



มิถุนายน 2566

TFAR STANDARD

มาตรฐานการติดตั้ง

เครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับ

ปริมาณสารทำความเย็นอัตโนมัติ

VARIABLE REFRIGERANT FLOW AIR-
CONDITIONING SYSTEMS (VRF)



สมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทย

THAI FEDERATION OF AIR-CONDITIONING AND
REFRIGERATION

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

AIR-CONDITIONING ENGINEERING ASSOCIATION
OF THAILAND

Disclaimer

การปฏิบัติตามมาตรฐานนี้ มิได้หมายความว่าสำเร็จบริบูรณ์ ปลอดภัย และเป็นไปตามกฎหมาย ผู้นำไปใช้ จะต้องตรวจสอบและปฏิบัติตามเทคนิค วิชาการ ในด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้อง รวมถึงความปลอดภัยและกฎหมาย ข้อบังคับต่างๆ ด้วย

สารสันประธานสมาพันธ์

มาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติฉบับนี้ถือเป็ผลงานความสำเร็จเล่มแรกของสมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทย เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสมาพันธ์ ที่จะกำหนดมาตรฐานทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศและทำความเย็น และผลักดันให้เป็นมาตรฐานแห่งชาติ เพื่อให้เป็นไปตามวิสัยทัศน์ คือ เป็นผู้นำในการขับเคลื่อนทิศทางการปรับอากาศและทำความเย็นของประเทศไทย

มาตรฐานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยการทุ่มเทแรงกายแรงใจของคณะกรรมการร่างมาตรฐานของสมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทย ซึ่งมาตรฐานนี้จะส่งต่อไปยังคณะกรรมการพัฒนาและส่งเสริมความรู้วิชาการงานปรับอากาศและทำความเย็น เพื่อพัฒนาเป็นหลักสูตรฝึกอบรม สัมมนา รวมถึงเผยแพร่ให้กับช่าง วิศวกร หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานปรับอากาศและทำความเย็น เพื่อถ่ายทอดความรู้ต่อไป

ผมขอขอบคุณทุกๆ คณะบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่ต้นทางคือ สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ที่เห็นชอบให้นำร่างมาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติเดิมที่จัดทำเสร็จแล้วเมื่อปี 2563 จัดทำโดยคณะกรรมการร่างมาตรฐานงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติ มาปรับปรุงเพิ่มเติม รวมถึงคณะกรรมการร่างมาตรฐานของสมาพันธ์ ที่ได้ทำการปรับปรุงมาตรฐานฯ ด้วยความวิริยะอุตสาหะ ท้ายที่สุดคือวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ในการอนุญาตให้ใช้ตราวงสายไฟในหนังสือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 วสท. 022001-22 เพื่อใช้อย่างอิงในมาตรฐานฉบับดังกล่าว



นายบุญศักดิ์ เกียรติเจริญเลิศ

ประธานสมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทย

คำนำ

มาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติ ฉบับนี้ ได้รับความอนุเคราะห์จากสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย เห็นชอบให้นำ ร่างมาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติเดิมที่สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยจัดทำแล้วเสร็จและได้ดำเนินการด้านเทคนิคพิจารณาในปี พ.ศ.2563 มาทำการปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และเหมาะสมกับสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันยิ่งขึ้น ในการปรับปรุงครั้งนี้ดำเนินการโดยคณะกรรมการร่างมาตรฐานระบบปรับอากาศและทำความเย็นของสมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทย โดยทั้งนี้สมาพันธ์ฯ ต้องขอแสดงความขอบคุณสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยในความเอื้อเฟื้อร่างเดิมเพื่อทำการปรับปรุงในครั้งนี้ไว้ ณ ที่นี้

มาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมือในการพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพ เพื่อยกระดับมาตรฐานการติดตั้งระบบปรับอากาศที่ปฏิบัติงานกันทั่วไป มาตรฐานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ให้เป็นวิทยาทานสำหรับผู้ใช้งานและปฏิบัติงานจริงที่สามารถนำไปเป็นคู่มือในการควบคุมการติดตั้ง และเพื่อให้ความรู้กับวิศวกรผู้ออกแบบ และช่างเทคนิคควบคุมงานการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบนี้

มาตรฐานฉบับนี้สำเร็จได้โดยความร่วมมือของคณะกรรมการร่างมาตรฐานงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยซึ่งเป็นผู้ร่างมาตรฐานเบื้องต้นและคณะกรรมการร่างมาตรฐานของสมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทยที่นำมาทำการปรับปรุงที่สะดวกและใช้ความอดทนในการจัดทำเนื้อหาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา และขอขอบคุณวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ในการอนุญาตให้ใช้ตารางสายไฟในหนังสือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2564 วสท. 022001-22 เพื่อใช้อ้างอิงในมาตรฐานฉบับดังกล่าว

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยและสมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทย หวังเป็นอย่างยิ่งว่า มาตรฐานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ออกแบบ วิศวกร ช่างติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อการอ้างอิงต่อไป

คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติ

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยและสมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทย

ในกรณีที่ท่านพบข้อผิดพลาด ต้องการแสดงความคิดเห็น คำแนะนำ หรือต้องการสอบถามข้อความในมาตรฐานฉบับนี้ เพื่อที่คณะกรรมการร่างจะได้นำมาพิจารณาปรับปรุงในโอกาสต่อไป ท่านสามารถส่งมาได้ที่ ประธานคณะกรรมการมาตรฐานการปรับอากาศและทำความเย็น นายชัยชาญ อึ้งศรีวงศ์ ที่ chaicharn@cm49.co.th หรือที่ นายพัฒนะ เมฆขำ pattana@mitr.com

รายนามคณะกรรมการการปรับอากาศและทำความเย็นไทย พ.ศ.2566 (เฉพาะนายกสมาคมหรือประธานกลุ่ม)

นายบุญศักดิ์ เกียรติจรูญเลิศ	นายกสมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย (ประธานสมาพันธ์)
นางสุภาณี จันทศาวัต	ประธานกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็น สมาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นายพิชญ์พัฒน์ กิจเกิดแสง	President ASHRAE Thailand Chapter
นายเกชา ธีระโกเมน	นายกสมาคมวิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย
นายศิริ เตชะลปนรัมย์	นายกสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย
นายเอกรพจน์ จรรย์วิไลสุข	นายกสมาคมผู้ค้าเครื่องปรับอากาศไทย
นายอรณพ กิ่งขจี	นายกสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

กรรมการที่ปรึกษาภคิตติมศักดิ์

นายอรุณ เอี่ยมสุรีย์	กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศฯ สมาอุตสาหกรรมฯ
----------------------	---

กรรมการที่ปรึกษา

นายชัยชาญ อึ้งศรีวงศ์	สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
-----------------------	-------------------------------------

รายชื่อคณะกรรมการจัดทำมาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ VRF

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

ดร.เชิดพันธ์	วิฑูราภรณ์	กรรมการที่ปรึกษา
นายประเวศน์	จันทพหุทัย	ประธานคณะทำงานร่างมาตรฐาน
นายธานินทร์	ตันประวดี	กรรมการ
นายปรัชญา	สระสมศรี	กรรมการ
นายจิรภัทร	ศิริศักดิ์ยศ	กรรมการ
นายสมศักดิ์	โพธิ์ถวิลเกียรติ์	กรรมการ
นายธนวัฒน์	นุমানิต	กรรมการ
นายสำราญ	คงวัฒนา	กรรมการ
นายบัณฑิต	คุณมาตย์	กรรมการ
นายพงศ์ดนัย	หวังสุขสุวรรณ	กรรมการ
นายเกษม	ศรีประทีปบัณฑิต	กรรมการ
นายณนารณ	ลี้ตระกูล	กรรมการ
นายพิทวัส	ประพันธ์	กรรมการ
นายวุฒิเกียรติ์	ทัดพิทักษ์กุล	กรรมการ
นายมานพ	พิงเกษม	กรรมการ
นายนพดล	นนท์สาย	กรรมการ

รายชื่อคณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ VRF

อนุกรรมการมาตรฐานงานระบบปรับอากาศและทำความเย็น สมาพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทย

นายชัยชาญ	อึ้งศรีวงศ์ (ประธานฯ)	สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
นายศิริ	เตชะลปนรัมย์	สมาคมเครื่องทำความเย็นไทย
ผศ.ดร.อาจรี	ศุภสุธิกุล	สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย
ผศ.ดร.จิตกร	กนกนัยการ	สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
ผศ.ดร.ภาวิณี	ศักดิ์สุนทรศิริ	สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
นายประพุช	พงษ์เลาหพันธ์	ASHRAE THAILAND CHAPTER
นายสกล	ธนวนกุล	สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย
นายพงศกร	โปษยานนท์	สมาคมผู้ค้าเครื่องปรับอากาศไทย
นายภาวเกียรติ	กิริติชีวนันท์	กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น
นายสุเมธ	เจียมบุตร	สมาคมเครื่องทำความเย็นไทย
นายนิรัญ	ชยางศุ (เลขานุการฯ)	สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
นายพัฒนะ	เมฆขำ	สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

สารบัญ

	หน้า
คำจำกัดความ	1
มาตรฐานอื่นที่ใช้อ้างอิง	3
1.ทั่วไป	4
1.1 ขอบเขต	4
1.2 วัตถุประสงค์	4
2. เครื่องปรับอากาศ	5
2.1 อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติ	5
2.2 มาตรฐานในการคิดเทียบขีดความสามารถในการทำความเย็น	5
3. มาตรฐานของท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์อื่นๆ	6
3.1 ท่อสารทำความเย็นและฉนวน	6
3.2 ท่อระบายน้ำทิ้ง	11
4. การติดตั้ง	12
4.1 การติดตั้ง Condensing Unit (CDU)	12
4.2 การติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU)	13
4.3 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น	13
4.4 การติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้ง	21
4.5 การติดตั้งท่อลม	22
4.6 ระบบไฟฟ้า	23
4.7 การทาสี	24
4.8 การทดสอบ	25
4.9 การส่งมอบงาน	25
5. แบบตัวอย่างประกอบการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	26
รูปที่ 1 แสดงการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แบบแขวนใต้ฝ้าเพดาน	26
รูปที่ 2 แสดงการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แบบแขวนซ่อนฝ้าเพดาน	26
รูปที่ 3 แสดงการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แบบติดผนัง	27
รูปที่ 4 แสดงการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แบบสี่ทิศทาง	27
รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดการติดตั้งท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง การจับยึด	28
รูปที่ 6 แสดงการติดตั้ง Condensing Unit (CDU) แบบตั้งพื้น	29

ภาคผนวก

	หน้า
1. ตารางแสดง Saturated Temperature & Pressure of Water	30
2. ข้อเสนอแนะการวางอุปกรณ์รองรับท่อสารทำความเย็น 2 ระดับ	31
3. หมวดงานระบบควบคุม	33
4. หมวดงานระบบไฟฟ้า	34

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบขนาดท่อทองแดงมาตรฐาน ASTM-B280 กับ ASTM-B88 Type L	7
ตารางที่ 3.2 แสดงขนาดท่อสารทำความเย็นสำหรับ Condensing Unit (CDU)	8
ตารางที่ 3.3 แสดงขนาดท่อสารทำความเย็นสำหรับ Fan Coil Unit (FCU)	8
ตารางที่ 3.4 แสดงขนาดท่อสารทำความเย็นสำหรับ ท่อหลักและท่อแยกของระบบ	9
ตารางที่ 3.5 แสดงการหาขนาดความหนาของฉนวนเซลล์ปิด (Closed Cell) สำหรับท่อสารทำความเย็นด้านดูด ที่อุณหภูมิ 6 °C (Suction Pipe)	10
ตารางที่ 3.6 แสดงการหาขนาดความหนาของฉนวนเซลล์ปิด (Closed Cell) สำหรับท่อสารทำความเย็นด้านของเหลว ที่อุณหภูมิ 20 °C (Liquid Pipe)	11
ตารางที่ 3.7 การเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำทิ้งสำหรับเครื่องปรับอากาศ	11
ตารางที่ 4.1 แสดงระยะการติดตั้งอุปกรณ์รองรับท่อสารทำความเย็น	13
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงระยะเวลาในการทำสุญญากาศของระบบ	19
ตารางที่ 4.3 แสดงข้อแนะนำการเลือกใช้ขนาดเครื่องทำสุญญากาศ	20

คำจำกัดความ (Definition)

○ กล่องลมกลับ:	Return Air Chamber
○ ขนาดระบุของท่อ :	Nominal Pipe Size
○ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อ :	OD : Outside Diameter
○ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ:	ID : Inside Diameter
○ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ :	Pipe Size
○ ความดันลด :	Pressure Drop
○ ความดันสถิต :	Static Pressure
○ ความยาวท่อสมมูล :	Equivalent Length
○ ความสามารถในการทำความเย็น:	Cooling Capacity
○ ความสามารถในการทำความเย็นที่ลดลง :	Cooling Capacity Drop
○ เครื่องมือตัดท่อทองแดง :	Cutter
○ เครื่องมือลบคมท่อ :	Reamer
○ เครื่องระเหยหรืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ที่มีการเดือดระเหยของสารทำความเย็น:	Evaporator
○ ช่องบริการ :	Access Door
○ ช่องลมกลับ:	Return Grille
○ หน่วยควบแน่นหรือเครื่องระบายความร้อน:	Condensing Unit
○ ถังพักสารทำความเย็นเหลว:	Accumulator
○ ท่อดูดแก๊สเย็น :	Suction Pipe
○ ท่อตั้ง:	Riser
	Soft Drawn or Annealed Copper
○ ท่อทองแดง ชนิดม้วนที่ผ่านกระบวนการรีดและอบอ่อน:	Tube
○ ท่อทองแดง ชนิดเส้นตรงที่ผลิตด้วยกระบวนการรีดเย็น:	Hard Drawn Copper Tube
○ ท่อทองแดงหรือท่อสารทำความเย็น:	Copper Tube
○ ท่อน้ำทิ้งเป็นท่อน้ำทิ้งที่เกิดจากการกลั่นตัว ของไอน้ำที่หน่วยแฟนคอยล์:	Condensate Drain Pipe
○ ท่อลมกลับ:	Return Air Duct
○ ท่อสารทำความเย็นเหลวความดันต่ำ หลังจากผ่านอุปกรณ์ลดแรงดัน:	Low Pressure Liquid Pipe
○ ท่อสารทำความเย็นเหลวความดันสูง หลังการควบแน่นในหน่วยควบแน่น :	High Pressure Liquid Pipe
○ ท่ออ่อน :	Flexible hose Pipe
○ แทนยางรอง :	Rubber Support
○ ปั๊มสุญญากาศ :	Vacuum Pump

