว่าเบอร์ 22 ทุกด้าน ผนังด้านในทุกด้านของกล่องลมกลับหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Thermal Insulation หนา 3/4 นิ้ว และให้ปิดทับรอยต่อของฉนวนทั้งหมดด้วยฉนวนกว้าง 1 1/2 นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว หรือปิดทับโครงด้วยแผ่นท่อลมกึ่งสำเร็จรูปชนิดเดียวกันกับท่อส่งลมเย็น และปิดทับรอยต่อฉนวนทั้งหมดด้วยฉนวนยางกว้าง 1 1/2 นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว
6. ขนาดของกล่องลมกลับที่ติดตั้งโดยรอบเครื่องจ่ายลมเย็นจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของเครื่องจ่ายลมเย็น โดยรอบไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร ทั้งนี้วาล์วทั้งหมดจะต้องติดตั้งอยู่ภายในกล่องลมกลับ กล่องลมกลับจะต้องติดตั้งและยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง รอยต่อของผนังทุกด้านต้องเชื่อมต่อสนิทโดยไม่มีรั่ว ช่องผ่านของท่อน้ำและท่อลมต้องมีขนาดพอดีกับท่อ และต้องใช้ Sealant ปิดรอยต่อทั้งหมดเพื่อไม่ให้รั่ว และให้จัดทำช่องเปิดเข้าบริการ (Service Door) เพื่อการซ่อมบำรุงให้เหมาะสม และมีประเก็นหรือซีลเพื่อไม่ให้รั่วตามแนวช่องเปิด
7. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง Shop Drawings เพื่อแสดงตำแหน่งตะแกรงลมกลับและขนาดกล่องลมกลับ เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง เพื่อตรวจสอบขนาดและปริมาตรของกล่องลมกลับให้เพียงพอกับปริมาณลมกลับ และสะดวกต่อการบำรุงรักษาเครื่องจ่ายลมเย็นและอุปกรณ์
8. ตะแกรงลมที่ติดตั้งกับผนังด้านนอกของอาคาร ต้องใช้ในรูปตัว Z กันฝนสาด ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว และมีตะแกรงกันแมลง
9. หัวจ่ายลมและตะแกรงลมกลับทุกชุดต้องมีตราแสดงสัญลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ปรากฏบนตัวสินค้า



บทที่ 9

VARIABLE FREQUENCY DRIVE (VFD)

VFD ต้องถูกออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อใช้กับเครื่องสูบน้ำหรือพัดลม และมีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้

1. ต้องแปลงกระแสไฟฟ้าขาเข้า (Input) จาก 3Ph/380V/50Hz $\pm 10\%$ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าขาออก (Output) ไปยังมอเตอร์ที่แรงดันและความถี่แปรเปลี่ยนตามต้องการ VFD ต้องสามารถจ่ายแรงดันไปยังมอเตอร์ได้เท่ากับแรงดันขาเข้าที่ Full Load และ Full Speed และในกรณีที่แรงดันขาเข้ามีค่าลดลงในช่วง -10% VFD ยังคงสามารถจ่ายแรงดันได้เต็ม เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสขึ้นสูงเกินพิกัด
2. ต้องใช้ได้ดีกับมอเตอร์มาตรฐาน NEMA หรือ IEC โดยต้องไม่ลดความสามารถของมอเตอร์ลง (De-Rate) และต้องไม่ทำให้มอเตอร์มีอุณหภูมิสูงขึ้นเกินกว่าอุณหภูมิใช้งานปกติ
3. สามารถให้แรงบิดได้สูงสุดถึง 180% ของแรงบิดพิกัดของมอเตอร์เป็นเวลา 2 วินาที ที่อุณหภูมิบรรยากาศ (40°C)
4. สามารถตั้งค่าความถี่ขาออก (Output Frequency) ได้ตั้งแต่ 0 – 320 Hz โดยมีค่าความละเอียดของการปรับตั้งค่าได้ถึง 0.01 Hz
5. สามารถควบคุมการหยุดของมอเตอร์ได้ในขณะที่เกิดไฟฟ้าดับฉุกเฉิน
6. ให้มีโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยทำการปรับแรงดันของมอเตอร์สำหรับโหลดแบบแรงบิดแปรผันอย่างอัตโนมัติ โดยที่ยังมีแรงบิดเพียงพอกับโหลด และยังสามารถรักษาอัตราส่วน Volts/Hz ในช่วงเร่งความเร็ว
7. สามารถเก็บค่าทำงานผิดพลาด (Fault) ที่เกิดขึ้นย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 10 ค่า
8. สามารถตั้งช่วงความถี่ไม่ต้องการได้ไม่ต่ำกว่า 3 ช่วง เพื่อแก้ปัญหามอเตอร์สั่นจากความถี่ Resonance
9. ให้มีตัวเรือน (Enclosure) มาตรฐานไม่ต่ำกว่า IP54
10. สามารถรับสัญญาณควบคุม 0-10 VDC หรือ 4-20 mA
11. ต้องสามารถอ่านค่า “Total kWhr’s Consumed” และ “Total Hours Run” ของมอเตอร์ได้ให้มีระบบป้องกันอย่างน้อยดังนี้
 - (1) Under and Over Voltage Protection
 - (2) Current Limit and Over Load Protection
 - (3) Phase Loss Protection
 - (4) Output Short Circuit Protection
 - (5) Over Temperature Protection
 - (6) Full Galvanic Isolation between Power and Control Component
 - (7) ป้องกัน Harmonic และ Spike Voltage



ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างติดตั้งชุด VFD พร้อมอุปกรณ์ภายในตู้โดยให้เห็นจอแสดงผล และปรับแต่งความถี่ได้โดยไม่ต้องเปิดฝาตู้ และให้ติดตั้งตู้ในตำแหน่งที่เข้าถึง และตรวจสอบได้โดยสะดวก ชุด VFD ที่ใช้กับห้องผ่าตัด และห้องควบคุมพิเศษให้มีชุด Starter ของมอเตอร์ภายในตู้ควบคุมเดียวกับ VFD โดยต้องมีสวิทช์สลับใช้งานได้ทันทีที่ VFD มีปัญหา

บทที่ 10

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อการประหยัดพลังงาน

(ENERGY RECOVERY VENTILATION)

1. ความต้องการใช้งาน

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อการประหยัดพลังงานใช้ในการแลกเปลี่ยนความเย็นจากอากาศเสียที่จะระบาย ออกจากระบบปรับอากาศในอาคารให้กับอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกอาคารที่จะนำเข้ามาเติมในระบบปรับอากาศ ทั้งนี้เพื่อลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศลง โดยทิศทางการไหลของอากาศเป็นลักษณะ ไหลสวนทางกันเครื่องแลกเปลี่ยนพลังงานด้วยอากาศ ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพตามมาตรฐาน ASHRAE, JIS หรือเทียบเท่า

2. โครงสร้างภายนอก ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบอบสี มีฉนวนแบบไม่ ลามไฟโดยรอบ ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรงไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดัง เมื่อใช้งานมีแผ่นกรองอากาศแบบถอดล้างได้

3. ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนต้องทำมาจากวัสดุชนิดพิเศษที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง อากาศภายนอกกับอากาศภายในเป็นอย่างดี และต้องไม่มีชิ้นส่วนเคลื่อนไหว เพื่อเพิ่มความคงทนของตัวเครื่อง มีคุณสมบัติในการป้องกันเชื้อรา เพื่อความสะอาดของอากาศและเหมาะกับการแลกเปลี่ยนความร้อนทั้งความ ร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ในลักษณะของการไหลสวนทางกันของกระแสอากาศทั้งสองฝั่งต้องไม่สัมผัสกัน โดยตรง

4. หากในแบบไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ตามข้อกำหนดดังนี้ พัดลมต้องเป็นพัดลมแบบหอยโข่งชนิดขับเคลื่อน โดยตรง ตัวใบพัดต้องได้สมดุลทั้งแบบคงที่และแบบไดนามิก มอเตอร์ใช้ไฟ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ จำนวนพัดลม ต้องมีไม่ต่ำกว่า 2 ตัว ต่อเครื่อง

4.1 การปรับระดับแรงลมสามารถปรับแยกอิสระระหว่างด้านอากาศจากภายนอก (Fresh Air) และด้าน อากาศที่ระบายทิ้ง (Exhaust Air) โดยปรับได้อย่างน้อย 2 ระดับ โดยใช้รีโมทสั่งการทำงาน

4.2 ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนขั้นต่ำ (Temperature Exchange Efficiency) ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 60%

4.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนต้องมีแผ่นกรองอากาศมาตรฐานไม่ต่ำกว่า MERV7 ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง

4.4 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถทำงาน (Interlocked) ร่วมกับระบบ VRF และเครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วนได้ หรือสามารถทำงานแยกอิสระตามที่กำหนดในแบบได้

4.5 สามารถติดตั้งในฝ้าตามแนวนอน และติดตั้งที่ผนังในแนวตั้ง เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและความ เหมาะสมของบริเวณใช้งาน

4.6 เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่องเปิดบริการ ขนาด 60 x 60 ซม. บนฝ้าที่ด้านข้างเครื่อง ERV



5. อุปกรณ์ควบคุม (Remote Control) เป็นแบบมีสาย สามารถควบคุมการปิด/เปิด และสามารถเชื่อมต่อกับตัวควบคุมส่วนกลาง (Central Control) สามารถแสดงค่าสถานะของตัวเครื่องได้ผ่านจอของตัวควบคุมส่วนกลาง, ปรับความเร็วลมได้อย่างน้อย 2 ระดับ และต้องมีระบบเตือนการดูแลรักษาชุดกรองอากาศอัตโนมัติตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตกำหนด



บทที่ 11

ระบบท่อร้อยสาย

(CONDUIT SYSTEM)

แนวท่อร้อยสายตามที่แสดงในแบบเป็นเพียงภาพวาด เพื่อให้สะดวกในการเข้าใจและมองเห็นได้ชัดเจน การติดตั้งท่อร้อยสายจึงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ติดตั้ง และตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. ท่อร้อยสายทั้งระบบของอาคารจะต้องได้รับการติดตั้งอย่างมิดชิด หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นหรือหากมีความจำเป็นซึ่งมิได้คาดการณ์ไว้ก่อนที่จะต้องติดตั้งในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องขอความเห็นชอบจากวิศวกรหรือสถาปนิกก่อนดำเนินการติดตั้ง
2. แนววางท่อร้อยสาย การตัดสินใจว่าช่วงหนึ่งช่วงใดของท่อร้อยสายควรฝังในพื้น ช่วงใดให้เดินลอยหรือควรแอบในเพดาน ฯลฯ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ที่จะต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านสถาปัตยกรรม และด้านก่อสร้าง (รวมถึงส่วนใดที่มีฝ้าเพดาน ส่วนใดไม่มีฝ้าเพดาน) ในกรณีที่ไม่มีฝ้าเพดานให้เดินด้วยท่อ IMC ฝังใน Concrete Slab ทั้งนี้ไม่ว่าสัญลักษณ์ที่แสดงไว้ในแบบจะปรากฏเป็นท่อ EMT หรือท่อ IMC ก็ตาม เพื่อที่จะสามารถติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้ได้อย่างเหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดีที่สุด ตามสภาพของสถานที่ติดตั้งและวิธีการติดตั้งท่อตามมาตรฐาน NEC
3. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ห้ามมิให้เปลี่ยนท่อ Conduit เป็น Wireway หรือ Cable Tray
4. ท่อร้อยสายทุกแบบที่ใช้ในระบบไฟฟ้านี้ จะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว
5. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายซึ่งฝังในคอนกรีตในพื้น (Floor Slab) และที่ติดตั้งในที่แจ้งหรือในสถานที่ๆ จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อร้อยสายชนิด Intermediate Metallic Conduit (IMC)
6. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายซึ่งแอบไว้ในฝ้าเพดาน หรือในฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต ให้ใช้ท่อ Electric Metallic Tubing (EMT) ได้
7. มิให้ใช้ท่อ EMT ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 2 นิ้ว ทั้งนี้ท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 นิ้ว ให้ใช้แบบ IMC
8. หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์หรือดวงโคมหรือเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ Flexible Conduit ความยาวไม่ต่ำกว่า 0.45 เมตร แต่ไม่เกิน 0.90 เมตร เป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป
9. Flexible Conduit จะต้องเป็นชนิดที่กันน้ำได้ ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือมีโอกาสถูกน้ำ
10. การงอท่อร้อยสายต้องระวังมิให้ท่อชำรุด และจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อเปลี่ยนแปลงไป รัศมีการโค้งงอของท่อต้องเป็นไปตามกฎของ NEC เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อร้อยสายต้องเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้น เพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้โดยเฉพาะ ห้ามงอท่อร้อยสายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว หรือมากกว่า ในกรณีดังกล่าวให้ใช้ Cast-Iron Angle Bends และ/หรือ Fitting
11. ห้ามงอท่อร้อยสายเกิน 4 ครั้ง ในแต่ละช่วงระหว่าง Outlet, Junction หรือ Pull Boxes หากจำเป็น ให้ใส่ Pull Box หรือ Condulet เพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ



