

ฉบับร่าง 2558



# ACAT STANDARD

มาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ  
แบบแยกส่วน

ฉบับร่าง

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

AIR-CONDITIONING ENGINEERING ASSOCIATION OF THAILAND

## คำนำ

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ได้มีโครงการจัดทำมาตรฐานเครื่องปรับอากาศ Split Type โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพ และยกระดับมาตรฐานการติดตั้งระบบปรับอากาศที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไป เพื่อเป็นวิทยาทานและเผยแพร่ความรู้ให้กับผู้ที่ใช้งานและปฏิบัติงานจริงสามารถนำมาตรฐานฉบับดังกล่าวเป็นคู่มือในการควบคุม และการประกอบติดตั้งการใช้งาน และการบำรุงรักษา รวมทั้ง การเลือกเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดห้องและการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างถูกวิธี เพื่อเผยแพร่และให้ความรู้กับผู้ออกแบบ, วิศวกร, ช่างติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

มาตรฐานฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือของคณะกรรมการร่างมาตรฐานงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ Split Type ที่ได้สละเวลาและใช้ความวิริยะอุตสาหะในการจัดทำเนื้อหาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา และขอขอบคุณวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ในการอนุญาตให้ใช้ไฟล์ตารางสายไฟในหนังสือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 วสท. 2001-2556 เพื่อใช้อ้างอิงในมาตรฐานฉบับดังกล่าว

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย หวังเป็นอย่างยิ่งว่ามาตรฐานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ Split Type ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ออกแบบ วิศวกร ช่างติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อการอ้างอิงต่อไป

คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ Split Type

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

# สารบัญ

	หน้า
-คำจำกัดความ	1
-มาตรฐานอื่นที่ใช้อ้างอิง	3
1.ทั่วไป	4
1.1 ขอบเขต	4
1.2 วัตถุประสงค์	4
2. เครื่องปรับอากาศ	5
2.1 อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศ	5
2.2 มาตรฐานในการคิดเทียบขีดความสามารถในการทำความเย็น	5
3.มาตรฐานของท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์	6
3.1 ท่อสารทำความเย็น	6
3.2 ท่อน้ำทิ้ง	21
4. การติดตั้ง	22
4.1 การติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิท	22
4.2 การติดตั้งแฟนคอยล์	22
4.3 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น	23
4.4 การเดินท่อระบายน้ำ	27
4.5 ระบบไฟฟ้า	27
4.6 การทาสี	29
4.7 การทดสอบ	29
4.8 การส่งมอบงาน	29
5.แบบตัวอย่างประกอบการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	29
รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแขวน	30
รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบตั้งพื้น	31
รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง	32
รูปที่ 4 แสดงรายละเอียดท่อสารทำความเย็น การห้อยแขวน การจับยึด	33
รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดท่อน้ำยา การห้อยแขวน การจับยึด	34

รูปที่ 6 แสดงรายละเอียดการขีดท่อนแนวตั้ง	35
รูปที่ 7 แสดงรายละเอียดการเดินท่อทะเลผนัง	36
รูปที่ 8 แสดงรายละเอียดการเดินท่อทะเลผนัง	37
รูปที่ 9 แสดงรายละเอียดการเดินท่อทะเลผนัง	38

#### ภาคผนวก

1. ตารางแสดง Saturated Temperature & Pressure of Water	39
2. ข้อเสนอแนะการวางอุปกรณ์รองรับท่อสารทำความเย็น 2 ระดับ	40
4. หมวดงานระบบควบคุม	41
5. หมวดงานระบบไฟฟ้า	43

ฉบับร่าง

# สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบขนาดท่อทองแดงมาตรฐาน ASTM-B280 กับ ASTM-B88 Type L	7
ตารางที่ 3.2 การหาขนาดท่อด้านคูคสำหรับสารทำความเย็นR22 (แสดงในหน่วย SI)	8
ตารางที่ 3.3 การหาขนาดท่อด้านคูคสำหรับสารทำความเย็นR22 (แสดงในหน่วยอังกฤษ)	9
ตารางที่ 3.4 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R22 (แสดงในหน่วย SI)	10
ตารางที่ 3.5 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R22 (แสดงในหน่วยอังกฤษ)	12
ตารางที่ 3.6 การหาขนาดท่อด้านคูคสำหรับสารทำความเย็น R410a (แสดงในหน่วย SI)	14
ตารางที่ 3.7 การหาขนาดท่อด้านคูคสำหรับสารทำความเย็น R410a (แสดงในหน่วยอังกฤษ)	15
ตารางที่ 3.8 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R410a (แสดงในหน่วย SI)	16
ตารางที่ 3.9 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R410a (แสดงในหน่วยอังกฤษ)	18
ตารางที่ 3.10 การหาความหนาของฉนวนยาง (หน่วยเป็น มิลลิเมตร)	20
ตารางที่ 3.11 แสดงความยาวท่อสูงสุดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดฝัดฝานั่ง	21
ตารางที่ 4.1แสดงระยะการติดตั้งอุปกรณ์รองรับท่อสารทำความเย็น	24
ตารางที่ 4.2แสดงข้อแนะนำการเลือกใช้น้ำขนาดเครื่องทำสุญญากาศ	26
ตารางที่ 5.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ฯลฯ	43
ตารางที่ 5.2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฯลฯ	44
ตารางที่ 5.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซีมีเปลือกนอก ฯลฯ	46
ตารางที่ 5.4 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน ฯลฯ	47
ตารางที่ 5.5 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน ฯลฯ	48
ตารางที่ 5.6 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ฯลฯ	49
ตารางที่ 5.7 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ฯลฯ	50
ตารางที่ 5.8ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน ฯลฯ	52
ตารางที่ 5.9 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน ฯลฯ	53