○ แผงกรองอากาศ :	Air Filter
○ แผงคอยล์ร้อนหรืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีการควบแน่นของสารทำความเย็น :	Condenser
○ ลมกลับเข้าหน่วยแฟนคอยล์ :	Return Air
○ ลมเย็นส่งออกจากหน่วยแฟนคอยล์ :	Supply Air
○ หน่วยแฟนคอยล์ชนิดซ่อนเหนือฝ้าเพดาน:	Ceiling Concealed Type
○ หน่วยแฟนคอยล์ชนิดต่อท่อส่งลมเย็น:	Ducted Type
○ หน่วยแฟนคอยล์หรือเครื่องเป่าลมเย็น	Fan coil Unit
○ องศาเย็นยิ่งสารทำความเย็นเหลว :	Liquid Subcooling
○ องศาร้อนยวดยิ่งด้านดูด :	Suction Superheat
○ อุณหภูมิการเดือดระเหยของสารทำความเย็นเกิดขึ้นที่คอยล์เย็นในหน่วยแฟนคอยล์:	Evaporating Temperature
○ อุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นเกิดขึ้นที่คอยล์ร้อนในหน่วยควบแน่น :	Condensing Temperature
○ อุณหภูมิอากาศโดยรอบ :	Ambient Temperature
○ โมดูล :	Module

มาตรฐานอื่นที่ใช้อ้างอิง

- ASTM B280 – Standard Specification for Seamless Copper Tube for Air Conditioning and Refrigeration Field Service
- ASTM B88 - Standard Specification for Seamless Copper Water Tube
- มอก.17 – ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม
- วสท.022001-22 - มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า
- วสท.031001-59 - มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- IEC 60898 - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations
- IEC 60947-2 - Low-voltage switchgear and controlgear
- มอก.11-2531 – สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์
- AWG - American Wire Gauge

1.ทั่วไป

1.1 ขอบเขต

- 1.1.1 มาตรฐานนี้ใช้ในการติดตั้ง การปรับปรุง การเปลี่ยนแปลง และการเพิ่มเติมสำหรับเครื่องปรับอากาศ แบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติ ขนาดต่อ 1 ระบบไม่เกิน 90 แรงม้า (เมตริก)
- 1.1.2 มาตรฐานนี้ไม่ปิดกั้นเทคโนโลยีการออกแบบ การก่อสร้าง การดูแลรักษาซึ่งครอบคลุมถึงวัสดุ อุปกรณ์ ระบบ และวิธีการที่เหมาะสมกว่าโดยการพิสูจน์และรับรองได้ว่าดีกว่าหรือเทียบเท่ากับข้อกำหนดต่างๆในมาตรฐานนี้
- 1.1.3 การปฏิบัติตามมาตรฐานนี้ มิได้หมายความว่าสำเร็จบริบูรณ์ ปลอดภัย และเป็นไปตามกฎหมาย
ผู้นำไปใช้จะต้องตรวจสอบและปฏิบัติตามเทคนิค วิชาการ ในด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้อง รวมถึงความปลอดภัยและกฎหมายข้อบังคับต่างๆ ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

มาตรฐานฉบับนี้ จัดทำโดยสมพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทยโดยคณะกรรมการร่างมาตรฐานฯได้นำร่างมาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติเดิมที่สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยจัดทำแล้วเสร็จแต่ยังมีได้ดำเนินการจัดพิมพ์มาเพิ่มเติมข้อมูลบางส่วน มาตรฐานฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้เป็นสาธารณประโยชน์แก่บุคคลทั่วไป เพื่อนำไปใช้ประกอบการพิจารณาติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับอากาศทำความเย็นอัตโนมัติ ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

เอกสารชุดนี้สามารถคัดลอก เพื่อนำไปใช้งานหรือเผยแพร่ต่อไปได้ โดยไม่ต้องขออนุญาต แต่ขอให้อ้างอิงถึงแหล่งที่มา (สมพันธ์การปรับอากาศและทำความเย็นไทยและสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย) ทุกครั้งที่นำไปใช้

2. เครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับปริมาณสารทำความเย็นอัตโนมัติ (Variable Refrigerant Flow Airconditioning System) ที่มาตรฐานนี้อ้างอิง ใช้กับสารทำความเย็น R410A (ในกรณีที่ใช้สารทำความเย็นชนิดอื่น ทางสมาพันธ์จะทำการทบทวนมาตรฐานนี้ต่อไป) เครื่องปรับอากาศดังกล่าวมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศแบบระบบปรับปริมาณสารทำความเย็นอัตโนมัติ

- 2.1.1 Condensing Unit (CDU) ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้
- ส่วนโครงภายนอก (Casing, Cabinet)
 - คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
 - แผงคอยล์ร้อน (Condenser)
 - พัดลมระบายความร้อน (Condensing Fan)
 - ระบบควบคุม (Electric Control)
 - อุปกรณ์ระบบไฟฟ้า (Electric Equipment)
 - อุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น (Oil Separator)
 - อุปกรณ์ลดแรงดันสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Expansion Valve)
 - ถังเก็บสารทำความเย็น (Accummulator)
- 2.1.2 Fan Coil Unit (FCU) ต้องประกอบเรียบร้อยทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้
- ส่วนโครงภายนอก (Casing, Cabinet)
 - พัดลมส่งลมเย็น (Motor Blower)
 - แผงคอยล์เย็น (Evaporator)
 - อุปกรณ์ลดแรงดันสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Expansion Valve)
 - ระบบควบคุม (Electric Control)
 - แผงกรองอากาศ (Air Filter)

2.2 มาตรฐานในการคิดเทียบขีดความสามารถในการทำความเย็น

- 2.2.1 เงื่อนไขในการพิจารณากำหนดมาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ
- อากาศก่อนเข้าคอยล์เย็นที่อุณหภูมิ 27องศาเซลเซียส(db)/19.0°-19.5องศาเซลเซียส(wb) หรือ 80°F(db)/67°F(wb)
 - อากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน ที่อุณหภูมิ 35องศาเซลเซียส(db) หรือ95°F(db)
 - ระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ตซ์

3. มาตรฐานของท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์อื่น ๆ

3.1 ท่อสารทำความเย็นและฉนวน

- 3.1.1 วัสดุท่อต้องมีความเหมาะสมที่นำมาใช้กับสารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่นในระบบทำความเย็นห้ามใช้วัสดุที่อาจเสื่อมสภาพเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีของสารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่น
- 3.1.2 ท่อสารทำความเย็นต้องเป็นท่อทองแดงแบบไม่มีตะเข็บแนะนำให้เลือกใช้ท่อทองแดงตามมาตรฐาน ASTM B280 (ACR, Air Conditioning and Refrigeration Field Service) หรือมาตรฐาน JIS H 3300 เนื่องจากถูกกำหนดมาเพื่อใช้สำหรับงานระบบปรับอากาศและทำความเย็นโดยเฉพาะและมีการทำความสะอาดพื้นผิวภายในท่อและปิดผนึกปลายท่ออย่างมิดชิดมาจากโรงงานแต่ถ้ากรณีที่ไม่เลือกใช้ท่อตามมาตรฐาน ASTM B88 ที่กำหนดมาเพื่อใช้กับลักษณะงานทั่ว ๆ ไป (โดยทั่วไปมักนำไปใช้เป็นท่อน้ำร้อน) ซึ่งไม่ได้มีการทำความสะอาดพื้นผิวภายในท่อและปิดปลายท่อ ก็จำเป็นต้องทำความสะอาดพื้นผิวภายในท่อนำมาใช้งานเสมอ(ดูในหัวข้อ 4.3.3 การเตรียมท่อสารทำความเย็น) ท่อทองแดงความหนาตั้งแต่ Type L ขึ้นไป ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM B88 หรือ ASTM B280 ทั้งนี้ให้เลือกใช้ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 3.1.3 ถ้าเลือกใช้ท่อตามมาตรฐาน ASTM B280 มาตรฐานนี้จะแบ่งท่อเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ท่อทองแดงชนิดแข็ง (Hard Drawn Copper Tube) กับท่อทองแดงชนิดม้วน (Soft Drawn or Annealed Copper Tube) ท่อทองแดงชนิดแข็งให้ใช้กับท่อประธาน (Main) และท่อแยก (Branch) ส่งสารทำความเย็นที่ไม่ได้ต่อเข้าเครื่องเป่าลมเย็น ส่วนท่อทองแดงชนิดม้วนให้ใช้กับท่อย่อยส่งสารทำความเย็นต่อเข้าเครื่องเป่าลมเย็น
- 3.1.4 ถ้าเลือกใช้ท่อตามมาตรฐาน ASTM B88 แนะนำให้ใช้ท่อทองแดง Type L หรือ Type K โดยพิจารณาจากค่าความดันใช้งาน หรือท่อที่ได้มาตรฐานเทียบเท่าและสามารถทนความดันใช้งานได้ ไม่น้อยกว่า ASTM B280 เท่านั้น ไม่แนะนำให้ใช้ท่อ Type M เนื่องจากความหนาของท่อน้อยซึ่งส่งผลให้ความดันใช้งานที่ท่อรับได้น้อยเกินไปสำหรับใช้ในระบบปรับอากาศและทำความเย็น ในการเลือกใช้ท่อให้ยึดตามข้อ 3.1.3
- 3.1.5 การเลือกใช้ขนาดท่อทองแดงให้เลือกใช้ตามข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศในกรณีที่ไม่ได้กำหนดไว้ให้เลือกใช้ขนาดท่อตามตารางที่ 3.2 ถึง 3.4
ทั้งนี้ตารางที่ 3.2 ถึง 3.4 ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
Indoor air temperature 27 องศาเซลเซียส(db)/19.0°-19.5 องศาเซลเซียส(wb)
Outdoor air temperature 35 องศาเซลเซียส(db)

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบขนาดท่อทองแดงระหว่างมาตรฐาน ASTM-B280 กับ มาตรฐาน ASTM B-88 Type L

ASTM-B280		Outside Diameter		Inside Diameter		Thickness		ASTM-B88 Type L
Nominal Size		in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	Nominal Size
1/4"	Annealed	0.250	6.35	0.190	4.83	0.030	0.76	-
3/8"	Hard Drawn	0.375	9.53	0.315	8.00	0.030	0.76	1/4"
	Annealed			0.311	7.90	0.032	0.81	-
1/2"	Hard Drawn	0.500	12.70	0.430	10.92	0.035	0.89	3/8"
	Annealed			0.436	11.07	0.032	0.81	-
5/8"	Hard Drawn	0.625	15.88	0.545	13.84	0.040	1.02	1/2"
	Annealed			0.555	14.10	0.035	0.89	-
3/4"	Hard Drawn	0.750	19.05	0.666	16.92	0.042	1.07	5/8"
	Annealed			0.680	17.27	0.035	0.89	-
7/8"	Hard Drawn	0.875	22.23	0.785	19.94	0.045	1.14	3/4"
	Annealed							-
1-1/8"	Hard Drawn	1.125	28.58	1.025	26.04	0.050	1.27	1"
	Annealed							-
1-3/8"	Hard Drawn	1.375	34.93	1.265	32.13	0.055	1.40	1-1/4"
	Annealed							-
1-5/8"	Hard Drawn	1.625	41.28	1.505	38.23	0.060	1.52	1-1/2"
	Annealed							-
2-1/8"	Hard Drawn	2.125	53.98	1.985	50.42	0.070	1.78	2"
2-5/8"	Hard Drawn	2.625	66.68	2.465	62.61	0.080	2.03	2-1/2"
3-1/8"	Hard Drawn	3.125	79.38	2.945	74.80	0.090	2.29	3"
3-5/8"	Hard Drawn	3.625	92.08	3.425	87.00	0.100	2.54	3-1/2"
4-1/8" (Maximum)	Hard Drawn	4.125	104.78	3.905	99.19	0.110	2.79	4"
-	-	5.125	130.18	4.875	123.83	0.125	3.18	5"
-	-	6.125	155.58	5.845	148.46	0.140	3.56	6"
-	-	8.125	206.38	7.725	196.22	0.200	5.08	8"
-	-	10.125	257.18	9.625	244.48	0.250	6.35	10"
-	-	12.125	307.98	11.565	293.75	0.280	7.11	12"

หมายเหตุ ที่ Nominal Size เดียวกันระหว่างท่อทองแดง B280 และ B88

ท่อทองแดง B280 จะมีขนาด Nominal Size เท่ากับ Outside Diameter

แต่ท่อทองแดง B88 จะมีขนาด Nominal Size เล็กกว่า Outside Diameter อยู่ 1/8"

โดยทั่วไป ช่างจะนิยมเรียกขนาด Outside Diameter มากกว่า Nominal Size ทั้งท่อทองแดง B280 และ B88

ตัวอย่างการเรียกชื่อขนาดท่อทองแดงจากตารางที่ 3.1

ท่อทองแดง ASTM B280 ชนิด Hard Drawn ขนาด Nominal Size เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4" จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอก (Outside Diameter) 0.75 นิ้ว (19.05 mm) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายใน (Inside Diameter) 0.666 นิ้ว (16.92 mm) และมีความหนา 0.042 นิ้ว (1.07 mm)

ท่อทองแดง ASTM B88 ชนิด Hard Drawn ขนาด Nominal Size เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4" จะมีขนาดเส้น

ผ่านศูนย์กลางกลางภายนอก (Outside Diameter) 0.875 นิ้ว (22.23 mm) ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายใน (Inside Diameter) 0.785 นิ้ว (19.94 mm) และมีความหนา 0.045 นิ้ว (1.14 mm)

ตารางที่ 3.2 แสดงขนาดท่อสารทำความเย็นสำหรับ Condensing Unit (CDU)

Condensing Unit (CDU) Cooling Capacity	Main Pipe (Max < 90 M) ASTM-B-280(OD)/ASTM-B88 Type L	
HP	Liquid Inch (mm)	Suction Inch (mm)
≤ 8	3/8 (9.53)	3/4 (19.05)
10	3/8 (9.53)	7/8 (22.23)
12-16	1/2 (12.7)	1-1/8 (28.58)
18-22	5/8 (15.88)	1-1/8 (28.58)
24	5/8 (15.88)	1-3/8 (34.93)
26-34	3/4 (19.05)	1-3/8 (34.93)
36-60	3/4 (19.05)	1-5/8 (41.28)

Piping Size for Condensing Unit (CDU)

ตารางที่ 3.3 แสดงขนาดท่อสารทำความเย็นสำหรับ Fan Coil Unit (FCU)

Fan Coil Unit (FCU) Cooling Capacity	Piping Pipe Size ASTM-B-280(OD)/ASTM-B88 Type L	
KW	Liquid Inch (mm)	Suction Inch (mm)
≤ 6.0	1/4 (6.35)	1/2 (12.7)
7.1 - 16.0	3/8 (9.53)	5/8 (15.88)
20.0 - 23.0	3/8 (9.53)	3/4 (19.05)
24.0 - 25.0	3/8 (9.53)	7/8 (22.23)
26.0 - 40.0	1/2 (12.7)	1-1/8 (28.58)
41.0 - 50.0	5/8 (15.88)	1-1/8 (28.58)