12. การติดตั้งท่อร้อยสายจะต้องให้มีรอยต่อน้อยที่สุด โดยเมื่อจะต่อท่อร้อยสายแบบ IMC ให้ใช้ Couplings หรือ Fittings ชนิดเกลียวและใช้ Red Lead หรือวัสดุที่มี Electrical Continuity ทาเกลียวตัวผู้ เพื่อกันน้ำมิให้เข้าภายในท่อ การต่อต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกันแนบสนิท และต้องตะไบหรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน
13. ต่อท่อ EMT ด้วย Coupling และ Connector แบบ 'Raintight' เท่านั้น
14. ให้ท่อ Expansion Coupling และ/หรือ Expansion Fitting ในการวางท่อร้อยสายซึ่งมีระยะยาวกว่า 45 เมตร และ/หรือ ท่อร้อยสายซึ่งผ่าน Expansion Joints ของโครงสร้างอาคาร และ/หรือ ท่อร้อยสาย ซึ่งวางจากโครงสร้างหนึ่งไปยังอีกโครงสร้างหนึ่งที่ไม่ต่อกันโดย Expansion Fittings ทุกชนิดต้องมี Bonding Jumpers
15. ความโค้งงอของท่อร้อยสาย (ซึ่งติดตั้งภายนอกหรือที่ซ่อนอยู่ในฝ้าเพดานที่สามารถเปิดซ่อมได้ หรือฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต) ที่หักงอมาก ๆ จะต้องใช้ Condulet
16. ห้ามใช้ Condulet ในการต่อท่อที่โค้ง หรือหักงอในส่วนที่อยู่เหนือฝ้าเพดานที่ฉาบเรียบปิดสนิท (ไม่มีช่องสำหรับขึ้นไป Service ได้)
17. ต้องยึดท่อร้อยสาย IMC หรือ RSC เข้ากับ Boxes ต่างๆ และ Panel Board โดยใช้ Lock Nut 2 ตัว (ภายนอกและภายใน Boxes ด้านละ 1 ตัว) พร้อมด้วย Bushing โดยถ้ารูของ Knock Out ใหญ่กว่าท่อคอนดุกต์ จะต้องใช้ Reducing Washer เพื่อไม่ให้มีช่องโหว่ระหว่างท่อ และ Boxes ฯลฯ ส่วนรูวางที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิด
18. การต่อท่อร้อยสายทุกชนิดให้ตรวจสอบว่าข้อต่อมี Electrical Continuity อย่างดี ทั้งนี้เพราะต้องการให้ใช้ระบบท่อร้อยสาย เป็น Ground-Path ของระบบไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด
19. ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบว่า การเชื่อมต่อของท่อ Flexible Conduit กับท่อ Flexible Conduit เอง มี Electrical Continuity อย่างดีโดยตลอด มิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวนแบบเดียวกับของ Phase Wire และมีขนาดเท่ากับ Phase Wire
20. หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น การฝังท่อร้อยสายในดินต้องหุ้มท่อร้อยสายด้วยคอนกรีต หนาอย่างน้อย 2 นิ้ว โดยรอบท่อตลอดความยาว
21. ท่อร้อยสายทุกแบบต้องถูกยึด หรือตรึงไว้อย่างแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร และไม่เกิน 0.30 เมตร จาก Boxes หรือ Panel Board โดยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ และ/หรือ โดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากวิศวกร
22. ระหว่างการก่อสร้างและเทคอนกรีต ท่อร้อยสายที่วางเพื่อให้ฝังอยู่ในคอนกรีตต้องถูกกระชับให้แน่นโดยวิธีเหมาะสมและไม่ก่อปัญหาให้แก่ผู้รับจ้างด้านการก่อสร้าง เมื่อมี Stub-Ups ตั้งแต่ 2 อันขึ้นไป ให้ทำแบบไม้หรือโลหะเจาะรู สวมกระชับ Stub-Ups เหล่านั้นไว้ให้แน่น ระยะห่างระหว่าง Stub-Ups ต้องให้พอดีกับการที่จะสวมปลาย Stub-Ups เข้ารูด้านข้างของ Outlet, Box, Junction หรือ Pull Box โดยไม่ต้องงอหรือบีบรัด Stub-Ups ในภายหลัง
23. ท่อร้อยสายที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดาน จะต้องติดตั้งและยึดแนบอยู่บนพื้น Slab ห้ามเดินวางอยู่บนฝ้าเพดานหรือห้อยอยู่กับพื้น Slab
24. เมื่อวางท่อร้อยสายเสร็จ แต่ยังไม่ปฏิบัติงานขั้นต่อไปกับท่อร้อยสายนั้นไม่ได้ ให้เคลือบส่วนของท่อที่ได้ตัดเกลียวไว้ด้วยสี Enamel เพื่อกันสนิมและปิดปากท่อด้วยปลั๊กอุดหรือฝาเกลียวให้มิดชิด



25. ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบว่าท่อไม่ตัน หากมีท่อใดตันให้แก้ไขทันที โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง
26. ห้ามใช้ EMT ในบริเวณที่มีน้ำเปียก หรือบริเวณที่ต้องมีระบบกันน้ำ หรือในบริเวณที่เป็น Hazardous Location
27. ขนาดของ Conduit ที่ใช้เมื่อร้อยสายไฟฟ้าแล้ว ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของสายไฟ รวมฉนวนและเปลือกของสายทั้งหมด จะต้องไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ
28. ให้ผู้รับจ้างจัดทำ Shop Drawings การวางจัดวางแนวและขนาดของท่อร้อยสายอย่างละเอียดเพื่ออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง



บทที่ 12
สายไฟฟ้า
(CONDUCTOR)

1. สายไฟทั้งหมดต้องได้มาตรฐานของ ม.อ.ก. หรือ IEC 502
2. ต้องเป็นสายทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่า 98%
3. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟทั้งหมดต้องเป็นสายเดี่ยว (Single Conductor) มีฉนวนหุ้ม ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 Volts และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70°C
4. ขนาดของสายไฟที่กำหนดไว้เป็นตารางมิลลิเมตรทั้งหมด และห้ามใช้สายไฟที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยกเว้นสาย CONTROL ซึ่งต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร
5. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสายไฟให้ดูได้จาก Load Schedule
6. สายไฟทุกเส้นจะต้องเป็นเส้นเดี่ยวยาวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อภายในท่อ การตัดต่อสายไฟอนุญาตให้ตัดต่อได้เฉพาะภายใน Junction Box หรือ Outlet Box เท่านั้น
7. การต่อสายไฟให้ใช้อุปกรณ์ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ เช่น แบบ Compression Bolt, Screw Type, Wire Nut ทั้งนี้วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
8. ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ และ Twisted Wire Splice
9. ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ในแต่ละจุด
10. ในการดึงสายไฟให้ใช้ Lubricant ชนิดที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรแล้วเท่านั้น
11. ห้ามมิให้ดึงสายไฟในท่อร้อยสายจนกว่าจะได้มีการวางท่อร้อยสายเสร็จเรียบร้อยทั้งหมดก่อน และจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรให้ดึงสายไฟในท่อร้อยสายได้ ยกเว้นแต่จะได้รับการอนุมัติจากวิศวกรเป็นกรณีไป
12. สายไฟทั้งหมดจะต้องเดินอยู่ภายในท่อ Conduit หรือภายใน Race Way เท่านั้น โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก
13. ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวร ภายในแผงสวิทช์บอร์ดทุกๆ Circuit รวมทั้ง Main Feeder และ Sub Feeder
14. สายไฟที่ใช้ทั้งหมดต้องใช้เป็นรหัสสี (Colour Code) ในกรณีที่เป็นสาย Feeder ขนาดใหญ่ ซึ่งไม่มีสายที่เป็น Colour Code ได้ให้ใช้ Tape สีพันทับสายไฟ ณ จุดที่มีการเชื่อมต่อสายไฟหรือภายใน Pull Box ทั้งนี้ให้ใช้รหัสสีสำหรับสายไฟดังนี้
 - (1) PHASE A สีดำ
 - (2) PHASE B สีแดง
 - (3) PHASE C สีน้ำเงิน
 - (4) NEUTRAL สีขาว
 - (5) GROUND สีเขียว



15. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตาราง Insulation Test Report ของสายไฟทั้งหมดทุกวงจรเสนอต่อวิศวกร เพื่อขอ อนุมัติ จำนวน 2 ชุด ก่อนทำการติดตั้งอุปกรณ์ โดยวัดค่าความต้านทานด้วย Megger ขนาดไม่น้อยกว่า 500 Volts ตามรายละเอียดดังนี้
- (1) PHASE TO PHASE
 - (2) PHASE TO NEUTRAL
 - (3) PHASE TO GROUND



บทที่ 13

ท่อน้ำทิ้ง

(CONDENSATE DRAIN PIPE)

1. ท่อระบายน้ำทิ้ง Condensate (Condensate Drain Piping) ท่อระบายน้ำจากเครื่องจ่ายลมเย็นต้องเป็นท่อ PVC ไม่ต่ำกว่า Class 8.5 ตาม มอก. 17-2532 และข้อต่อ PVC ตาม มอก 1131 – 2535
2. ให้หุ้มฉนวน Closed Cell Insulation ชนิดยางดำ หนา ½ นิ้ว
3. จะต้องมี Trap สำหรับท่อน้ำทิ้งจากเครื่องจ่ายลมเย็นทุกเครื่อง ท่อน้ำทิ้งจะต้องเอียง (Minimum Pitch) พอที่น้ำจะไหลได้สะดวก
4. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งท่อระบายน้ำเพื่อระบาย Condensate จากเครื่องจ่ายลมเย็นทุกเครื่องลงยังท่อระบายน้ำภายนอกอาคาร โดยให้มีระบบท่อระบายน้ำ Condensate โดยเฉพาะ ห้ามระบายน้ำ Condensate ลงในท่อระบายน้ำภายในอาคารของระบบสุขาภิบาลหรือท่อระบายน้ำฝน
5. ขนาดของท่อระบายน้ำ Condensate ให้เป็นไปตามนี้

CONNECTED COOLING LOAD FOR AHU/FCU (TON)	PIPE SIZE (INCHES)
UP TO 5	1
UP TO 30	1 ¼
UP TO 50	1 ½
UP TO 160	2
UP TO 300	3
UP TO 450	4

ทั้งนี้การติดตั้งท่อรับน้ำ Condensate ในแนวนอนต้องมีความลาดเอียง (Minimum Pitch) ไม่ต่ำกว่า 1 นิ้วต่อ 15 ฟุต

บทที่ 14

ระบบฆ่าเชื้อโรคและทำความสะอาดในระบบปรับอากาศ
(UVGI)

1. เป็นระบบ UV (Ultraviolet System) เป็นระบบที่ใช้หลอด UVC ให้พลังงานสูง สามารถฆ่าเชื้อโรค, เชื้อจุลินทรีย์และไวรัสในอากาศและพื้นผิวสัมผัส บริเวณด้านทางออกของคอยล์เย็นภายในเครื่องส่งลมเย็น (AHU, FCU) และหรือระบบระบายอากาศ (Exhaust Air)
2. มาตรฐานอุปกรณ์ที่ใช้
 - 2.1 ต้องได้รับมาตรฐาน UL หรือ FCC
 - 2.2 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ต้องได้รับมาตรฐาน มอก.1955-2551หรือเทียบเท่า
 - 2.3 โรงงานผู้ผลิตและหรือตัวแทนจำหน่ายจะต้องได้มาตรฐาน ISO9001 หรือ FDA, CE, RoHs
3. หลอด UVC Emitter
 - 3.1 หลอดเป็นชนิด Hot cathode (low pressure mercury) ขนาด T5 หรือ เป็นเพลาทโลหะเคลือบไทเทเนียมสอดแกนกลางด้วยหลอด UV
 - 3.2 ผลิตรังสี UVC ความยาวคลื่นไม่น้อยกว่า 253.7 นาโนเมตร (+/-10%)
 - 3.3 สามารถใช้งานได้ที่ความเร็วลมไม่น้อยกว่า 900 ฟุตต่อนาที
 - 3.4 สามารถใช้งานที่อุณหภูมิระหว่าง 7°C – 40°C
 - 3.5 หลอดต้องผลิตจากวัสดุ Quartz ซึ่งเป็นวัสดุโปร่งแสง ที่มีสภาพการส่งผ่านรังสี UVC สูง
4. สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ 7°C - 40°C ความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่า 70%RH
5. การติดตั้ง
 - 5.1 กรณีติดตั้งระบบ UV ที่เครื่องส่งลมเย็น (AHU)
 - (1) ให้ติดตั้งบริเวณทางลมออกจากคอยล์เย็น
 - (2) หลอด UVC ต้องมีระดับการป้องกันน้ำและฝุ่นไม่น้อยกว่า IP67
 - (3) กล่องควบคุม จะต้องประกอบด้วย เซอร์คิตเบรกเกอร์เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและมีสวิตช์ตัดระบบการทำงานของหลอดเมื่อเปิดแผ่นServiceเครื่องปรับอากาศ AHU พร้อมทั้งมีไฟแสดงสถานะโชว์การทำงานและไฟแจ้งเตือน
 - (4) จัดเตรียมชุด Timerไม่น้อยกว่า 8,000 ชั่วโมง
 - (5) ตรวจสอบเวลาการใช้งานหลอด ผ่านระบบ BASได้ (ถ้ามี)
 - 5.2 กรณีติดตั้งระบบ UV ในท่อลมปรับอากาศและหรือระบายอากาศ (SA, EA)
 - (1) ต้องเป็นชุดสำเร็จ ประกอบด้วยหลอด UVC และ Power Supply
 - (2) ติดตั้งที่ด้านข้างของท่อลม
 - (3) จัดเตรียมชุด Timerไม่น้อยกว่า 8,000 ชั่วโมง