## คำจำกัดความ (Definition)

- ท่อม้วน : Soft Drawn or Annealed Copper Tube
- ท่อแข็ง : Hard Drawn Copper Tube
- ความยาวท่อสมมูล : Equivalent Length
- องศาเย็นขจัดยิ่งยวดของสารทำความเย็นเหลว เป็นค่าอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ต่ำกว่าจุดเดือดระเหยของสารทำความเย็น  
Liquid Subcooling
- ท่อตั้ง : Riser
- หน่วยแฟนคอยล์ชนิดซ่อนเหนือฝ้าเพดาน: Ceiling Concealed Type
- หน่วยแฟนคอยล์ชนิดต่อท่อส่งลมเย็น: Duct Type
- หน่วยแฟนคอยล์หรือเครื่องเป่าลมเย็น Fancoil Unit
- เครื่องระเหยหรืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มี การเดือดระเหยของสารทำความเย็น: Evaporator
- ชุดควบแน่นหรือเครื่องระบายความร้อน: Condensing Unit
- แผงคอยล์ร้อนหรืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มี การควบแน่นของสารทำความเย็น : Condenser
- ท่อทองแดง หรือท่อสารทำความเย็น: Copper Tube
- ท่อทองแดง ชนิดเส้นตรง ที่ผลิตด้วยกระบวนการรีดเย็น: Hard Drawn Copper Tube
- ท่อทองแดง ชนิดม้วน ที่ผ่านกระบวนการรีดและอบอ่อน : Soft Annealed Copper Tube
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ : Pipe Size
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ : OD : Outside Diameter
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ: ID : Inside Diameter
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุของท่อ : Nominal Pipe Size
- ความยาวสมมูลของท่อซึ่งรวม ข้อต่อ และอุปกรณ์ : Equivalent Length
- อุณหภูมิการเดือดระเหยของสารทำความเย็น เกิดขึ้นที่ คอยล์เย็น ในหน่วยแฟนคอยล์: Evaporating Temperature
- ถังพัก: Accumulator
- ความดันลด : Pressure Drop
- ความสามารถในการทำความเย็นที่ลดลง : Cooling Capacity Drop
- ท่อสารทำความเย็นเหลวความดันต่ำ หลังจากผ่านอุปกรณ์ลดแรงดัน: Low Pressure Liquid Pipe

○ ท่อสารทำความเย็นแรงดันสูง	High Pressure Liquid Pipe
หลังการควบแน่นในชุดควบแน่น :	
○ ท่อดูดแก๊สเย็น :	Suction Pipe
○ ลมกลับเข้าหน่วยแฟนคอยล์ :	Return Air
○ ลมเย็นส่งออกจากหน่วยแฟนคอยล์ :	Supply Air
○ อุณหภูมิอากาศโดยรอบ :	Ambient Temperature
○ อุณหภูมิควบแน่น เป็นอุณหภูมิที่สารทำความเย็นควบแน่น	Condensing Temperature
เกิดขึ้นที่ชุดควบแน่น :	
○ ค่าซูเปอร์ฮีท, องศาร้อนยวดยิ่งด้านดูดเป็นค่าอุณหภูมิของ	Suction Superheat
ไอสารทำความเย็นที่สูงกว่าจุดเดือดระเหย:	
○ ความสามารถในการทำความเย็น:	Cooling Capacity
○ ท่อน้ำทิ้ง เป็นท่อระบายน้ำทิ้งที่เกิดจากการกลั่นตัว	Condensate Drain Pipe
ของไอน้ำที่หน่วยแฟนคอยล์:	
○ กล่องลมกลับ:	Return Air Chamber
○ ท่อลมกลับ:	Return Air Duct
○ ช่องบริการ :	Access Door
○ แผงกรองอากาศ :	Air Filter
○ ช่องลมกลับ:	Return Grille
○ ท่ออ่อน :	Flexible Pipe
○ แท่นยางรอง :	Rubber Support
○ เครื่องมือลบคมท่อ :	Reamer
○ เครื่องมือตัดท่อทองแดง :	Cutter
○ ปั๊มสุญญากาศ :	Vacuum Pump
○ ความดันสถิต :	Static Pressure

## มาตรฐานอื่นที่ใช้อ้างอิง

- ASTM B280
- ASTM B88
- มอก.17
- วสท.2001-51
- IEC 60898
- IEC 60947-2
- มอก.11-2531
- AWG

ฉบับร่าง



# 1. ทั่วไป

## 1.1 ขอบเขต

- 1.1.1 มาตรฐานนี้ใช้ในการติดตั้ง การปรับปรุง การเปลี่ยนแปลง และการเพิ่มเติมสำหรับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดไม่เกิน 50ตันความเย็น
- 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 จัดทำโดยสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ ให้เป็นสาธารณประโยชน์แก่บุคคลทั่วไป เพื่อนำไปใช้ประกอบการพิจารณาติดตั้ง เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

เอกสารชุดนี้สามารถคัดลอก เพื่อนำไปใช้งานหรือเผยแพร่ต่อไปได้ โดยไม่ต้องขออนุญาต แต่ขอให้อ้างอิงถึงแหล่งที่มา (สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย) ทุกครั้งที่น่าไปใช้

## 2. เครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Direct Expansion Air-Cooled Split Type System) ใช้สารทำความเย็น R22 และ R410A มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

### 2.1 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องปรับอากาศ

#### 2.1.1 คอนเดนซิ่งยูนิตระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit)

ประกอบเรียบร้อยทั้งหมดจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนโครงภายนอก (Casing, Cabinet)
- คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
- แผงคอยล์ร้อน (Condenser)
- ใบพัดลมของคอนเดนเซอร์
- มอเตอร์พัดลม
- ระบบควบคุม
- อุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