Piping Size for Fan Coil Unit (FCU)

ตารางที่ 3.4 แสดงขนาดท่อสารทำความเย็นสำหรับท่อหลักและท่อแยกของระบบ

Indoor Unit Cooling Capacity	Branch Pipe (≤ 50 m) ASTM B280 (OD)/ASTM B88 Type L		Branch Pipe (50 - 100 m) ASTM B280 (OD)/ASTM B88 Type L	
	Liquid inch (mm)	Suction inch (mm)	Liquid inch (mm)	Suction inch (mm)
≤ 15	3/8 (9.53)	5/8 (15.88)	1/2 (12.70)	3/4 (19.05)
15.01 - 22.40	3/8 (9.53)	3/4 (19.05)	1/2 (12.70)	7/8 (22.23)
22.41 - 28.10	3/8 (9.53)	7/8 (22.23)	1/2 (12.70)	1-1/8 (28.58)
28.11 - 40.00	1/2 (12.70)	1-1/8 (28.58)	5/8 (15.88)	1-1/8 (28.58)
40.01 - 63.30	5/8 (15.88)	1-1/8 (28.58)	3/4 (19.05)	1-3/8 (34.93)
63.31 - 92.00	3/4 (19.05)	1-3/8 (34.93)	7/8 (22.23)	1-5/8 (41.28)
≥ 92.01	3/4 (19.05)	1-5/8 (41.28)	7/8 (22.23)	1-5/8 (41.28)

Piping Size for Main and Branch

3.1.6 ท่อสารทำความเย็นด้านดูด (Suction Pipe) จะต้องหุ้มด้วยฉนวนเซลล์ปิด (Closed cell)

ที่มีค่าการสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.037 วัตต์/เมตร-เคลวิน หรือฉนวนชนิดอื่นโดยต้องเลือกใช้ความหนาของฉนวนที่มากพอที่ไม่ทำให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำที่ผิวฉนวน โดยต้องนำค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมาทำการคำนวณเลือกหาความหนา

การหาขนาดความหนาของฉนวนเซลล์ปิด (Closed cell) เพื่อป้องกันการควบแน่นเป็นหยดน้ำหาได้จาก ตารางที่ 3.5 โดยกำหนดเงื่อนไขดังต่อไปนี้

อุณหภูมิของสารทำความเย็น (Operating Temperature) ที่อยู่ในท่อสารทำความเย็นทางด้านดูดที่มีอุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ 0.037 วัตต์/เมตร-เคลวิน (เป็นค่าคงที่ของฉนวนยาง)

ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของอากาศ (Heat Convection) 8.0 วัตต์/ตารางเมตร-เคลวิน

อุณหภูมิรอบๆ ฉนวน (Ambient Temperature) ที่จะทำการหุ้มอยู่ระหว่าง 31 – 40 องศาเซลเซียส

d : เส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก (OD) ของท่อสารทำความเย็น

% RH: ค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบๆท่อ

ตารางที่ 3.5 แสดงการหาขนาดความหนาของฉนวนเซลล์ปิด (Closed Cell) สำหรับท่อสารทำความเย็นด้านดูด ที่อุณหภูมิ 6 C° (Suction Pipe)

ท่อสารทำความเย็น (OD)		ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)													
		60		65		70		75		80		85		90	
Piping Size : d		อุณหภูมิภายนอก (C°)													
Inch	mm.	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40
1/4"	6.35	7.9	9.0	9.4	10.7	11.4	12.8	13.9	15.6	17.5	19.5	23.0	25.5	33.0	36.5
3/8"	9.53	8.8	10.1	10.6	12.0	12.8	14.4	15.6	17.5	19.6	21.9	25.8	28.7	37.0	41.0
1/2"	12.7	9.3	10.7	11.2	12.7	13.5	15.3	16.6	18.6	20.9	23.3	27.4	30.4	39.3	43.5
5/8"	15.88	9.7	11.1	11.7	13.3	14.1	16.0	17.4	19.5	21.9	24.4	28.8	31.9	41.2	45.6
3/4"	19.05	10.0	11.5	12.1	13.8	14.6	16.6	18.0	20.2	22.7	25.3	29.9	33.2	42.9	47.4
7/8"	22.23	10.3	11.8	12.4	14.2	15.1	17.1	18.6	20.9	23.4	26.2	30.9	34.3	44.4	49.1
1 1/8"	28.58	10.7	12.4	13.0	14.8	15.8	17.9	19.5	21.9	24.7	27.6	32.6	36.2	46.9	51.8
1 3/8"	34.93	11.1	12.8	13.5	15.4	16.5	18.7	20.4	22.9	25.9	28.9	34.2	38.1	49.3	54.5
1 5/8"	41.28	11.4	13.2	13.9	15.9	17.0	19.3	21.1	23.8	26.8	30.0	35.6	39.6	51.3	56.8
2 1/8"	53.98	11.8	13.7	14.4	16.5	17.7	20.1	22.0	24.9	28.1	31.5	37.4	41.7	54.2	60.1
2 5/8"	66.68	12.1	14.1	14.8	17.1	18.3	20.8	22.8	25.8	29.2	32.8	39.1	43.6	56.8	62.9
3 1/8"	79.38	12.3	14.4	15.1	17.5	18.7	21.4	23.4	26.6	30.1	33.8	40.4	45.1	58.9	65.3
3 5/8"	92.08	12.5	17.8	15.4	17.8	19.0	21.8	23.9	27.1	30.8	34.6	41.4	46.2	60.5	67.2

ความหนาของฉนวนเซลล์ปิด (Closed Cell) หน่วยเป็นมิลลิเมตร

3.1.7 ท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid Pipe) จะต้องหุ้มด้วยฉนวนเซลล์ปิด (Closed cell) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.037 วัตต์/เมตร-เคลวิน

การหาขนาดความหนาของฉนวนเซลล์ปิด (Closed cell) เพื่อป้องกันการควบแน่นเป็นหยดน้ำหาได้จาก ตารางที่ 3.6 โดยกำหนดเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิของสารทำความเย็น (Operation Temperature) ที่อยู่ในท่อมีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ 0.037 วัตต์/เมตร-เคลวิน (เป็นค่าคงที่ของฉนวนยาง)
- ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของอากาศ (Heat Convection) 8.0 วัตต์/ตารางเมตร-เคลวิน
- อุณหภูมิรอบๆ ฉนวน (Ambient Temperature) ที่จะทำการหุ้มอยู่ระหว่าง 31 – 40 องศาเซลเซียส
- d : เส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก (OD) ของท่อสารทำความเย็น
- % RH: ค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบๆท่อ

ตารางที่ 3.6 แสดงการหาขนาดความหนาของฉนวนเซลล์ปิด (Closed Cell) สำหรับท่อสารทำความเย็นด้านของเหลว ที่อุณหภูมิ 20 C° (Liquid Pipe)

ท่อสารทำความเย็น (OD)		ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)													
		60		65		70		75		80		85		90	
Piping Size : d		อุณหภูมิภายนอก (C°)													
Inch	mm.	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40	31-35	36-40
1/4"	6.35	3.0	4.7	4.1	5.9	5.4	7.4	7.0	9.3	9.3	12.0	12.7	16.0	18.8	23.4
3/8"	9.53	3.3	5.2	4.5	6.6	6.0	8.2	7.8	10.4	10.4	13.4	14.3	18.0	21.1	26.3
1/2"	12.7	3.5	5.4	4.7	6.9	6.3	8.7	8.3	11.0	11.0	14.2	15.1	19.1	22.5	27.9
5/8"	15.88	3.6	5.6	4.9	7.1	6.5	9.0	8.6	11.5	11.5	14.9	15.8	20.0	23.5	29.3
3/4"	19.05	3.6	5.8	5.0	7.4	6.7	9.3	8.9	11.9	11.9	15.4	16.4	20.8	24.5	30.5
7/8"	22.23	3.7	5.9	5.1	7.5	6.8	9.6	9.1	12.2	12.2	15.9	16.9	21.5	25.3	31.5
1 1/8"	28.58	3.8	6.1	5.2	7.8	7.1	10.0	9.5	12.8	12.8	16.7	17.7	22.6	26.6	33.2
1 3/8"	34.93	3.8	6.2	5.4	8.1	7.3	10.3	9.8	13.3	13.2	17.4	18.5	23.6	27.9	34.9
1 5/8"	41.28	3.9	6.4	5.5	8.2	7.4	10.6	10.0	13.7	13.6	17.9	19.1	24.5	28.9	36.2
2 1/8"	53.98	4.0	6.5	5.6	8.5	7.6	10.9	10.3	14.2	14.1	18.7	20.0	25.7	30.4	38.2
2 5/8"	66.68	4.0	6.6	5.7	8.6	7.8	11.2	10.6	14.6	14.5	19.3	20.6	26.6	31.6	39.8
3 1/8"	79.38	4.0	6.7	5.7	8.8	7.9	11.4	10.8	14.9	14.9	19.8	21.2	27.4	32.6	41.1
3 5/8"	92.08	4.1	6.8	5.8	8.9	8.0	11.5	10.9	15.1	15.1	20.2	21.6	28.0	33.3	42.2

ความหนาของฉนวนเซลล์ปิด (Closed Cell) หน่วยเป็นมิลลิเมตร

3.2 ท่อระบายน้ำทิ้ง

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 20 มม. (3/4 นิ้ว) เป็นท่อ พี.วี.ซี ชั้น 8.5 หรือสูงกว่า ตาม มอก. 17 ฉบับปัจจุบัน หรือท่อประเภทอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าทั้งด้านความแข็งแรงและการทนต่อการผุกร่อน ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศให้หุ้มด้วยฉนวนเซลล์ปิด (Closed cell) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.037 วัตต์/เมตร-เคลวิน ความหนาไม่น้อยกว่า 9.5 มม. (3/8 นิ้ว)

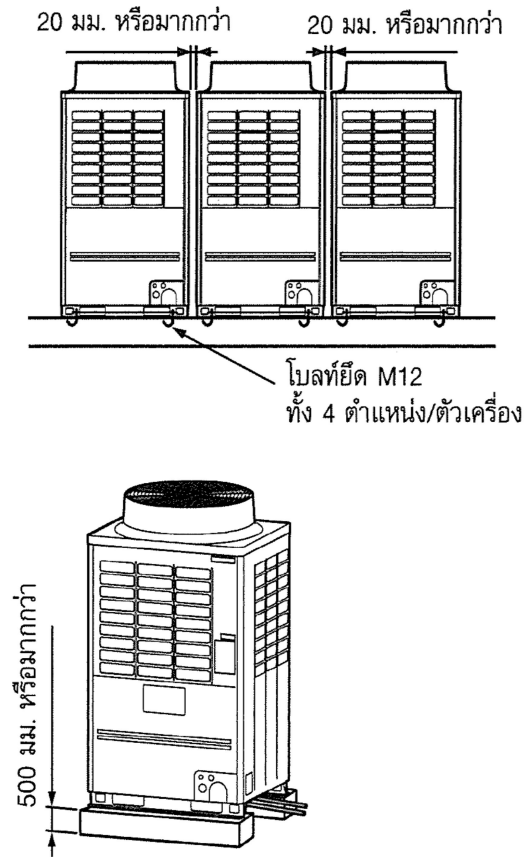
ตารางที่ 3.7 การเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำทิ้งสำหรับเครื่องปรับอากาศ

ตารางขนาดท่อน้ำทิ้ง		
ขนาดท่อ Inch (mm)	ท่อแนวนอน Capacity BTU/H (kW)	ท่อแนวตั้ง Capacity BTU/H (kW)
3/4 (20)	0-24,000 (0-7.04)	0-36,000 (0-10.56)
1 (25)	24,000-60,000 (7.03-17.6)	36,000-96,000 (10.56-28.16)
1 1/4 (32)	60,000-360,000 (17.6-105.2)	96,000-600,000 (28.16-176)
1 1/2 (40)	360,000-600,000 (105.2-176)	600,000-900,000 (176-264)
2 (50)	600,000-2,040,000 (176-598.4)	900,000-3,000,000 (264-880)
3 (75)	2,040,000-3,600,000 (598.4-1,056)	3,000,000-4,800,000 (880-1,408)
4 (100)	3,600,000-5,160,000 (1,056-1,513.6)	4,800,000-7,200,000 (1,408-2,112)
5 (125)	5,160,000-7,200,000 (1,513.6-2,112)	7,200,000-10,800,000 (2,112-3,168)

4. การติดตั้ง

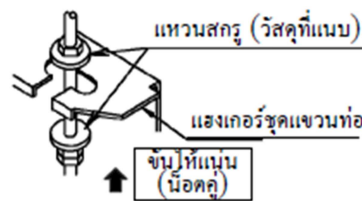
4.1 การติดตั้ง Condensing Unit (CDU)

- 4.1.1 ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องแข็งแรง รองรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานได้ การยึดและการแขวนแต่ละวิธีการ ต้องใช้พุกและสกรูให้ถูกต้องกับสิ่งที่ยึด เครื่องต้องตั้งอยู่บนโครงสร้างที่แข็งแรงโดยมีวิศวกรรับการสันตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 4.1.2 ตัวเครื่องชนิดเป่าลมขึ้นจะต้องวางตั้งตรง ไม่เอียง และต้องมีระยะห่างโดยรอบชุด Condensing Unit (CDU) ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร เพื่อการซ่อมบำรุงและต้องมีระยะด้านหน้าเครื่องไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร โดยระยะห่างระหว่างโมดูลในวงจรเดียวกันต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 2 เซนติเมตรและไม่ต่ำกว่าคำแนะนำจากผู้ผลิต
- 4.1.3 ตัวเครื่องชนิดเป่าลมออกด้านหน้าจะต้องวางตั้งตรง ไม่เอียง และต้องมีระยะห่างด้านดูลมกับผนังทึบ ไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างตัวเครื่องอย่างน้อย 30 เซนติเมตร เพื่อการซ่อมบำรุงและด้านเป่าลมต้องห่างจากผนังทึบอย่างน้อย 1.2 เมตร
- 4.1.4 ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องสามารถดูดลมจากบรรยากาศภายนอกเข้าเครื่องเพื่อระบายความร้อนและเป่าอากาศร้อนออกได้สะดวกโดยไม่มีสิ่งกีดขวางกระแสลมซึ่งทำให้การระบายความร้อนได้ไม่ดีและมีโอกาสที่ลมร้อนไหลย้อนกลับสู่เครื่องได้อีก
- 4.1.5 การติดตั้งเครื่องหลายเครื่อง ต้องไม่ระบายลมร้อนสู่กันและกัน และต้องพิจารณาสถานที่ตั้งให้เครื่องสามารถดูดลมจากบรรยากาศภายนอกเข้าระบายที่เครื่องได้โดยไม่มีลมร้อนย้อนกลับมาด้วย
- 4.1.6 ตำแหน่งที่ติดตั้งชุด Condensing Unit (CDU) ต้องไม่ก่อให้เกิดเสียงดังรวมถึงกระแสลมร้อนที่ระบายต้องไม่รบกวนบริเวณพื้นที่ใช้งานข้างเคียง
- 4.1.7 เมื่อติดตั้ง Condensing Unit (CDU) แล้วเสร็จควรคลุมพลาสติกเพื่อป้องกันฝุ่นเข้าในตัวเครื่องแต่ต้องระวังพลาสติกละลายติดกับตัวเครื่องถ้าถูกแสงแดดเป็นเวลานาน โดยสามารถใช้สแลนมาคลุมแทนเพื่อแก้ปัญหา
- 4.1.8 ก่อนการทดสอบการใช้งานเครื่องปรับอากาศผู้ติดตั้งควรทำความสะอาดตัวเครื่อง Condensing Unit (CDU) ให้เรียบร้อย