(4) ตรวจสอบเวลาการใช้งานตลอด ผ่านระบบ BAS ได้ (ถ้ามี)

6. ผู้ผลิตและหรือตัวแทนจำหน่ายจะต้องแนบการจำลองความเข้มรังสีและรายการคำนวณให้กับผู้ควบคุมงานก่อสร้าง เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง



บทที่ 15

ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ

1. SPLIT TYPE AIR CONDITIONER

- DAIKIN
- MITSUBISHI ELECTRIC
- MITSUBISHI HEAVY DUTY

2. VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF)

- DAIKIN
- MITSUBISHI ELECTRIC
- MITSUBISHI HEAVY DUTY

3. FAN

- KRUGER
- PANASONIC
- SYSTEM AIR
- WOLTER
- GREENHECK

4. CEILING FAN AND CURTAIN FAN

- GREENHECK
- MITSUBISHI
- PANASONIC

5. VIBRATION ISOLATOR

- EMBELTON
- MASON
- TOZEN

6. GALVANIZED STEEL SHEET

- SINGHA
- THAI-GALVANIZED STEEL
- ZIGA

7. AIR OUTLET



- CFM PER COOL
 - ESCO FLOW
 - FLO-THRU
 - KOMFORT FLOW
8. FLEXIBLE AIR DUCT
- AERO DUCT
 - DUCT EXCEL
 - EUROFLEX
 - INTER DUCT
9. PRE-INSULATED AIR DUCT
- PID
 - TDT
 - WINCELL
10. SMOKE DAMPER AND FIRE DAMPER
- GREENHECK
 - RUSKIN
 - POTTORFF
11. PVC PIPE
- THAI PIPE
 - D-PLAST
 - ELEPHANT
12. COPPER TUBE
- CAMBRIDGE
 - KEMBLA
 - NIBCO
 - NBC
 - VALOR
 - O2
13. ELASTOMERIC INSULATION
- AEROFLEX
 - ARMAFLEX



- K-FLEX
 - MAXFLEX
14. CIRCUIT BREAKER & MAGNETIC CONTACTOR
- ABB
 - CUTLER HAMMER
 - FEDERAL
 - MOELLER
 - SCHNEIDER ELECTRIC
 - SIEMENS
15. ELECTRICAL CONDUCTOR
- PHELPS DODGE
 - THAI YAZAKI
 - BANGKOK CABLE
 - CTW
16. ELECTRICAL CONDUIT
- ARROW PIPE
 - DAIWA
 - PANASONIC
 - RSI
 - TAS
 - UI
17. VARIABLE FREQUENCY DRIVE
- ABB
 - DANFOSS
 - SIEMENS
 - VACON
18. วัสดุกันไฟสำหรับท่อลมระบายควัน
- DURASTEEL
 - FLAMEBAR BW 11
 - KNAUFINSULATION
19. วัสดุป้องกันไฟลาม



- 3M
- HILTI
- METACAULK
- PROMASEAL MOTAR

20. UVGI SYSTEM

- ACTIVTEK
- STERIL-AIRE
- ATLANTIC