#### 2.1.2 เครื่องเป่าลมเย็น (Fancoil Unit)

ต้องประกอบเรียบร้อยทั้งหมดจากโรงงานผู้ผลิตมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนโครงภายนอก
- พัดลมและมอเตอร์ส่งลมเย็น
- เครื่องระเหย (Evaporator)
- อุปกรณ์ลดแรงดันสารทำความเย็นเป็นแบบเอ็กซ์แพนชันวาล์ว ออร์ฟิส (Orifice) หรือ แคลปปีลารีทิว (Capillary Tube)
- ระบบควบคุม
- แผงกรองอากาศ (Air Filter)

### 2.2 มาตรฐานในการคิดเทียบขีดความสามารถในการทำความเย็น

#### 2.2.1 เงื่อนไขในการพิจารณากำหนดมาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

- อากาศก่อนเข้าคอยล์เย็นที่อุณหภูมิ  $27^{\circ}\text{C}(\text{db})/19.5^{\circ}\text{C}(\text{wb})$  หรือ  $80^{\circ}\text{F}(\text{db})/67^{\circ}\text{F}(\text{wb})$
- อากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน ที่อุณหภูมิ  $35^{\circ}\text{C}(\text{db})$  หรือ  $95^{\circ}\text{F}(\text{db})$
- ระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ตซ์
- อุณหภูมิระเหย (Evaporating Temperature) อยู่ในช่วง  $5.6 - 7.2^{\circ}\text{C}$  หรือ  $42 - 45^{\circ}\text{F}$
- องศาร้อนยวดยิ่งดูด (Suction Superheat)  $20^{\circ}\text{F}$  และค่าองศาเย็นยวดยิ่งสารทำความเย็นเหลว (Liquid Subcooling)  $10^{\circ}\text{F}$

### 3. มาตรฐานของท่อสารทำความเย็น ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์อื่น ๆ

#### 3.1 ท่อสารทำความเย็น

- 3.1.1 วัสดุท่อต้องมีความเหมาะสมที่นำมาใช้กับสารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่นในระบบทำความเย็น ห้ามใช้วัสดุที่อาจเสื่อมสภาพเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีของสารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่น
- 3.1.2 ท่อสารทำความเย็นต้องเป็นท่อทองแดงแบบไม่มีตะเข็บและแนะนำให้เลือกใช้ท่อทองแดงตามมาตรฐาน ASTM B280 (ACR, Air Conditioning and Refrigeration Field Service) เพราะถูกกำหนดมาเพื่อใช้สำหรับงานระบบปรับอากาศและทำความเย็นโดยเฉพาะและมีการทำความสะอาดพื้นผิวภายในท่อและปิดผนึกปลายท่ออย่างมิดชิดมาจากโรงงานแต่ถ้ากรณีที่ใช้ท่อตามมาตรฐาน ASTM B88 ที่กำหนดมาเพื่อใช้กับลักษณะงานทั่ว ๆ ไป (โดยทั่วไปมักนำไปใช้เป็นท่อน้ำร้อน) ซึ่งไม่ได้มีการทำความสะอาดพื้นผิวภายในท่อและปิดปลายท่อ ก็จำเป็นต้องทำความสะอาดพื้นผิวภายในท่อนก่อนนำมาใช้งานเสมอ(ดูในหัวข้อ 4.3.3 การเตรียมท่อสารทำความเย็น)
- 3.1.3 ถ้าเลือกใช้ท่อตามมาตรฐาน ASTM B280 มาตรฐานนี้จะแบ่งท่อเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ท่อทองแดงชนิดแข็ง (Hard Drawn Copper Tube) กับท่อทองแดงชนิดม้วน (Soft Drawn or Annealed Copper Tube) ท่อทองแดงชนิดแข็งแนะนำให้ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นมากกว่า 60,000 Btu/h ขึ้นไป (5 ตันทำความเย็นขึ้นไป) เนื่องจากมีความแข็งแรง ทนทานต่อการกระทบกระแทกได้มากกว่า และเหมาะกับการใช้งานภายนอกอาคาร
- สำหรับท่อทองแดงชนิดม้วนแนะนำให้ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นไม่เกิน 60,000 Btu/h (ไม่เกิน 5 ตันทำความเย็น) หรือลักษณะงานที่เดินท่อไม่ไกลมากนัก เนื่องจากเป็นท่อที่เกิดรอยพับหรือยุบตัวจากการกดทับหรือกระแทกได้ง่ายซึ่งอาจทำให้เกิดการรั่วได้ รวมทั้งจำเป็นต้องทำจุดยึดแขวน (Hanger/Support) ที่ถี่มากขึ้น เพื่อป้องกันการตกห้องข้างของท่อสารทำความเย็นเหลว
- 3.1.4 ถ้าเลือกใช้ท่อตามมาตรฐาน ASTM B88 แนะนำให้ใช้ท่อทองแดง Type L หรือ Type K หรือท่อที่มีคุณสมบัติทางเทคนิคเทียบเท่าเท่านั้น ไม่แนะนำให้ใช้ท่อ Type M เนื่องจากความหนาของท่อต่ำเกินไปสำหรับระบบปรับอากาศและทำความเย็น

3.1.5 การเลือกใช้ขนาดท่อทองแดงให้เลือกใช้ตามข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ  
 ในกรณีที่ไม่ได้กำหนดไว้ให้เลือกใช้ขนาดท่อตามตารางที่ 3.2 ถึง 3.9  
 ทั้งนี้ตารางที่ 3.2 ถึง 3.9 ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิความแน่น(Condensing Temperature) 46.1- 48.9°C (115 - 120°F)  
 และมี องศาเย็นยวดยิ่งสารทำความเย็นเหลว (Liquid Subcooling) 5.6 - 11.1°C (10 - 20°R)
2. Evaporating Temperature 5.6 - 7.2°C (42 - 45°F) และมี องศาร้อนยวดยิ่ง  
 ด้านดูด(Suction Superheat) 11.1 - 22.2°C (20 - 40°R)
3. คอมเพรสเซอร์เป็นแบบความเร็วคงที่