4.2 การติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU)

- 4.2.1 ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องมั่นคงแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานได้
- 4.2.2 การยึดแขวน Fan Coil Unit (FCU) แต่ละชนิด ต้องติดยึดด้วยพุก สกรูและลวดแขวนชนิดที่ถูกต้อง(ควรใช้แหวนล้อคหรือแหวนสปริงและนอตที่บนและปลายล่างของสกรู) และมีขนาดที่รองรับน้ำหนักได้



- 4.2.3 ต้องมีระยะห่างจากสิ่งต่างๆ ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในคู่มือการติดตั้งหรือต้องสามารถเข้าซ่อม บำรุง รักษา เปลี่ยนเครื่องหรืออุปกรณ์ได้โดยสะดวกไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย แก้วสตุสิ่งของที่อยู่ใต้เครื่องหรือบริเวณใกล้เคียง

- 4.2.4 กรณีที่ใช้ Fan Coil Unit (FCU) ชนิดท่อต่อท่อต้องตรวจสอบความดันสถิตภายนอก (External Static Pressure) ของ Fan Coil Unit (FCU) ว่าเหมาะสมกับระบบท่อลม นั้นๆ และการติดตั้งให้องค์มาตรฐานการติดตั้งท่อลม
- 4.2.5 กรณีที่แฟนคอยล์เป็นแบบฝังฝ้า (Cassette Type) ไม่ควรติดตั้งในห้องที่มีฝ้าสูงเกิน 4 m
- 4.2.6 เมื่อติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แล้วเสร็จควรคลุมพลาสติกเพื่อป้องกันฝุ่นเข้าใน ตัวเครื่อง
- 4.2.7 ก่อนการทดสอบการใช้งานเครื่องปรับอากาศผู้ติดตั้งควรทำความสะอาดตัวเครื่อง Fan Coil Unit (FCU) ให้เรียบร้อย

4.3. การติดตั้งท่อสารทำความเย็น

- 4.3.1 การต่อท่อเข้ากับ Fan Coil Unit (FCU) / Condensing Unit (CDU) และอุปกรณ์อื่นๆ ให้ต่อแบบแฟลร์หรือแบบเชื่อมตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- 4.3.2 ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) โดยระยะห่างของจุดที่แขวนไม่มากกว่าที่ระบุในตาราง 4.1
- 4.3.3 การยึดท่อเข้ากับ Support หรือ Hanger แยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะการติดตั้งอุปกรณ์รองรับท่อสารทำความเย็น

Max. Span m (ft)	1.52 (5)	1.83 (6)	2.13 (7)	2.44 (8)	2.74 (9)	3.05 (10)	3.53 (11)	3.66 (12)	3.96 (13)	4.27 (14)
Nominal Size (OD) Inch (mm)	5/8 (15.88)	7/8 (22.23)	1 1/8 (28.58)	1 3/8 (34.93)	1 5/8 (41.28)	2 1/8 (53.98)	2 5/8 (66.68)	3 1/8 (79.38)	3 5/8 (92.08)	4 1/8 (104.78)

- 4.3.3.1 จับยึดท่อแนวตั้ง ให้ใช้ยางแข็งหุ้มท่อ (Rigid Rubber Support) รัดด้วย U-bolt เข้ากับ Support เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักในแนวตั้งได้ ป้องกันมิให้ท่อในแนวตั้งเกิดการเลื่อนไถลลงซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบท่อได้



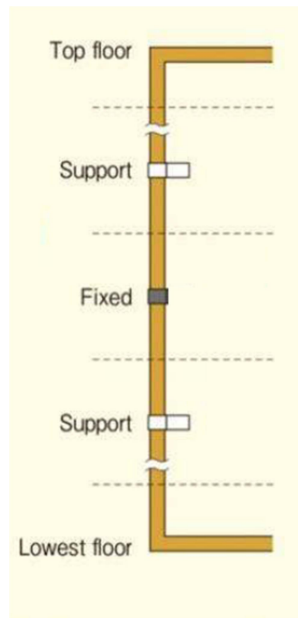
ตัวอย่างการยึดท่อแนวดิ่งตามข้อ 4.3.3.1 ที่ยังไม่ได้หุ้มฉนวน

4.3.3.2 การจับยึดท่อแนวดิ่งให้ใช้อุปกรณ์จับพิเศษโดยมีขอบที่ท่อทองแดงเพื่อให้อุปกรณ์จับยึดสามารถยึดท่อได้อย่างแข็งแรงและต้องเป็นทองแดงคนละส่วนกับท่อทองแดงเพื่อป้องกัน การกัดกร่อนแบบกัลวานิก (Galvanic Corrosion) ที่จะเกิดที่ตัวท่อทองแดง



ตัวอย่างการยึดท่อแนวดิ่งตามข้อ 4.3.3.2 ที่ยังไม่ได้หุ้มฉนวน

ในการจับยึดท่อแนวดิ่ง จะต้องทำการยึด Support ถาวรที่บริเวณกึ่งกลางของความยาวท่อแนวดิ่ง โดยที่ท่อส่วนอื่นให้มีอุปกรณ์จับยึดที่ช่วยรักษาแนวท่อขณะที่ท่อยึดหรือหดตัว เพื่อป้องกันท่อหดตัวจากอุณหภูมิของสารทำความเย็น



รูปตัวอย่างการยึดท่อแนวตั้งตลอดแนวตั้ง

4.3.3 การเตรียมท่อสารทำความเย็นการทำความสะอาดภายในท่อกรณีที่ไม่ได้ใช้ท่อตาม

มาตรฐาน ASTM B 280

4.3.3.1 การทำความสะอาดภายในท่อทองแดงที่เลือกใช้หากเป็นท่อม้วนจะถูกปิดปลาย และภายในท่อก่อนข้างสะอาดอยู่แล้วหากเป็นท่อแข็ง การทำความสะอาดสะอาดแนะนำให้ใช้สารทำความเย็นอะซิโตน (Acetone) ชุบผ้าสะอาดที่ไม่มีขนหรือเศษใยผูกกับลวด แล้วชักจนท่อสะอาดหรืออาจใช้ฟองน้ำชุบสารทำความเย็นอะซิโตน (Acetone) แล้วใช้แรงดันแก๊สไนโตรเจนดันจากปลายข้างหนึ่งไปออกอีกข้างหนึ่งทำงานสะอาด

4.3.3.1.1 ปิดปลายท่อทุกครั้งเมื่อทำความสะอาดท่อเสร็จแล้วเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกและควรเก็บให้สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 30 ซม.

4.3.3.1.2 การตัดใช้ Cutter ตัดท่อเท่านั้นและใช้ Reamer ลบคม

4.3.3.1.3 ให้ใช้เครื่องมือตัดท่อเท่านั้นห้ามใช้มือตัดหรือใช้เครื่องมือผิดประเภท

4.3.3.1.4 การแบ่งขยายท่อต้องให้เครื่องมือแบ่งขยายที่ถูกต้อง และขนาดที่ถูกต้องเท่านั้น

4.3.3.2 การบานแฟร์ต้องใช้เครื่องมือบานแฟร์ที่ถูกต้องและทำตามวิธีใช้งานของเครื่องมืออื่นๆ

4.3.3.3 การเชื่อมท่อสารทำความเย็นต้องใช้ไนโตรเจนบริสุทธิ์แรงดัน 2.8-10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) ผ่านในท่อเพื่อป้องกันการเกิดเขม่า

4.3.3.4 การทดสอบรอยรั่วของท่อสารทำความเย็น

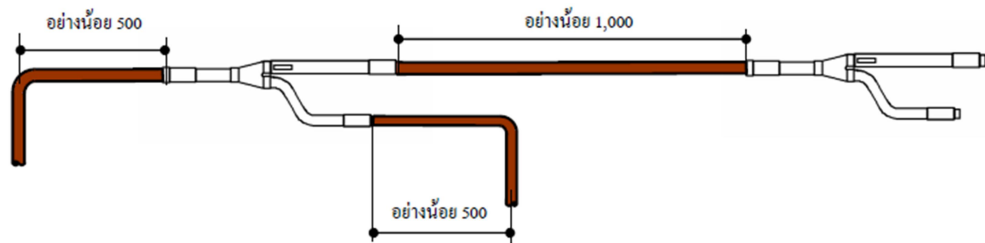
4.3.3.4.1 การทดสอบรอยรั่วเฉพาะระบบท่อไม่รวม Fan Coil Unit (FCU) / Condensing Unit (CDU) ด้วยการทดสอบความดันด้วยการอัดแก๊สไนโตรเจน ให้มีความดัน 1.5 เท่าของความดันใช้งานด้านสูง (500-600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) สำหรับ R410A) เวลาไม่น้อยกว่า 24 ชม.

4.3.3.4.2 การทดสอบร่วรรวมทั้งระบบท่อร่วมกับ Fan Coil Unit (FCU) ทดสอบ ความดันด้วยแก๊สไนโตรเจนที่ความดันใช้งานด้านสูง (400-500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) สำหรับ R410A) เวลาไม่น้อยกว่า 24 ชม.

4.3.3.4.3 ภายหลังการเชื่อมต่อสารทำความเย็นแล้วเสร็จ ไม่ควรลดอุณหภูมิบริเวณที่ทำการเชื่อมบัดกรีอย่างรวดเร็ว โดยการใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดหรือใช้น้ำราดเพราะจะทำให้ท่อแตกร้าว เมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง

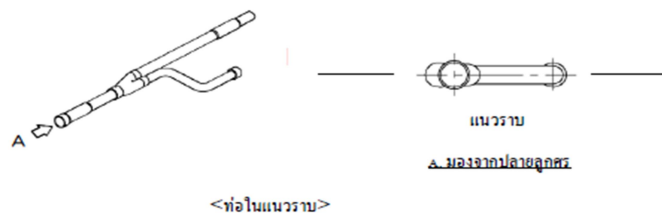
4.3.3.5 การติดตั้งข้องอและท่อแยก

4.3.3.5.1 การติดตั้งระหว่างข้องอกับท่อแยกต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 500 มม. โดยลักษณะของท่อแยกให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต เนื่องจากมีลักษณะแตกต่างกันตามผู้ผลิต



4.3.3.5.2 การติดตั้งระหว่างท่อแยกกับท่อแยกต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 1000 มม.

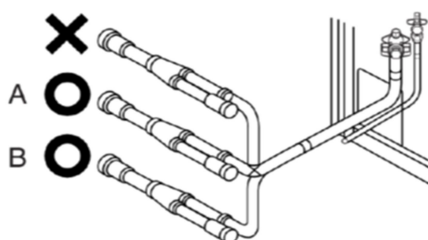
4.3.3.5.3 การติดตั้งท่อแยกในแนวนอนต้องติดตั้งในแนวระนาบกับพื้น



4.3.3.5.4 การติดตั้งท่อแยกในแนวตั้งต้องติดตั้งในแนวตั้งฉากกับพื้น



4.3.3.5.5 การติดตั้งท่อแยกของ Condensing Unit (CDU) ต้องมีระดับต่ำกว่าเซอร์วิสวาล์วของ Condensing Unit (CDU) เนื่องจากเป็นการป้องกันน้ำมันหล่อลื่นคั่งค้างอยู่ในท่อ และอาจทำให้เครื่องขาดน้ำมันได้



4.3.4 การทำสุญญากาศ

เมื่อทำการต่อเชื่อมท่อเข้ากับเครื่องส่งลมเย็นและชุดเครื่อง Condensing Unit แล้วเสร็จครบถ้วนสมบูรณ์ ให้ทำการตรวจสอบรอยรั่วบริเวณรอยเชื่อมท่อกับข้อต่อต่างๆ ตามขั้นตอนการหารอยรั่ว เมื่อแน่ใจว่าไม่พบรอยรั่วให้ดำเนินการทำสุญญากาศที่ระบบ(ระบบท่อที่ต่อเชื่อมกับเครื่องส่งลมเย็น) เพื่อดูดก๊าซและความชื้นที่อยู่ในระบบออกด้วยเครื่องทำสุญญากาศแบบสองขั้น(2 – stage vacuum pump)

กรณีชุดเครื่อง Condensing Unit ที่บรรจุสารทำความเย็นจากโรงงานที่ผลิต ในขณะที่ทำสุญญากาศให้ทำการตรวจสอบวาล์วที่ทางส่งและทางดูดของ Condensing Unit ต้องอยู่ในตำแหน่งปิด จากนั้นทำการต่อปั๊มสุญญากาศเข้ากับระบบท่อสารทำความเย็นที่ต่อกับเครื่องส่งลมเย็น เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จให้เดินเครื่องทำสุญญากาศจนกระทั่งความดันในระบบลดลงมาที่ -29.90 นิ้วปรอท(in. Hg) (500 ไมครอน (micron)) ให้เดินเครื่องทำสุญญากาศต่อไปอีกประมาณ 20 นาทีสังเกตว่ามาตรวัดสุญญากาศมีค่าคงที่ จึงทำการหยุดเดินเครื่องและสังเกตค่าความเป็นสุญญากาศจาก มาตรวัดที่ใช้วัดสุญญากาศ ต้องเป็นมาตรวัดชนิดที่ใช้วัดค่าสุญญากาศ (แวกคัมเกจ, vacuum gauge) ไม่ควรนำมาตรวัดที่ใช้ในงานปรับอากาศที่เรียกว่า แมนิโฟลด์เกจ (manifold gauge) มาใช้ในการวัดเนื่องจากมาตรวัดแบบนี้มีค่าความละเอียดต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับ แวกคัมเกจ แสดงในรูป



รูปแสดงแวกคัมเกจที่สามารถวัดได้ถึง-30 นิ้วปรอท

รูปแสดงแมนิโฟลด์เกจที่สามารถวัดได้ ถึง -30นิ้วปรอท

กรณีเครื่องที่ไม่ได้เติมสารทำความเย็นไว้ หรือเมื่อเครื่อง มีการซ่อมบำรุง ให้ทำให้ความดันภายในระบบลดลงเหลือเท่ากับบรรยากาศก่อนการเริ่มทำงาน ก่อนทำสุญญากาศต้องให้แน่ใจว่าวาล์วทุกตัวของระบบอยู่ในตำแหน่งเปิดสุด ไม่มีส่วนใดถูกปิดแยกหรือกักก้ำไว้ ต่อจากนั้นทำการเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ จนเหลือความดันภายในระบบ -29.90 นิ้วปรอท (500 Micron)