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

ASTM-B280		Outside Diameter		Inside Diameter		Thickness		ASTM-B88 Type L
		in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	
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	0.566	16.92	0.042	1.07	5/8"
	Annealed			0.580	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"
2-3/8"	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	9.525	244.48	0.250	6.35	10"
-	-	12.125	307.98	11.565	293.75	0.280	7.11	12"

ตารางที่ 3.2 กราฟขนาดท่อด้านดูดสำหรับสารทำความเย็น R22 (แสดงในหน่วย SI)

Cooling Capacity (kW)	ขนาดท่อ OD (มม.)	ความสามารถในการทำความเย็นที่ลดน้อยลง (Cooling Capacity Drop) ที่ความยาวสมมูลต่างๆ (เมตร)																				
		7.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60										
2.64	9.53	0.0%	6.2%																			
3.52	9.53	0.0%	10.5%																			
	12.70	0.0%	2.3%																			
4.40	12.70	0.0%	3.5%																			
5.28	12.70	0.0%	4.9%	8.1%																		
	15.88	0.0%	1.5%	2.5%																		
7.03	12.70	0.0%	8.3%	13.8%																		
	15.88	0.0%	2.6%	4.3%																		
	19.05	0.0%	1.0%	1.6%																		
8.79	15.88	0.0%	3.9%	6.5%	9.7%	11.8%	14.4%															
	19.05	0.0%	1.5%	2.4%	3.6%	4.4%	5.4%	6.4%	7.3%	8.3%	9.3%	10.3%										
10.55	15.88	0.0%	5.5%	9.2%	13.6%																	
	19.05	0.0%	2.1%	3.4%	5.1%	6.2%	7.6%	8.9%	10.3%	11.7%	13.0%	14.4%										
	22.23	0.0%	0.9%	1.5%	2.3%	2.7%	3.4%	4.0%	4.6%	5.2%	5.8%	6.4%										
12.31	15.88	0.0%	7.3%	12.2%																		
	19.05	0.0%	2.7%	4.6%	6.8%	8.2%	10.1%	11.9%	13.7%													
	22.23	0.0%	1.2%	2.0%	3.0%	3.7%	4.5%	5.3%	6.1%	6.9%	7.7%	8.5%										
14.07	19.05	0.0%	3.5%	5.9%	8.7%	10.6%	12.9%															
	22.23	0.0%	1.6%	2.6%	3.9%	4.7%	5.7%	6.8%	7.8%	8.8%	9.9%	10.9%										
17.58	19.05	0.0%	5.3%	8.9%	13.2%																	
	22.23	0.0%	2.4%	3.9%	5.8%	7.1%	8.7%	10.3%	11.8%	13.4%	15.0%											
	28.58	0.0%	0.6%	1.1%	1.6%	1.9%	2.4%	2.8%	3.2%	3.7%	4.1%	4.5%										
21.10	19.05	0.0%	7.5%	12.5%																		
	22.23	0.0%	3.3%	5.5%	8.2%	10.0%	12.2%	14.4%														
	28.58	0.0%	0.9%	1.5%	2.2%	2.7%	3.3%	3.9%	4.5%	5.1%	5.7%	6.3%										
28.14	22.23	0.0%	5.7%	9.5%	14.1%																	
	28.58	0.0%	1.5%	2.6%	3.8%	4.6%	5.7%	6.7%	7.7%	8.8%	9.8%	10.8%										
	34.93	0.0%	0.5%	0.9%	1.3%	1.6%	2.0%	2.4%	2.7%	3.1%	3.5%	3.8%										
35.17	28.58	0.0%	2.3%	3.9%	5.8%	7.0%	8.6%	10.2%	11.7%	13.3%	14.9%											
	34.93	0.0%	0.8%	1.4%	2.0%	2.5%	3.0%	3.6%	4.1%	4.7%	5.2%	5.8%										
52.75	34.93	0.0%	1.8%	2.9%	4.4%	5.3%	6.5%	7.7%	8.8%	10.0%	11.2%	12.4%										
	41.28	0.0%	0.7%	1.2%	1.8%	2.2%	2.7%	3.2%	3.7%	4.2%	4.7%	5.2%										
70.34	34.93	0.0%	3.0%	5.1%	7.5%	9.1%	11.2%	13.2%														
	41.28	0.0%	1.3%	2.1%	3.2%	3.9%	4.7%	5.6%	6.4%	7.3%	8.1%	9.0%										
	53.98	0.0%	0.3%	0.5%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.9%	2.1%	2.3%										
105.51	41.28	0.0%	2.8%	4.6%	6.8%	8.3%	10.1%	12.0%	13.8%													
	53.98	0.0%	0.7%	1.2%	1.7%	2.1%	2.6%	3.1%	3.5%	4.0%	4.5%	4.9%										
	66.68	0.0%	0.2%	0.4%	0.6%	0.7%	0.9%	1.1%	1.2%	1.4%	1.5%	1.7%										
140.68	53.98	0.0%	1.2%	2.0%	3.0%	3.6%	4.4%	5.2%	6.0%	6.8%	7.7%	8.5%										
	66.68	0.0%	0.4%	0.7%	1.0%	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.6%	2.9%										
175.85	53.98	0.0%	1.5%	2.5%	3.7%	4.5%	5.5%	6.5%	7.5%	8.6%	9.6%	10.6%										
	66.68	0.0%	0.3%	0.5%	0.7%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%										