เมื่อทำสุญญากาศจนความดันภายในระบบได้ถึง -29.90 นิ้วปรอท (500 Micron) ให้ ปิดวาล์วเครื่องปั๊มสุญญากาศ หยุดการทำงานปั๊มสุญญากาศ แล้วทิ้งไว้เป็นเวลาตามที่ระบุในตารางที่ 4.2 โดยเมื่อทำสุญญากาศและทิ้งไว้เป็นเวลาที่กำหนดแล้ว ความดันภายในระบบที่อ่านจากแวกคัมเกจจะต้องเพิ่มขึ้นไม่เกิน 29.86 (1500 Micron) ก็สิ้นสุดการทำสุญญากาศ แต่ถ้าหากอ่านค่าได้เกิน 1500 Micron แสดงว่ามีจุดรั่วของระบบ ให้ตรวจสอบหารอยรั่ว

การตรวจสอบเพื่อหารอยรั่วในระบบอาจ ใช้วิธีเพิ่มความดันในระบบให้สูงกว่าบรรยากาศซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ก๊าซ ไนโตรเจนอัดเข้าในระบบ โดยปรับผ่านวาล์วควบคุม (Pressure Regulator) ให้ได้ความดันประมาณ 150 psig หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับรอยรั่วของระบบ โดยจะต้องติดตั้งวาล์วระบายเมื่อความดันสูงเกิน (Relief Valve) โดยตั้งให้ระบายแก๊สออกที่ความดันไม่มากกว่าความดันสูงสุดที่คอยล์หรือระบบรับได้ เพื่อป้องกันอันตรายเนื่องจากความดันเข้าในระบบสูงเกิน เนื่องจากความดันของก๊าซในถังสูงมาก หลังจากนั้น ใช้น้ำสบู่หรือน้ำยาล้างจานหรือสารหารั่วอื่นๆที่ไม่เป็นอันตรายต่อท่อ ที่ทำให้เกิดฟอง (Soap Solutions) ตรวจสอบตามข้อต่อหรือรอยเชื่อมต่างๆ ถ้ามีรอยรั่วจะทำให้สบู่เกิดฟอง เมื่อพบรอยรั่วให้แก้ไขรอยรั่วทั้งหมด แล้วการทำสุญญากาศอีกจนเครื่องสามารถรักษาความดันคงที่ได้ถึง -29.90 นิ้วปรอท เป็นอันเสร็จสิ้นการทำสุญญากาศ

หากการทำสุญญากาศ ยังไม่สำเร็จคือไม่สามารถรักษาความดันภายในระบบให้คงที่ได้ถึง -29.90 นิ้วปรอท ทั้งที่ไม่มีรอยรั่วแล้วอาจเป็นเพราะในระบบมีความชื้นสูง ควรทำการอบหรือให้ความร้อนกับระบบโดยใช้เครื่องเป่าลมร้อน หลอดไฟ หรือขดลวดความร้อนช่วยเพิ่มอุณหภูมิภายในระบบเพื่อช่วยไล่ความชื้นที่เป็นหยดน้ำภายในระบบ แต่ห้ามใช้เปลวไฟจากหัวเชื่อมเป็นตัวช่วยเพิ่มอุณหภูมิ แล้วทำสุญญากาศอีกจนความดันภายในระบบคงที่ได้ถึง -29.90 นิ้วปรอท

ข้อควรระวัง สายต่อระหว่างระบบกับปั๊มต้องสะอาด ถ้าสามารถใช้สายขนาดใหญ่ ยิงดี เช่น 3/8 หรือ 1/2 นิ้ว (แมนนิโฟลด์ เกจ ต่อ 1/4 นิ้ว)

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงระยะเวลาในการทำสุญญากาศของระบบ

ความยาวท่อ m (ft)	ขนาดท่อ Nominal Pipe Size mm. (inche)	ระยะเวลาทดสอบขั้นต่ำ (ชั่วโมง)
ไม่เกิน 30 (100')	ไม่เกิน 20 (3/4")	1
	20-75 (3/4"-3")	8
	มากกว่า 75 (3")	24
30-61 (100'-200')	ไม่เกิน 75 (3")	8
	มากกว่า 75 (3")	24
มากกว่า 61 (200')	ทุกขนาด	24

ตารางที่ 4.3 แสดงความดันในการทำสุญญากาศ

%	Torr	Micron	psia,	Inches	Inches	kPa
Vacuum	(mmMercury)		(lb/in ² abs)	Mercury abs	Mercury Gauge	abs
					ติดลบ	
0	760	760,000	14.7	29.92	0	101.4
1.3	750	750,000	14.5	29.5	0.42	99.9
1.9	735.6	735,600	14.2	28.9	1.02	97.7
7.9	700	700,000	13.5	27.6	2.32	93.5
21	600	600,000	11.6	23.6	6.32	79.9
34	500	500,000	9.7	19.7	10.22	66.7
47	400	400,000	7.7	15.7	14.22	53.2
50	380	380,000	7.3	15	14.92	50.8
61	300	300,000	5.8	11.8	18.12	40
74	200	200,000	3.9	7.85	22.07	26.6
87	100	100,000	1.93	3.94	25.98	13.3
88	90	90,000	1.74	3.54	26.38	12
89.5	80	80,000	1.55	3.15	26.77	10.7
90.8	70	70,000	1.35	2.76	27.16	9.3
92.1	60	60,000	1.16	2.36	27.56	8
93	51.7	51,700	1	2.03	27.89	6.9
93.5	50	50,000	0.97	1.97	27.95	6.7
94.8	40	40,000	0.77	1.57	28.35	5.3
96.1	30	30,000	0.58	1.18	28.74	4
96.6	25.4	25,400	0.49	1	28.92	3.4
97.4	20	20,000	0.39	0.785	29.14	2.7
98.7	10	10,000	0.193	0.394	29.53	1.3
99	7.6	7,600	0.147	0.299	29.62	1
99.87	1	1,000	0.01934	0.03937	29.88	0.13
99.9	0.75	750	0.0145	0.0295	29.89	0.1
99.99	0.1	100	0.00193	0.00394	29.916	0.013
99.999	0.01	10	0.000193	0.000394	29.9196	0.0013
100	0	0	0	0	29.92	0

4.3.4.1 การเติมสารทำความเย็น

วิธีการคำนวณหาปริมาณสารทำความเย็นที่ต้องเติมเพิ่ม (ไม่รวมสารทำความเย็นที่ถูกบรรจุมาในชุดระบายความร้อนมาจากโรงงาน) โดย

- 4.3.4.1.1 ต้องวัดระยะท่อในระบบสารทำความเย็นนั้นๆ โดยวัดเฉพาะท่อสารทำความเย็นด้านของเหลวเท่านั้น ตั้งแต่ Fan Coil Unit (FCU) ถึง Condensing Unit (CDU) ตัวว่ามีขนาดท่อด้านของเหลวกี่ขนาด และแต่ละขนาดเดินท่อไปเป็นระยะกี่เมตรในระบบนั้น

4.3.4.1.2 ระยะท่อและผลการคำนวณปริมาณสารทำความเย็นที่ต้องเติมเพิ่มให้
จัดเก็บไว้ที่แบบฟอร์มที่ติดไปกับตัวเครื่อง Condensing Unit (CDU)
ตารางการคำนวณปริมาณสารทำความเย็นที่จะเติมเพิ่ม

ขนาดท่อ ด้านของเหลว (OD) (นิ้ว)	ปริมาณ สารทำความเย็นต่อ1เมตร (กิโลกรัมต่อเมตร)	ความยาวท่อ ด้านของเหลว (เมตร)	รวม (กิโลกรัม)
Ø 1-1/8"	0.68		
Ø 7/8"	0.36		
Ø 3/4"	0.26		
Ø 5/8"	0.17		
Ø 1/2"	0.11		
Ø 3/8"	0.057		
Ø 1/4"	0.022		
รวมปริมาณสารทำความเย็นทั้งหมดที่ต้องเติมเพิ่ม (กิโลกรัม)			

ตารางในข้อ 4.3.4.4.2 เป็นเพียงการประมาณการเท่านั้น ควรตรวจสอบปริมาณสารทำความเย็นที่
ถูกต้องจากผู้ผลิตอีกครั้ง

4.3.4.2 วิธีชั่งน้ำหนักเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย โดยการคำนวณปริมาณสารทำความเย็น
ที่จะต้องเติม และเติมเพิ่มโดยการชั่งน้ำหนักตามจำนวนที่คำนวณไว้ตามที่ถูกผลิต
เครื่องแนะนำ

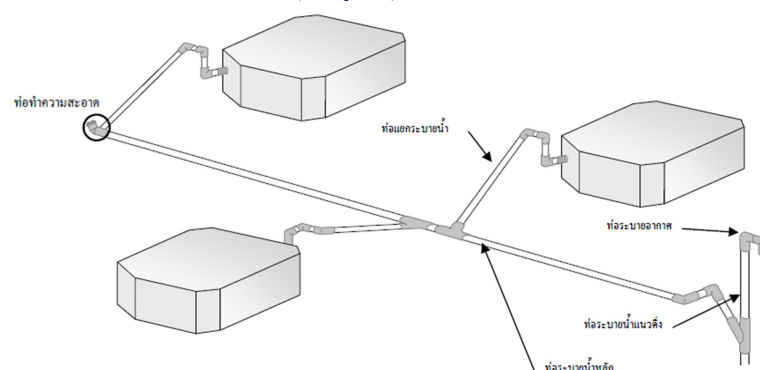
4.3.4.3 วิธีการเติมสารทำความเย็น

ให้เติมสารทำความเย็น 70% ของปริมาณสารทำความเย็นที่คำนวณได้ จากนั้นเปิดเครื่อง
เข้าสู่รูปแบบการทำงาน ทดสอบการทำงาน (Test run mode) เพื่อดูค่าการทำงานของระบบสารทำ
ความเย็นโดยรวมแล้วค่อยๆเติมสารทำความเย็นเพิ่มเข้าไป โดยเครื่องที่ใช้สารทำความเย็น R-410A
ต้องเติมสารทำความเย็นในสถานะของเหลวเท่านั้น จนกระทั่งได้ปริมาณสารทำความเย็นที่เหมาะสม
ซึ่งอ้างอิงจากค่าพารามิเตอร์จากรูปแบบการทำงานการทดสอบการทำงานของเครื่อง (โดย
ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เหมาะสมต้องได้รับการแนะนำจากผู้ผลิตเท่านั้น)

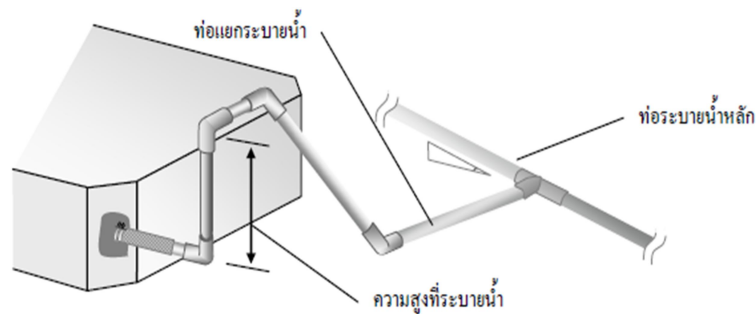
4.4 การติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้ง

4.4.1 ความลาดเอียงของท่อน้ำทิ้งไม่น้อยกว่า 1:100 สำหรับ Fan Coil Unit (FCU)

4.4.2 กรณีติดตั้งร่วมกับท่อน้ำทิ้งหลักมากกว่าหนึ่งเครื่อง แนะนำให้ติดตั้งท่อระบาย
อากาศ (Air vent) ในจุดที่สูงที่สุดของท่อน้ำทิ้งหลักทั้งแนวนอนและแนวตั้ง



- 4.4.3 การต่อท่อน้ำทิ้งจาก Fan Coil Unit (FCU) เข้ากับท่อน้ำทิ้งหลัก ต้องมีระดับสูงกว่า ท่อน้ำทิ้งหลักเพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับ



- 4.4.4 ต้องติดตั้งท่อดักกลิ่น (Trap) ที่ปลายท่อน้ำทิ้งหลักก่อนทิ้งออกนอกอาคาร เพื่อ ป้องกันกลิ่นจากภายนอก
- 4.4.5 การติดตั้งSupport ท่อน้ำทิ้ง ควรมีระยะไม่เกิน 1.2 เมตร ไม่ควรติดตั้งSupport ท่อ น้ำทิ้งร่วมกับ Support ท่อสารทำความเย็น เพื่อให้ง่ายต่อการปรับระดับความลาดเอียง ยกเว้นในกรณีติดตั้งท่อน้ำทิ้งร่วมกับท่อสารทำความเย็น จะต้องให้ท่อน้ำทิ้ง สามารถปรับระดับความลาดได้อย่างอิสระจากท่อสารทำความเย็น

4.5 การติดตั้งท่อลม

การส่งกระจายลมเย็นต้องเป็นไปอย่างทั่วถึง ไม่กระทบตรงตัวผู้ใช้ ไม่กระทบการใช้งานของ หัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler) หรืออุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ (Smoke Detector) และไม่ ก่อให้เกิดการกลั่นตัวของน้ำแก้วสุดที่ถูกลมเย็นกระทบเช่นกระจก ฝ้าเพดาน ทีวี เป็นต้น