หลักการที่ใช้นในการสร้างตารางมีดังต่อไปนี้

- ขนาดท่อด้านดูดจะต้องไม่เล็กเกินไปจนกระทั่งทำให้ความเร็วของสารทำความเย็นสูงเกิน 20.32 m/s เพราะจะทำให้เกิดเสียงดังในเส้นท่อ
- ขนาดท่อด้านดูดจะต้องไม่ใหญ่เกินไปจนกระทั่งทำให้ความเร็วของสารทำความเย็นต่ำกว่า 7.62 m/s ไม่งั้นนั้นอาจทำให้ น้ำมันไม่สามารรถไหลกลับ Compressor ได้ และทำให้ Compressor เสียหายในที่สุด
- ตารางข้างต้นแสดงเฉพาะระยะท่อที่มี Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15%
- ตารางข้างต้นใช้สมมติฐานว่าเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 2.64 kW ถึง 7.03 kW ใช้คอมเพรสเซอร์แบบโรตารีซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะท่อ ดังนี้
  - เครื่องปรับอากาศขนาด 2.64 kW ถึงขนาด 4.40 kW เดินได้สูงสุด 15 เมตร
  - เครื่องปรับอากาศขนาด 5.28 kW ถึงขนาด 7.03 kW เดินได้สูงสุด 20 เมตร
- ในกรณีทีคิดตั้งท่อเกินระยะ 60 เมตรต้องปรึกษาคู่ผลิต
- ควรพิจารณาประเด็นเรื่อง Cooling Capacity Drop ประกอบกับการเลือกขนาดท่อเพราะยิ่ง Cooling Capacity Drop มาก ยิ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น

ตารางที่ 3.3 การหาขนาดท่อด้านดูดสำหรับสารทำความเย็น R22 (แสดงในหน่วยอังกฤษ)

Cooling Capacity (Btu/h)	ขนาดท่อ (ASTM B280)	ความสามารถในการทำความเย็นที่ลดน้อยลง (Cooling Capacity Drop) ที่ความยาวสมมุติต่างๆ (ฟุต)										
		25	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200
9,000	3/8"	0.0%	6.2%									
12,000	3/8"	0.0%	10.3%									
	1/2"	0.0%	2.3%									
15,000	1/2"	0.0%	3.5%									
18,000	1/2"	0.0%	4.9%	8.1%								
	5/8"	0.0%	1.5%	2.5%								
24,000	1/2"	0.0%	8.3%	13.8%								
	5/8"	0.0%	2.6%	4.3%								
	3/4"	0.0%	1.0%	1.6%								
30,000	5/8"	0.0%	3.9%	6.5%	9.7%	11.8%	14.4%					
	3/4"	0.0%	1.5%	2.4%	3.6%	4.4%	5.4%	6.4%	7.3%	8.3%	9.3%	10.3%
36,000	5/8"	0.0%	5.5%	9.2%	13.6%							
	3/4"	0.0%	2.1%	3.4%	5.1%	6.2%	7.6%	8.9%	10.3%	11.7%	13.0%	14.4%
	7/8"	0.0%	0.9%	1.5%	2.3%	2.7%	3.4%	4.0%	4.6%	5.2%	5.8%	6.4%
42,000	5/8"	0.0%	7.3%	12.2%								
	3/4"	0.0%	2.7%	4.6%	6.8%	8.2%	10.1%	11.9%	13.7%			
	7/8"	0.0%	1.2%	2.0%	3.0%	3.7%	4.5%	5.3%	6.1%	6.9%	7.7%	8.5%
48,000	3/4"	0.0%	3.5%	5.9%	8.7%	10.6%	12.9%					
	7/8"	0.0%	1.6%	2.6%	3.9%	4.7%	5.7%	6.8%	7.8%	8.8%	9.9%	10.9%
60,000	3/4"	0.0%	5.3%	8.9%	13.2%							
	7/8"	0.0%	2.4%	3.9%	5.8%	7.1%	8.7%	10.3%	11.8%	13.4%	15.0%	
	1-1/8"	0.0%	0.6%	1.1%	1.6%	1.9%	2.4%	2.8%	3.2%	3.7%	4.1%	4.5%
72,000	3/4"	0.0%	7.5%	12.5%								
	7/8"	0.0%	3.3%	5.5%	8.2%	10.0%	12.2%	14.4%				
	1-1/8"	0.0%	0.9%	1.5%	2.2%	2.7%	3.3%	3.9%	4.5%	5.1%	5.7%	6.3%
96,000	7/8"	0.0%	5.7%	9.5%	14.1%							
	1-1/8"	0.0%	1.5%	2.6%	3.8%	4.6%	5.7%	6.7%	7.7%	8.8%	9.8%	10.8%
	1-3/8"	0.0%	0.5%	0.9%	1.3%	1.6%	2.0%	2.4%	2.7%	3.1%	3.5%	3.8%
120,000	1-1/8"	0.0%	2.3%	3.9%	5.8%	7.0%	8.6%	10.2%	11.7%	13.3%	14.9%	
	1-3/8"	0.0%	0.8%	1.4%	2.0%	2.5%	3.0%	3.6%	4.1%	4.7%	5.2%	5.8%
180,000	1-3/8"	0.0%	1.8%	2.9%	4.4%	5.3%	6.5%	7.7%	8.8%	10.0%	11.2%	12.4%
	1-5/8"	0.0%	0.7%	1.2%	1.8%	2.2%	2.7%	3.2%	3.7%	4.2%	4.7%	5.2%
240,000	1-3/8"	0.0%	3.0%	5.1%	7.5%	9.1%	11.2%	13.2%				
	1-5/8"	0.0%	1.3%	2.1%	3.2%	3.9%	4.7%	5.6%	6.4%	7.3%	8.1%	9.0%
	2-1/8"	0.0%	0.3%	0.5%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.9%	2.1%	2.3%
360,000	1-5/8"	0.0%	2.8%	4.6%	6.8%	8.3%	10.1%	12.0%	13.8%			
	2-1/8"	0.0%	0.7%	1.2%	1.7%	2.1%	2.6%	3.1%	3.5%	4.0%	4.5%	4.9%
	2-5/8"	0.0%	0.2%	0.4%	0.6%	0.7%	0.9%	1.1%	1.2%	1.4%	1.5%	1.7%
480,000	2-1/8"	0.0%	1.2%	2.0%	3.0%	3.6%	4.4%	5.2%	6.0%	6.8%	7.7%	8.5%
	2-5/8"	0.0%	0.4%	0.7%	1.0%	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	2.6%	2.9%
600,000	2-1/8"	0.0%	1.5%	2.5%	3.7%	4.5%	5.5%	6.5%	7.5%	8.6%	9.6%	10.6%
	2-5/8"	0.0%	0.3%	0.5%	0.7%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%

หลักการที่ขึ้นการร่างตารางมีดังต่อไปนี้

- 1) ขนาดท่อด้านดูดจะต้องไม่เล็กเกินไปจนกระทั่งทำให้ความเร็วของสารทำความเย็นสูงเกิน 4,000 fpm เพราะจะทำให้เกิดเสียงดังในเส้นท่อ
- 2) ขนาดท่อด้านดูดจะต้องไม่ใหญ่เกินไปจนกระทั่งทำให้ความเร็วของสารทำความเย็นต่ำกว่า 1,500 fpm ไม่เช่นนั้นอาจทำให้น้ำมันไม่สามารถไหลกลับ Compressor ได้ และทำให้ Compressor เสียหายในที่สุด
- 3) ตารางข้างต้นแสดงเฉพาะระยะท่อที่มี Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15%
- 4) ตารางข้างต้นใช้สมมติฐานว่าเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 9,000 Btu/h ถึง 24,000 Btu/h ใช้คอมเพรสเซอร์แบบ โรตารีซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะท่อ ดังนี้
  - 4.1) เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 Btu/h ถึงขนาด 15,000 Btu/h เดินได้สูงสุด 50 ฟุต
  - 4.2) เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu/h ถึงขนาด 24,000 Btu/h เดินได้สูงสุด 67 ฟุต
- 5) ในกรณีที่ติดตั้งท่อเกินระยะ 200 ฟุตต้องปรับทุกฟุต
- 6) ควรพิจารณาประเด็นเรื่อง Cooling Capacity Drop ประกอบกับการเลือกขนาดท่อเพราะยิ่ง Cooling Capacity Drop มาก ยิ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น

- ๑) ขนาดของท่อควรพิจารณาจาก Cooling Capacity Drop และความเร็วของสารทำความเย็น Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15% และความเร็วของสารทำความเย็นไม่เกิน 4,000 fpm
- ๒) ขนาดของท่อควรพิจารณาจาก Cooling Capacity Drop และความเร็วของสารทำความเย็น Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15% และความเร็วของสารทำความเย็นไม่เกิน 4,000 fpm
- ๓) ขนาดของท่อควรพิจารณาจาก Cooling Capacity Drop และความเร็วของสารทำความเย็น Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15% และความเร็วของสารทำความเย็นไม่เกิน 4,000 fpm
- ๔) ขนาดของท่อควรพิจารณาจาก Cooling Capacity Drop และความเร็วของสารทำความเย็น Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15% และความเร็วของสารทำความเย็นไม่เกิน 4,000 fpm
- ๕) ขนาดของท่อควรพิจารณาจาก Cooling Capacity Drop และความเร็วของสารทำความเย็น Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15% และความเร็วของสารทำความเย็นไม่เกิน 4,000 fpm
- ๖) ขนาดของท่อควรพิจารณาจาก Cooling Capacity Drop และความเร็วของสารทำความเย็น Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15% และความเร็วของสารทำความเย็นไม่เกิน 4,000 fpm
- ๗) ขนาดของท่อควรพิจารณาจาก Cooling Capacity Drop และความเร็วของสารทำความเย็น Cooling Capacity Drop ไม่เกิน 15% และความเร็วของสารทำความเย็นไม่เกิน 4,000 fpm





ตารางที่ 3.4 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R22 (แสดงในหน่วย SI) (ต่อ)

Cooling Capacity (kW)	FCU อยู่สูงกว่า CDU (เมตร)	ขนาดท่อในตารางเป็นขนาด OD										
		ความยาวท่อสมมูลรวม (เมตร)										
		7.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
70.34	5	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
	0	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.
105.51	5	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	0	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
140.68	5	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	0	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
175.85	5	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	34.93 มม.	34.93 มม.
	0	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.

หลักการที่ใช้ในการสร้างตารางมีดังต่อไปนี้

- 1) Pressure Drop ที่เกิดขึ้นที่ท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงจะต้องไม่มากเกินไปจนกระทั่งทำให้ค่า Liquid Subcooling ก่อนเข้า Expansion Device น้อยกว่า 2.78 C จากเงื่อนไขที่ว่าเครื่องปรับอากาศมี Liquid Subcooling 5.56 C ฉะนั้นจึงเท่ากับว่าเรายอมให้ Pressure Drop ที่เกิดขึ้นที่ท่อไม่เกินเท่ากับ 5.56 C - 2.78 C = 2.78 C แปลงค่า Pressure Drop 2.78 C เป็นหน่วย kPa จะได้เท่ากับ 117 kPa โดยอ้างอิงจากคุณสมบัติด้านอุณหภูมิและความดันอิ่มตัวของสารทำความเย็น R22 ดังต่อไปนี้

Condensing Temperature ที่ 48.89 C จะมีความดัน = 1,896 kPa

Condensing Temperature ที่ 46.11 C (หลังจาก Drop 2.78 C) จะมีความดัน = 1,779 kPa

ฉะนั้น Pressure Drop 2.78 C จึงเท่ากับ 1,896 kPa - 1,779 kPa = 117 kPa

นั่นหมายความว่าขนาดและความยาวของท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงจะต้องถูกเลือกโดยมีเงื่อนไขว่า Pressure Drop ไม่เกิน 117 kPa

- 2) ถ้ามีการเดินท่อสารทำความเย็นเหลวจาก CDU ขึ้นในแนวตั้ง (Liquid Lift) ไปหา Expansion Device ซึ่งอยู่ใน FCU จะเกิด Pressure Drop มากเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อสารทำความเย็นเหลว