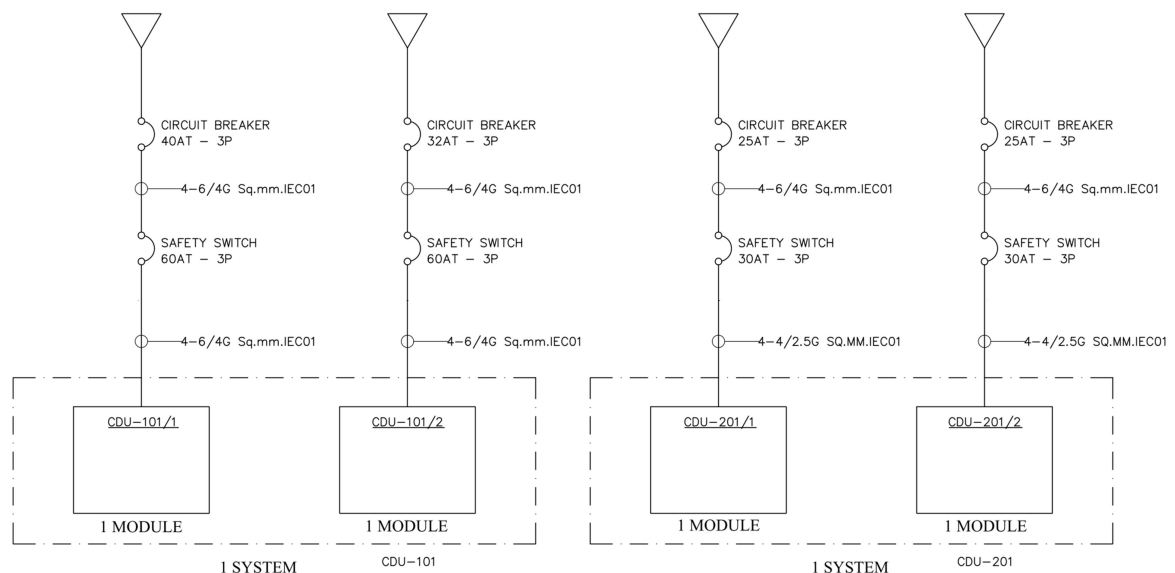
- 4.5.1 ลมเย็นส่งไม่ถูกดูดย้อนกลับเข้าช่องลมกลับโดยทันที
- 4.5.2 ลมกลับต้องสามารถไหลกลับสู่เครื่องได้อย่างสะดวกและทั่วถึงจากทุกบริเวณที่ส่งลมเย็น ไปถึง
- 4.5.3 การติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) ชนิดต่อท่อลม ให้ทำกล่องลมกลับ (Return Air Chamber) ครอบ Fan Coil Unit (FCU) หรือทำท่อลมกลับ (Duct return) เพื่อ ป้องกันอากาศเหนือฝ้าเข้าสู่ Fan Coil Unit (FCU) พร้อมทำช่องบริการ (Access panel) เพื่อเข้าซ่อมบำรุงได้ขนาดไม่น้อยกว่า 1200 x 600 มิลลิเมตร หรือตาม คำแนะนำจากผู้ผลิตโดยต้องสามารถเข้าทำการซ่อมบำรุงได้สะดวก
- 4.5.4 Fan Coil Unit (FCU) ชนิดที่ใช้ต่อท่อลม ต้องใช้ท่อลมและหัวจ่ายลมเย็นที่มีขนาด ใหญ่เพียงพอที่ไม่เกิดเสียงดังและไม่ยาวเกินกว่าที่จะสามารถส่งลมเย็นถึงได้ตามแต่ชนิด ของเครื่อง ทั้งนี้ความดันสถิตยของระบบท่อลมและอุปกรณ์ จะต้องไม่เกินความดัน สถิตยของ Fan Coil Unit (FCU) External Static Pressure ที่กำหนดโดยผู้ผลิต เครื่องปรับอากาศ โดยการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งท่อลม

4.5.5 ขนาดของช่องลมกลับต้องเพียงพอที่จะให้ลมกลับไหลผ่านด้วยความเร็วไม่เกิน 2 เมตรต่อวินาที (400 ฟุตต่อนาที) โดยคิดจากพื้นที่หน้าตัดสุทธิ

4.5.6 แผงกรองอากาศ (Air Filter) อาจติดตั้งอยู่ที่เครื่องหรือบนเกร็ดลมกลับต้องสามารถถอดล้างได้สะดวก

4.6 ระบบไฟฟ้า

การจ่ายไฟฟ้าให้กับชุดระบายความร้อนให้ทำการจ่ายแยกตามโมดูลหรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำ โดยให้มีอุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้า (Disconnecting Switch) ชนิดไม่มีฟิวส์ (Non Fuse) เพื่อตัดระบบไฟฟ้าที่ชุดระบายความร้อนเพื่อทำการซ่อมบำรุงหรือเข้าบริการชุดระบายความร้อน โดยการแบ่งขอบเขตงานให้ทำการตกลงกับผู้รับจ้างติดตั้งระบบไฟฟ้า



รูปแสดงตัวอย่างแผนภาพทางไฟฟ้าสำหรับเครื่องระบายความร้อนแบบแยกตามโมดูล

บริษัทไฟฟ้า และการติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย วสท.022001-22 หรือปีล่าสุดหรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำแต่ต้องไม่น้อยกว่าที่ วสท.ระบุ ในกรณีที่มาตรฐานดังกล่าวมิได้ระบุไว้ให้ใช้มาตรฐานอื่นใดที่เทียบเคียงได้

4.6.1 สายไฟฟ้ากำลัง

4.6.1.1 ขนาดของสายไฟฟ้ากำลังต้องสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสไฟฟ้าใช้งานเต็มที่ของเครื่องปรับอากาศ และสามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าขนาดกระแสที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ใช้สูงสุด โดยกำหนดให้ขนาดตัวนำของสายไฟฟ้าสำหรับ Condensing Unit (CDU) ไม่น้อยกว่า 4 ตร.มม. และสำหรับ Fan Coil Unit (FCU) ไม่ควรน้อยกว่า 2.5 ตร.มม.

4.6.1.2 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี (THW) ที่ผลิตตามมอก.11-2553 ขนาดของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5-20, 5-21, 5-23, 5-30 และ 5-31 ในวสท. 022001-22 หรือ สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนคลอสลิงค์พอลิเอทิลีนระบบแรงดัน 0.6/1 กิโลโวลต์ (CV) ขนาดของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5-21, 5-27, 5-29, 5-32 และ 5-33 ใน วสท. 022001-22 หรือใช้สายไฟฟ้าชนิดอื่นที่ดีกว่าและเป็นไปตามวสท. 022001-22 กำหนด

4.6.2 การต่อสายไฟฟ้า ให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย, กล่องสวิตช์ และภายในเครื่องปรับอากาศ สายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่เกิน 6 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ขั้วต่อสายแบบเกลียวหรือใช้เครื่องมือกลบีบ และสายไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ขั้วต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบ

4.6.3 การเดินสายไฟฟ้าให้เลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับสถานที่ที่ติดตั้ง และเป็นไปตามมาตรฐานข้างต้น เช่นการเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนังการเดินสายในท่อร้อยสาย การเดินสายในรางเดินสายและการเดินสายในรางเคเบิล

4.6.4 สายสัญญาณ (Signal Cable) และสายควบคุม (Control Cable) ประเภทและขนาดให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต

- สำหรับการเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย จำนวนสายไฟฟ้าต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 5-3 และภาคผนวก ก. ในวสท. 022001-22 มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา
- สำหรับการเดินสายไฟฟ้าในรางเดินสาย พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า (ตัวนำรวมฉนวน) ต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย และขนาดกระแสของสายไฟฟ้าให้ใช้ค่ากระแสตามตารางที่ 5-20 หรือ 5-27 กรณีตัวนำกระแส 3 เส้น โดยไม่ต้องใช้ตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสายตามตารางที่ 5-8 หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันไม่เกิน 30 เส้น (ตัวนำวงจรสัญญาณ หรือวงจรควบคุมที่อาจมีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้น ไม่ถือว่าเป็นตัวนำที่มีกระแสไหล)

4.6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ในแผงสวิตช์ (Switch Board) และแผงย่อย (Panel Board) สำหรับป้องกันกระแสลัดวงจรและป้องกันการรั่วลงดิน

- ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกัน ขนาดไม่เกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898
- ที่ใช้ในสถานที่อื่นๆ ที่มีขนาดพิกัดกระแสเกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2
- การคำนวณกระแสลัดวงจรให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60909 โดยต้องมีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งติดตั้ง

- ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตระบุ แต่ไม่น้อยกว่าขนาดที่กำหนดในมาตรฐาน วสท.
- 4.6.6 การต่อลงดิน ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า รวมถึงโครงสร้างโลหะที่ใช้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ต้องต่อลงดินและขนาดสายดินต้องไม่เล็กกว่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4-2 ในวสท. 022001-22
- 4.6.7 ตารางของงานระบบไฟฟ้าใดๆ ที่ไม่มีปรากฏอยู่ในมาตรฐานฉบับนี้ สามารถดูเพิ่มเติมได้ในมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 วสท.2001-2556.

4.7 การทาสี

วัสดุอุปกรณ์ที่เป็นเหล็กทั้งหมดต้องทาสีกันสนิม 2 ชั้น และทาสีเพิ่มเติมเพื่อความสวยงาม

4.8 การทดสอบ

การทดสอบให้กระทำโดยการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลต่างๆ ทางด้านวิศวกรรมที่สำคัญๆ ได้แก่

- ความดันของสารทำความเย็น
- กระแสไฟฟ้าที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์และมอเตอร์ทุกตัว
- อุณหภูมิอากาศในห้องปรับอากาศ
- อุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์เย็น
- อุณหภูมิอากาศภายนอก
- อุณหภูมิอากาศที่เข้าและออกจากหน่วยควบแน่น
- การทำงานของสวิตช์ควบคุมต่างๆ
- การทดสอบการไหลของน้ำทิ้ง
- ปริมาณลมของเครื่องเป่าลมเย็น

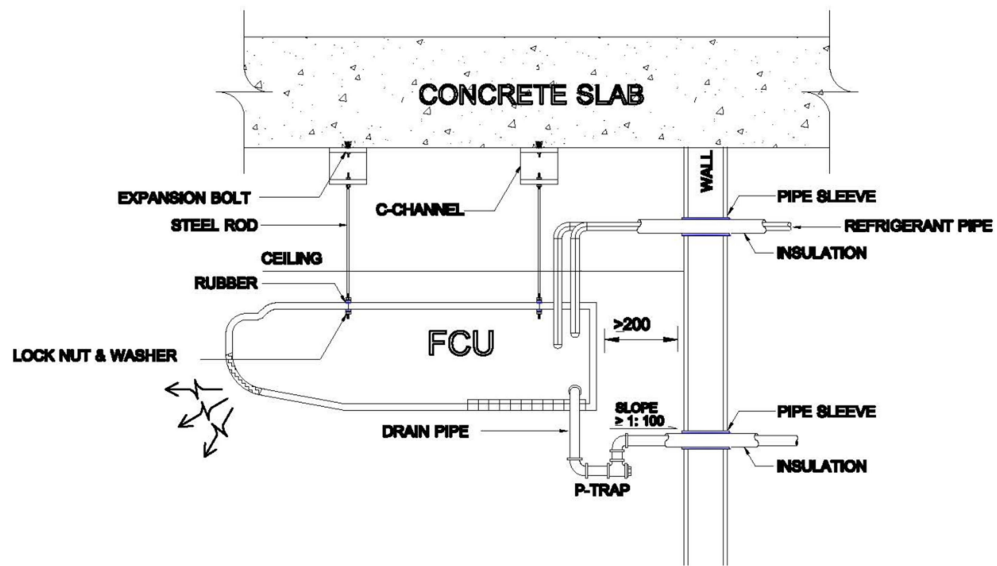
โดยผู้ติดตั้งจะต้องดำเนินการทดสอบดังกล่าวและลงนามกำกับใน Data sheets

4.9 การส่งมอบงาน

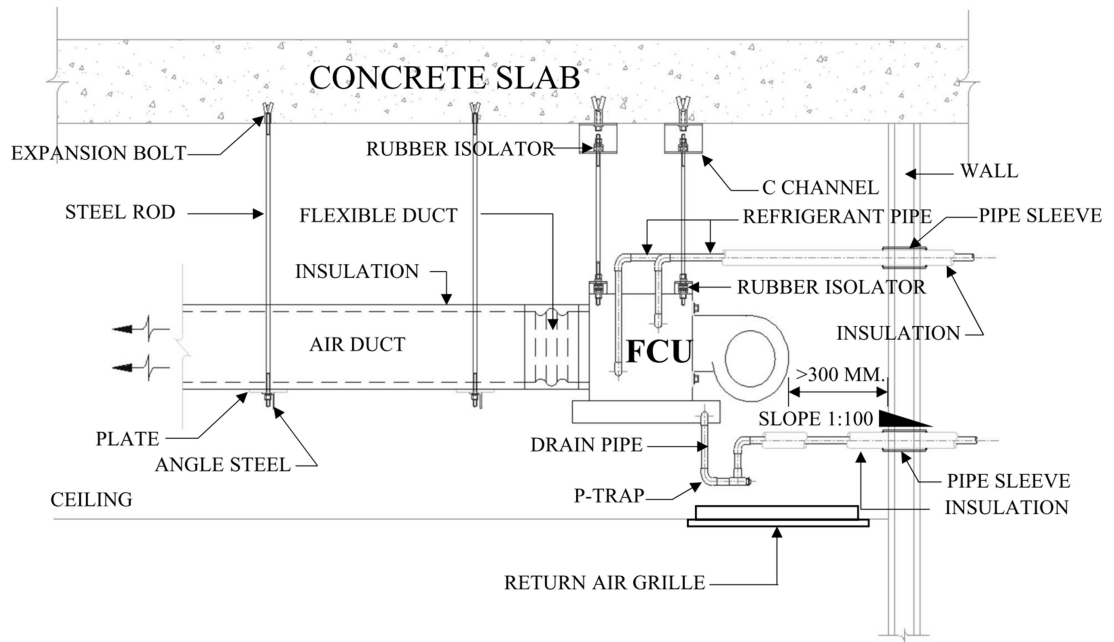
ให้ผู้ติดตั้งส่งรายการและรายละเอียดของการทดสอบพร้อมทั้งแบบแสดงการติดตั้งจริง (AS BUILT DRAWING) ทั้งระบบพร้อมคู่มือการใช้งานมอบให้เจ้าของงานพร้อมกับแสดงการเปิด-ปิด และการควบคุมเครื่องโดยละเอียด

5 แบบตัวอย่างประกอบติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

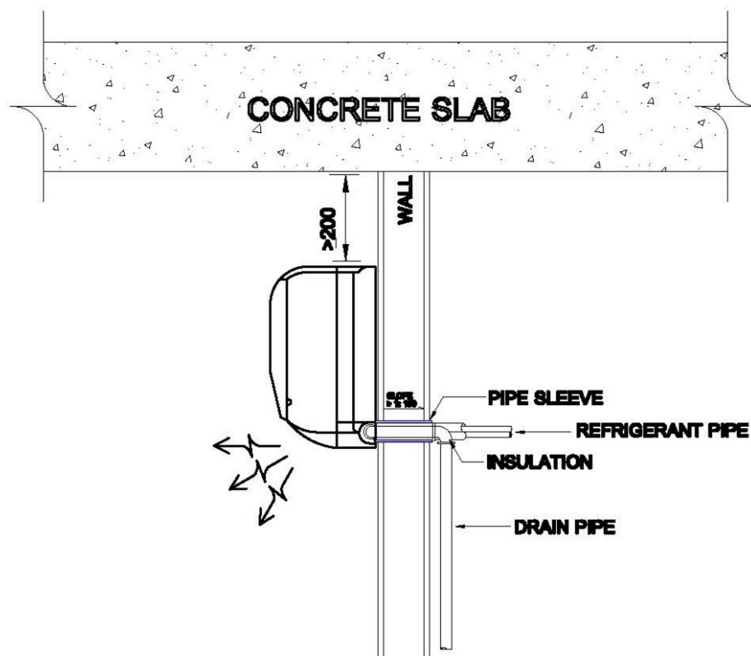
รูปที่ 1 แสดงการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แบบแขวนใต้ฝ้าเพดาน (CEILING TYPE)