ค่า Pressure Drop ที่เกิดจาก Liquid Lift นี้มีค่าเท่ากับ 11.3 kPa ต่อความสูง 1 เมตรสำหรับสารทำความเย็น R22

- 3) ความเร็วสารทำความเย็นต้องไม่เกิน 3m/s ไม่งั้นนั้นอาจเกิด Liquid Hammer ในเส้นท่อ

- 4) ตารางข้างต้น ใช้สมมติฐานว่าเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 2.64 kW ถึง 7.03 kW ใช้คอมเพรสเซอร์แบบ โรตารี ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะท่อ ดังนี้

4.1) เครื่องปรับอากาศขนาด 2.64 kW ถึงขนาด 4.40 kW เดินได้สูงสุด 15 เมตร

4.2) เครื่องปรับอากาศขนาด 5.28 kW ถึงขนาด 7.03 kW เดินได้สูงสุด 20 เมตร

- 5) ในกรณีที่คิดตั้งท่อเกินระยะ 60 เมตรต้องปรึกษาผู้ผลิต



ตารางที่ 3.5 การหาขนาดท่อสำหรับความเค้นเหลือด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R22 (แสดงในหน่วยอังกฤษ)

ขนาด Brw/h	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU (ฟุต)	ขนาดท่อในตารางเป็นขนาดตามมาตรฐาน ASTM B280										
		ความยาวท่อสมมูลรวม (ฟุต)										
		25	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200
9,000	16	1/4"	1/4"									
	0	1/4"	1/4"									
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"									
12,000	16	1/4"	1/4"									
	0	1/4"	1/4"									
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"									
15,000	16	1/4"	3/8"									
	0	1/4"	1/4"									
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"									
18,000	16	1/4"	3/8"	3/8"								
	0	1/4"	1/4"	3/8"								
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"	3/8"								
24,000	16	3/8"	3/8"	3/8"								
	0	1/4"	3/8"	3/8"								
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	3/8"	3/8"								
30,000	16	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
36,000	16	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"
42,000	16	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
48,000	16	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
60,000	16	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
72,000	16	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	0	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
96,000	16	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	0	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
120,000	16	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"
	0	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
180,000	16	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"
	0	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"

ตารางที่ 3.5 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R22 (แสดงในหน่วยอังกฤษ) (ต่อ)

ขนาด Btu/h	FCU อยู่สูงกว่า CDU (ฟุต)	ขนาดท่อในตารางเป็นขนาดตามมาตรฐาน ASTM B280										
		ความยาวท่อสมมูลรวม (ฟุต)										
		25	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200
240,000	16	5/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"
	0	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
360,000	16	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	0	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"
480,000	16	3/4"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	0	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
600,000	16	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-3/8"	1-3/8"
	0	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"

หลักการที่ใช้นในการสร้างตารางมีดังต่อไปนี้

- Pressure Drop ที่เกิดขึ้นที่ท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงจะต้องไม่มากเกินไปจนกระทั่งทำให้ค่า Liquid Subcooling ก่อนเข้า Expansion Device น้อยกว่าจากเงื่อนไขที่ว่าเครื่องปรับอากาศมี Liquid Subcooling 10R ฉะนั้นจึงเท่ากับว่าเรายอมให้ Pressure Drop ที่เกิดขึ้นที่ท่อไม่เกินไปเท่ากับ 10R-SR = SR แปลงค่า Pressure Drop SR เป็นหน่วย psi จะได้เท่ากับ 17 psi. โดยอ้างอิงจากคุณสมบัติด้านอุณหภูมิและความดันอิ่มตัวของสารทำความเย็น R22 ดังต่อไปนี้  
 Condensing Temperature ที่ 120F จะมีความดัน = 275 psi.  
 Condensing Temperature ที่ 115F (หลังจาก Drop SR) จะมีความดัน = 258 psi.  
 ฉะนั้น Pressure Drop SR จึงเท่ากับ 275 psi. - 258 psi. = 17 psi.  
 นั่นหมายถึงว่าขนาดและความยาวของท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงจะต้องถูกเลือกโดยมีเงื่อนไขว่า Pressure Drop ไม่เกิน 17 psi.
- ถ้ามีการเดินท่อสารทำความเย็นเหลวจาก CDU ขึ้นในแนวตั้ง (Liquid Lift) ไปหา Expansion Device ซึ่งอยู่ใน FCU จะเกิด Pressure Drop มากเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อสารทำความเย็นเหลว  
 ค่า Pressure Drop ที่เกิดจาก Liquid Lift นี้มีค่าเท่ากับ 0.50 psi. ต่อความสูง 1 ฟุตสำหรับสารทำความเย็น R22
- ความเร็วสารทำความเย็นต้องไม่เกิน 590 fpm ไม่งั้นนั้นอาจเกิด Liquid Hammer ในเส้นท่อ
- ตารางข้างต้นใช้สมมติฐานว่าเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 9,000 Btu/h ถึง 24,000 Btu/h ใช้คอมเพรสเซอร์แบบโรตารีซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะท่อ ดังนี้
  - เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 Btu/h ถึงขนาด 15,000 Btu/h เดินได้สูงสุด 50 ฟุต
  - เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu/h ถึงขนาด 24,000 Btu/h เดินได้สูงสุด 67 ฟุต
- โน้ตที่คิดตั้งท่อเกินระยะ 200 ฟุตต้องปรึกษาผู้ผลิต

ตารางที่ 3.6 การหาขนาดท่อด้านดูดสำหรับสารทำความเย็น R410A (แสดงในหน่วย SI)