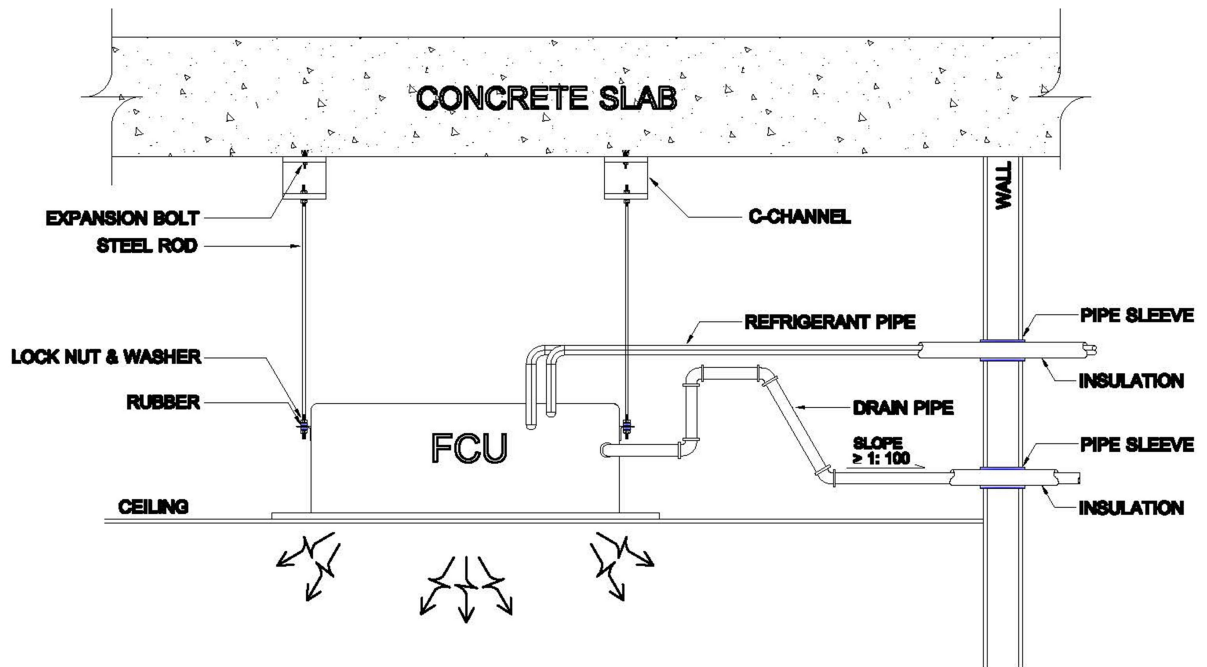
รูปที่ 2 แสดงการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แบบแขวนซ่อนฝ้าเพดาน (CEILING CONCEALED TYPE)



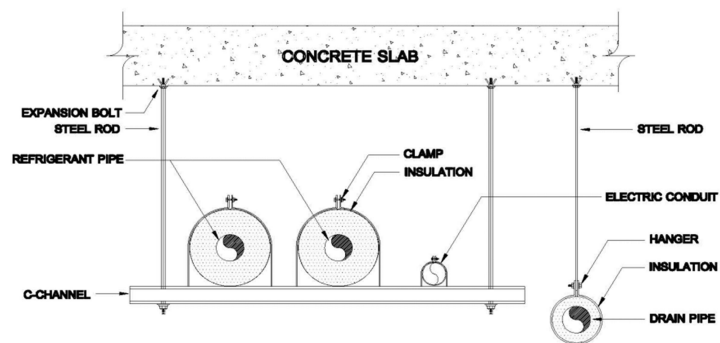
รูปที่ 3 แสดงการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แบบติดผนัง (WALL TYPE)

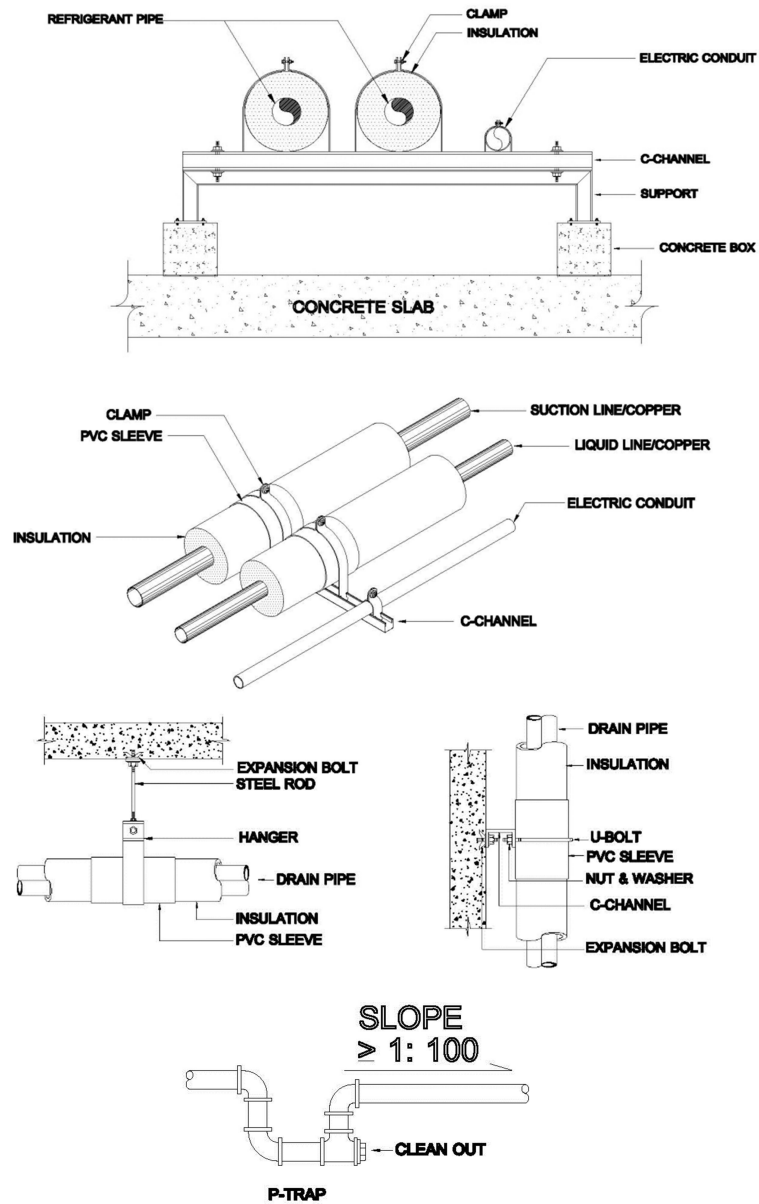


รูปที่ 4 แสดงการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) แบบสี่ทิศทาง (CASSETTE TYPE)

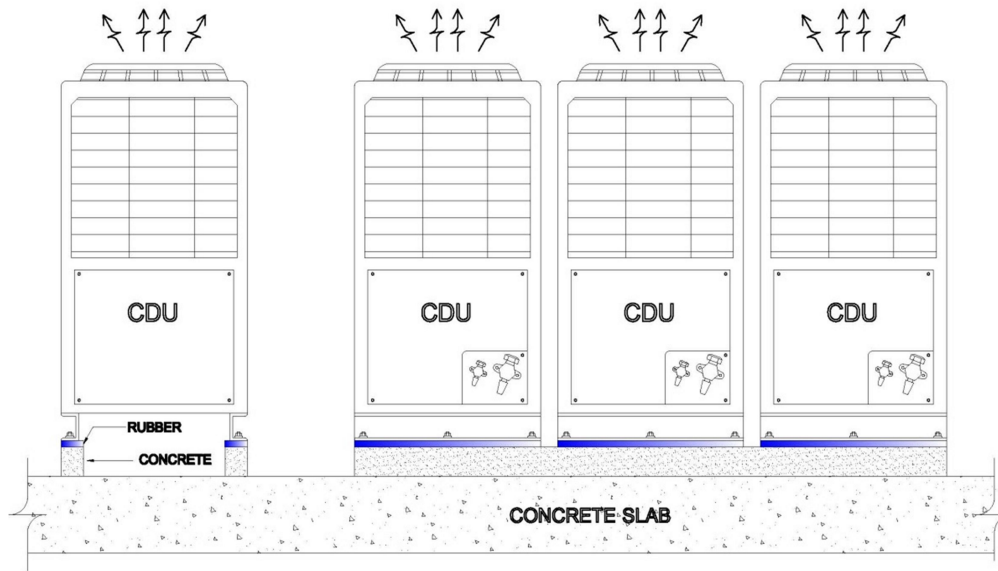


รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดการติดตั้ง ท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง การจับยึด





รูปที่ 6 แสดงการติดตั้ง Condensing Unit (CDU) แบบตั้งพื้น



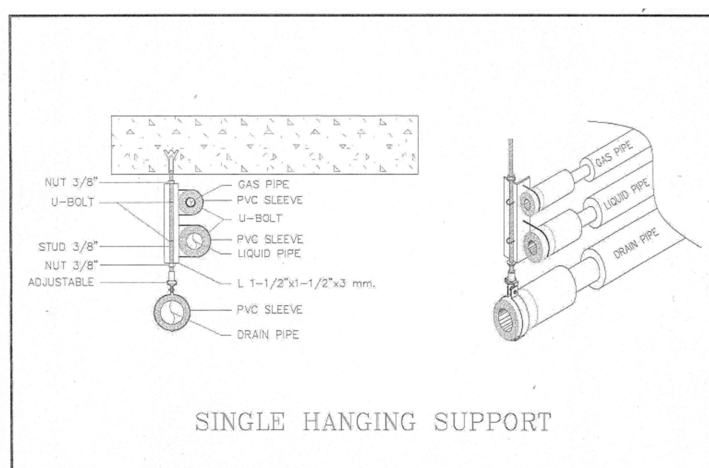
ภาคผนวก

1. ตารางแสดง Saturated Temperature & Pressure of Water

Temperature degree		Pressure					
F	C	Psia.	In.Hg. Vacuum	In.Hg. Absolute	mm.Hg Absolute	Microns	Pascal
212	100.0	14.696	0.00	29.92	759.97	759,968	101.32x10 ³
205	96.1	12.279	4.92	25.00	635.00	635,000	84.65 x10 ³
194	90.0	10.162	9.23	20.69	525.53	525,526	70.06 x10 ³
176	80.0	6.866	15.94	13.98	355.09	355,092	47.34 x10 ³
158	70.0	4.519	20.72	9.20	233.68	233,680	31.15 x10 ³
140	60.0	2.888	24.04	5.88	149.35	149,352	19.91 x10 ³
122	50.0	1.788	26.28	3.64	92.46	92,456	12.32 x10 ³
104	40.0	1.066	27.75	2.17	55.12	55,118	7.35 x10 ³
86	30.0	0.614	28.67	1.25	35.56	35,560	4.74 x10 ³
80	26.7	0.491	28.92	1.00	25.40	25,400	3.38 x10 ³
76	24.4	0.442	29.02	0.90	22.86	22,860	3.05 x10 ³
72	22.2	0.393	29.12	0.80	20.32	20,320	2.71 x10 ³
69	21.5	0.344	29.22	0.70	17.78	17,780	2.37 x10 ³
64	17.8	0.295	29.32	0.60	15.24	15,240	2.03 x10 ³
45	7.2	0.147	29.62	0.30	7.62	7,620	1.01 x10 ³
-	-	0.096	29.73	0.19	5.00	5,000	666
32	0.0	0.088	29.74	0.18	4.57	4,572	609
21	-6.1	0.049	29.82	0.10	2.54	2,540	338
-	-	0.038	29.84	0.08	2.00	2,000	266
6	-14.4	0.025	29.87	0.05	1.27	1,270	169
-	-	0.019	29.88	0.04	1.00	1,000	133
-	-	0.009	29.90	0.02	0.50	500	66
-24	-31.1	0.005	29.91	0.01	0.254	254	33
-35	-37.2	0.00245	29.915	0.005	0.127	127	17
-60	-51.1	0.00049	29.919	0.001	0.0254	25.4	3.4
-70	-56.7	0.00024	29.9195	0.0005	0.0127	12.7	1.7
-90	-67.7	0.000049	29.9199	0.0001	0.00254	2.54	0.3

2.ข้อแนะนำการวางอุปกรณ์รองรับท่อสารทำความเย็น 2 ระดับ

การติดตั้งท่อสารทำความเย็นของระบบ VRF อยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) ทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร ให้เรียงท่อ Gas และท่อ Liquid คนละระดับตามแนวตั้ง เพราะเมื่อถึงจุดที่ติดตั้ง Refnet Joint หรือ Y-BRANCH ท่อที่แยกออกไปของท่อ Gas และท่อ Liquid จะอยู่คนละระดับ จึงไม่จำเป็นต้องยกท่อเส้นหนึ่งเพื่อหลบท่ออีกเส้นหนึ่ง ซึ่งปกติการยกท่อหลบนี้จะต้องใช้ข้องอ 4 ตัว และเชื่อม 8 รอย การจัดเรียงท่อตามแนวตั้งจึงช่วยลดรอยเชื่อมได้ถึง 8 รอย ภาพต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการติดตั้งดังกล่าวโดยรวมท่อน้ำทิ้งไว้ด้วยโดยใช้ Hanger เพียงตัวเดียว เจาะรูยึดเข้ากับเพดานเพียงจุดเดียวโดยระดับของท่อน้ำทิ้งสามารถปรับได้เพื่อให้มีความลาดเอียง



ตัวอย่างรูปแสดงการจัดท่อ 2 ระดับ

กรณีที่ระดับเนื้อที่บนฝ้ามีไม่เพียงพอ ให้แยกท่อน้ำทิ้งออกแล้วใช้ Hanger ต่างหาก ถ้าระดับเนื้อที่บนฝ้ายังคงไม่พอสำหรับการจัดเรียงท่อด้านดูด (Suction Pipe) กับ ท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid Pipe) ให้อยู่คนละระดับ จึงให้จัดเรียงท่อทั้งหมดในระดับเดียวกันได้

3.หมวดงานระบบควบคุม

การติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องปรับอากาศควรติดตั้งและใช้งานให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ผลิตหรือตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ระบุไว้

1.1 การเดินสายไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์ควบคุม

3.1.1 สายไฟฟ้าควบคุม ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร หรือชนิดและขนาดของสายตามที่ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด

3.1.2 สายสัญญาณ คือสายไฟฟ้าที่ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 24 หรือ 30 โวลต์ ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ซึ่งใช้ในการนำไฟฟ้าแรงดันต่ำ ที่ใช้ในการควบคุม เช่น สายเซนเซอร์ประเภทต่างๆ และสายสัญญาณที่ใช้การเชื่อมต่อสื่อสาร ซึ่งอาจถูกรบกวน และเหนี่ยวนำให้สัญญาณผิดเพี้ยนได้ง่าย ต้องใช้สายตีเกลียวหุ้มด้วยโลหะป้องกันสัญญาณ (Shield) เส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.643-1.02 มิลลิเมตร (AWG 18-22) หรือตามคำแนะนำจากผู้ผลิต จะต้องเดินในท่อร้อยสายและเดินแยกจากสายไฟฟ้ากำลัง

3.1.3 สายควบคุมถ้าเป็นสายชนิดที่มี Shield สามารถเดินในท่อร่วมกับสายไฟฟ้ากำลังได้ ถ้าเป็นสายชนิดอื่นที่ไม่มี Shield ให้เดินท่อแยกจากสายไฟฟ้ากำลัง

3.2 อุปกรณ์ควบคุม (Controller) แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.2.1 แบบ Mechanic อุปกรณ์ควบคุมแบบนี้ จะไม่มีจอแสดงผลอ่านค่าให้ผู้ใช้งาน

3.2.2 แบบ Digital ซึ่งมีหน้าจอแสดงค่าอุณหภูมิเป็นตัวเลขและต้องได้รับการทดสอบความเที่ยงตรงจากโรงงานผู้ผลิต โดยทั้ง 2 ประเภทจะต้องสามารถตรวจสอบช่วงอุณหภูมิการทำงาน ตัด-ต่อ คอมเพรสเซอร์ได้ และต้องมีการหน่วงเวลาการทำงานหลังจากที่ไฟดับและ/หรือ การทำงานในรอบถัดไปของคอมเพรสเซอร์ ที่อาจจะมีการสั่งตัดเป็นระยะเวลาสั้นๆ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับคอมเพรสเซอร์

3.3 ประเภทงานติดตั้ง

3.3.1 ต้องเดินสายไฟฟ้าควบคุมภายในอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการขีด, ข่วน หรือ ขาดของสายไฟฟ้าได้ เช่น เดินในท่อร้อยสายไฟที่เป็นโลหะ หรือ ท่อ PVC หากมีความจำเป็นต้องเดินสายไฟฟ้าบนผนังให้ใช้รางครอบสายไฟ หรืออุปกรณ์ยึดสายไฟฟ้ากับผนัง โดยไม่ปล่อยให้สายไฟฟ้าติดลอยห่างจากผนัง

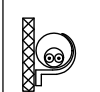
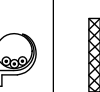
3.3.2 ต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมของการใช้งาน ทั้งอุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่น ละอองน้ำและสารเคมี ควรติดตั้งให้ห่างจากสภาวะแวดล้อมที่จะทำให้สายไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ควบคุมเสื่อมสภาพ หากจำเป็น ต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน เพื่อยืดอายุการใช้งานของสายไฟ

3.3.3 การเข้าสายไฟต่างๆ จะต้องมีการระบุบอกจุดเชื่อมต่อให้ชัดเจน พร้อมทั้งแนบแบบวงจรไฟฟ้าเข้ากับตู้ไฟฟ้าหรือตู้อุปกรณ์ควบคุม

4.หมวดตารางระบบไฟฟ้า (ให้อ้างอิงจากมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 022001-22)

ตารางที่ 4.1 (5-20)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอกสำหรับขนาดแรงดัน (U₀/U)ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °Cเดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆเช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย(ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-20)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
- 2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8
- 3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 4) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 4.2 (5-21)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิ
ตัวนำ 70 °C หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 3				
จำนวนตัวนำกระแส	2	ไม่เกิน 3		ไม่เกิน 3	
ลักษณะสาย	แบน	กลม		กลม	
ลักษณะตัวนำกระแส	หลายแกน	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
ประเภทฉนวน	พีวีซี	พีวีซี	ครอสลิงค์พอลิ-เอทิลีน	พีวีซี	ครอสลิงค์พอลิ-เอทิลีน
อุณหภูมิตัวนำ	70 °C	70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
รูปแบบการติดตั้ง		 หรือ 		 หรือ 	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	VAF, VAF-G	NY, IEC 60502-1	IEC 60502-1	NY, NY-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1	IEC 60502-1
ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
1	14	12	16	12	15
1.5	17	16	21	15	20
2.5	23	22	28	21	27
4	32	29	37	28	36
6	41	37	49	36	47
10	56	51	67	50	65
16	74	69	90	66	87
25	-	90	118	84	108
35	-	112	147	104	134
50	-	145	190	125	163
70	-	186	244	160	208

ตารางที่ 4.2 (5-21 (ต่อ))

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิ
ตัวนำ 70 หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอากาศ

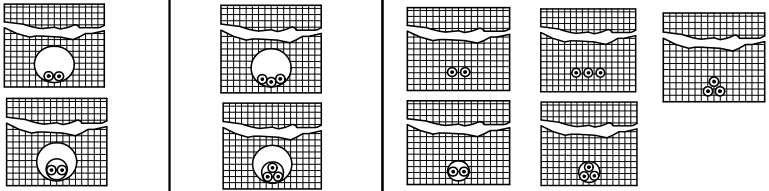
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 3				
จำนวนตัวนำกระแส	2	ไม่เกิน 3		ไม่เกิน 3	
ลักษณะสาย	แบน	กลม		กลม	
ลักษณะตัวนำกระแส	หลายแกน	แกนเดียว		หลายแกน	
ประเภทฉนวน	พีวีซี	พีวีซี	ครอสลิงก์ดพอลิ-เอทิลีน	พีวีซี	ครอสลิงก์ดพอลิ-เอทิลีน
อุณหภูมิตัวนำ	70 °C	70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
รูปแบบการติดตั้ง		 หรือ 		 หรือ 	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	VAF, VAF-G	NYG, IEC 60502-1	IEC 60502-1	NYG, NYG-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1	IEC 60502-1
ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
95	-	227	297	194	253
120	-	264	345	225	293
150	-	304	397	260	338
185	-	348	455	297	386
240	-	411	537	351	455
300	-	474	620	404	524
400	-	552	722	-	-
500	-	629	823	-	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-21)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
- 2) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 3) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 4.3 (5-23)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยต่อผิวดินหรือผิวดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	NYY, NYY-G, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมป์)		
1	17	15	21
1.5	21	19	26
2.5	28	25	35
4	36	33	45
6	46	41	57
10	62	55	76
16	81	72	99
25	106	94	128
35	129	114	154
50	153	136	181
70	190	168	223
95	232	204	267
120	265	234	304
150	303	266	342
185	344	303	386
240	404	361	448
300	462	404	507
400	529	462	577
500	605	527	654

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-23)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 30 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-44
- 2) ในกรณีเดินเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-45 หรือ 5-46
- 3) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8
- 4) คู่มืออธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 5-47
- 5) คู่มืออธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ ในตารางที่ 5-48
- 6) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้า ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้า ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

ตารางที่ 4.4 (5-27)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินร้อยในท่อในอากาศ

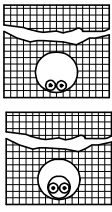
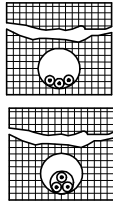
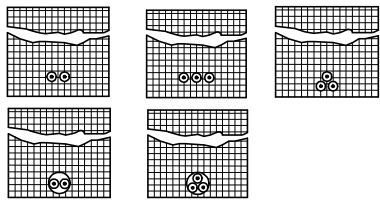
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตาราง มิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	13	13	12	12	15	15	14	14
1.5	17	17	15	15	21	20	18	18
2.5	24	23	21	20	28	27	25	24
4	32	30	28	27	38	36	34	32
6	41	38	36	35	49	46	44	40
10	56	52	49	46	68	63	60	55
16	74	69	66	62	91	83	80	73
25	96	90	86	81	121	108	106	96
35	119	110	106	99	149	133	131	116
50	144	132	128	118	180	159	159	140
70	182	167	163	149	230	201	202	177
95	219	200	197	179	278	241	245	212
120	253	230	227	207	322	278	284	244
150	289	264	259	236	358	304	311	273
185	329	299	295	268	409	349	349	309
240	386	351	346	315	480	418	410	362
300	442	402	396	360	549	484	468	414
400	-	-	-	-	622	-	531	-
500	-	-	-	-	713	-	606	-

หมายเหตุ(ตารางที่ 5-27)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
- 2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8
- 3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 4) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 4.5 (5-29)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U₀/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยต่อผิวดินหรือผิวดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
1.5	25	22	33
2.5	33	29	43
4	43	38	55
6	54	47	70
10	71	63	92
16	94	83	119
25	124	109	152
35	150	132	184
50	180	159	217
70	223	196	266
95	271	238	318
120	313	275	362
150	355	312	406
185	406	356	459
240	477	418	533
300	543	475	601
400	625	545	684
500	717	623	777

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-29)

- อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 30 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-44
- ในกรณีเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตาราง 5-45 หรือ 5-46
- ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8
- ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 5-47
- ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
- งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้า ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้า ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

ตารางที่ 4.6 (5-30)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบแบนได้

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7				
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	60227 IEC 10, NYY, NYY-G และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
1	-	-	-	-	13
1.5	-	-	-	-	16
2.5	-	-	-	-	22
4	-	-	-	-	30
6	-	-	-	-	37
10	-	-	-	-	52
16	-	-	-	-	70
25	99	96	127	113	88
35	124	119	157	141	110
50	151	145	191	171	133
70	196	188	244	221	171
95	239	230	297	271	207
120	279	268	345	315	240
150	324	310	397	365	278
185	371	356	453	418	317
240	441	422	535	495	374
300	511	488	617	573	432
400	599	571	741	692	-
500	686	652	854	800	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-30)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
- 2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40 และตารางที่ 5-41 สำหรับสายแกนเดี่ยวและสายหลายแกน ตามลำดับ
- 3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 4) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48

4.7 (5-31)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U₀/U)ไม่เกิน0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °Cอุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างที่บ มี/ไม่มี ฝาปิด

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
รูปแบบการติดตั้ง				
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	60227 IEC 10, NYY, NYY-G, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันต่ำ เป็นต้น			
ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	-	12	10
1.5	-	-	15	13
2.5ตารางที่	-	-	21	17
4	-	-	28	23
6	-	-	36	30
10	-	-	50	40
16	-	-	66	54
25	90	77	84	70
35	112	96	104	86
50	145	117	125	103
70	186	149	160	130
95	227	180	194	156
120	264	208	225	179
150	304	228	260	196
185	348	258	297	222
240	411	301	351	258
300	474	343	404	295
400	552	406	-	-
500	629	464	-	-

หมายเหตุ(ตารางที่ 5-31)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °Cให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
- 2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร สำหรับรางเคเบิลแบบมีฝาปิดให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-31(ก) และสำหรับรางเคเบิลแบบไม่มีฝาปิดให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-41

ยกเว้น การจัดวางระยะห่างระหว่างกลุ่มวงจรมากกว่าสองเท่าของผลรวมเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของตัวนำกระแส ไม่ต้องนำตัวคูณปรับค่าตามตารางมาพิจารณา

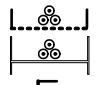
ตารางที่ 5-31(ก)

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณปรับค่า
2	0.8
3	0.7
4	0.65
5	0.6
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
10-12	0.45
13-16	0.41
17-20	0.38

- 3) คู่มืออธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 4) คู่มืออธิบายรหัสชนิดเคเบิลใช้งาน ในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 4.8 (5-32)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงค์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_o/U)ไม่เกิน0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศ ไม่มีฝาปิดหรือรางเคเบิลแบบแบนได้

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7				
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆเช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายฉนวนย่น เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
1	-	-	-	-	16
1.5	-	-	-	-	21
2.5	-	-	-	-	29
4	-	-	-	-	38
6	-	-	-	-	49
10	-	-	-	-	68
16	-	-	-	-	91
25	128	123	166	147	116
35	160	154	206	183	144
50	197	188	250	224	175
70	254	244	321	289	224
95	311	298	391	354	271
120	364	349	455	413	315
150	422	404	525	480	363
185	485	464	602	551	415
240	577	552	711	654	490
300	670	640	821	758	565
400	790	749	987	917	-
500	908	861	1,140	1,064	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-32)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
- 2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40และตารางที่ 5-41 สำหรับสายแกนเดี่ยวและสายหลายแกน ตามลำดับ
- 3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ตารางที่ 4.9 (5-33)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงค์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างทับ มี/ไม่มี ฝาปิด

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
รูปแบบการติดตั้ง				
				
				
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย เป็นต้น			
ขนาดสาย(ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	-	15	14
1.5	-	-	20	18
2.5	-	-	27	24
4	-	-	36	32
6	-	-	47	40
10	-	-	65	55
16	-	-	87	73
25	118	106	108	96
35	147	131	134	116
50	190	159	163	140
70	244	202	208	177
95	297	245	253	212
120	345	284	293	244
150	397	311	338	273
185	455	349	386	309
240	537	410	455	362
300	620	468	524	414
400	722	531	-	-
500	823	606	-	-

หมายเหตุ(ตารางที่ 5-33)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
- 2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร สำหรับรางเคเบิลแบบมีฝาปิดให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-33(ก) และสำหรับรางเคเบิลแบบไม่มีฝาปิดให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-41

ยกเว้น การจัดวางระยะห่างระหว่างกลุ่มวงจรมากกว่าสองเท่าของผลรวมเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของตัวนำกระแส ไม่ต้องนำตัวคูณปรับค่าตามตารางมาพิจารณา

ตารางที่ 5-33(ก)

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณปรับค่า
2	0.8
3	0.7
4	0.65
5	0.6
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
10-12	0.45
13-16	0.41
17-20	0.38

3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01
 ที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533

ขนาดสายไฟ (mm ²)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้า ขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย											
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10	1	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
35	1	1	1	3	5	8	14	21	27	33	-	-
50	-	1	1	1	3	6	10	15	19	24	38	-
70	-	-	1	1	3	4	7	12	15	18	29	42
95	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	21	30
120	-	-	-	1	1	2	4	7	9	11	17	25
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	9	14	20
185	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	16
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
เส้นผ่าน ศูนย์กลางของ ท่อร้อยสาย	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด NYY แขนเดียว
 ที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533

พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า (ตารางมิลลิเมตร)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย											
1	1	1	3	5	8	12	21	33	-	-	-	-
1.5	1	1	2	4	7	11	19	30	-	-	-	-
2.5	1	1	2	4	7	10	17	26	33	-	-	-
4	1	1	1	3	6	9	15	23	29	36	-	-
6	-	1	1	3	5	8	13	21	26	33	-	-
10	-	1	1	2	4	6	11	17	22	27	-	-
16	-	1	1	1	3	5	10	15	19	23	36	-
25	-	1	1	1	3	4	8	12	15	19	29	-
35	-	-	1	1	1	3	6	10	12	15	24	35
50	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	21	31
70	-	-	-	1	1	2	4	7	8	11	17	24
95	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8	13	19
120	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	17
150	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	9	13
185	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	7	11
240	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	9
300	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	7
400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	6
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4
เส้นผ่านศูนย์กลางของ ท่อร้อยสาย (มม.)	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