Cooling Capacity (kW)	ขนาดท่อ OD (มม.)	ความสามารถในการทำความเย็นที่ลดน้อยลง (Cooling Capacity Drop) ที่ความยาวสมมูลต่างๆ (เมตร)										
		7.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2.64	9.53	0.0%	2.8%									
3.52	9.53	0.0%	4.7%									
4.40	9.53	0.0%	7.1%									
5.28	9.53	0.0%	10.0%									
	12.70	0.0%	2.2%	3.6%								
7.03	12.70	0.0%	3.7%	6.2%								
	15.88	0.0%	1.2%	1.9%								
8.79	12.70	0.0%	5.6%	9.3%	13.1%							
	15.88	0.0%	1.7%	2.9%	4.1%	5.2%	6.4%	7.6%	8.7%	9.9%	11.1%	12.2%
10.55	12.70	0.0%	7.9%	13.1%								
	15.88	0.0%	2.5%	4.1%	5.7%	7.4%	9.0%	10.6%	12.3%	13.9%		
	19.05	0.0%	0.9%	1.5%	2.1%	2.7%	3.4%	4.0%	4.6%	5.2%	5.8%	6.4%
12.31	15.88	0.0%	3.3%	5.5%	7.6%	9.8%	12.0%	14.2%				
	19.05	0.0%	1.2%	2.0%	2.8%	3.7%	4.5%	5.3%	6.1%	6.9%	7.7%	8.5%
14.07	15.88	0.0%	4.2%	7.0%	9.8%	12.6%						
	19.05	0.0%	1.6%	2.6%	3.6%	4.7%	5.7%	6.8%	7.8%	8.9%	9.9%	10.9%
	22.23	0.0%	0.7%	1.2%	1.6%	2.1%	2.5%	3.0%	3.5%	3.9%	4.4%	4.9%
17.58	19.05	0.0%	2.4%	4.0%	5.5%	7.1%	8.7%	10.3%	11.9%	13.5%		
	22.23	0.0%	1.1%	1.8%	2.5%	3.2%	3.9%	4.6%	5.3%	6.0%	6.7%	7.4%
21.10	19.05	0.0%	3.3%	5.6%	7.8%	10.0%	12.3%	14.5%				
	22.23	0.0%	1.5%	2.5%	3.5%	4.4%	5.4%	6.4%	7.4%	8.4%	9.4%	10.4%
28.14	22.23	0.0%	2.5%	4.2%	5.9%	7.5%	9.3%	11.0%	12.7%	14.4%		
	28.58	0.0%	0.7%	1.1%	1.6%	2.1%	2.5%	3.0%	3.4%	3.9%	4.3%	4.8%
35.17	22.23	0.0%	3.9%	6.4%	9.0%	11.6%	14.2%					
	28.58	0.0%	1.0%	1.7%	2.4%	3.1%	3.8%	4.5%	5.2%	5.9%	6.6%	7.3%
52.75	28.58	0.0%	2.2%	3.7%	5.2%	6.7%	8.2%	9.7%	11.2%	12.7%	14.2%	
	34.93	0.0%	0.8%	1.3%	1.8%	2.4%	2.9%	3.4%	3.9%	4.5%	5.0%	5.5%
	34.93	0.0%	0.3%	0.6%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.7%	1.9%	2.1%	2.3%
70.34	34.93	0.0%	1.3%	2.2%	3.1%	4.0%	4.9%	5.8%	6.7%	7.6%	8.5%	9.4%
	41.28	0.0%	0.6%	0.9%	1.3%	1.7%	2.1%	2.5%	2.8%	3.2%	3.6%	4.0%
105.51	41.28	0.0%	1.2%	2.0%	2.9%	3.7%	4.5%	5.3%	6.1%	6.9%	7.8%	8.6%
	53.98	0.0%	0.3%	0.5%	0.7%	0.9%	1.1%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%
140.68	53.98	0.0%	0.5%	0.9%	1.3%	1.6%	2.0%	2.3%	2.7%	3.0%	3.4%	3.8%
	175.85	53.98	0.0%	0.8%	1.4%	1.9%	2.5%	3.0%	3.5%	4.1%	4.6%	5.2%
66.68		0.0%	0.3%	0.5%	0.7%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%

หลักการที่ใช้ในการสร้างตารางมีดังต่อไปนี้

- 1) ขนาดท่อด้านดูดจะตั้งไม่เกินไปจนกระทั่งทำให้ความเร็วของสารทำความเย็นสูงเกิน 20.32 m/s เพราะจะทำให้เกิดเสียงดังในเส้นท่อ
- 2) ขนาดท่อด้านดูดจะตั้งไม่ใหญ่เกินไปจนกระทั่งทำให้ความเร็วของสารทำความเย็นต่ำกว่า 7.62 m/s ไม่เช่นนั้นอาจทำให้น้ำมันไม่สามารถไหลกลับ Compressor ได้ และทำให้ Compressor เสียหายในที่สุด
- 3) ตารางข้างต้นแสดงเฉพาะระยะท่อที่มี Capacity Drop ไม่เกิน 15%
- 4) ตารางข้างต้นใช้สมมติฐานว่าเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 2.64 kW ถึง 7.03 kW ใช้คอมเพรสเซอร์แบบโรตารีซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะท่อ ดังนี้
  - 4.1) เครื่องปรับอากาศขนาด 2.64 kW ถึงขนาด 4.40 kW เดินได้สูงสุด 15 เมตร
  - 4.2) เครื่องปรับอากาศขนาด 5.28 kW ถึงขนาด 7.03 kW เดินได้สูงสุด 20 เมตร
- 5) โน้ตที่ติดตั้งท่อเกินระยะ 60 เมตรต้องปรึกษาผู้ผลิต



ตารางที่ 3.7 การหาค่าขนาดท่อสำหรับสารทำความเย็น R410A (แสดงในหน่วยอังกฤษ)

Cooling Capacity (Btu/h)	ขนาดท่อ (ASTM B280)	ความสามารถในการทำความเย็นที่ลดน้อยลง (Capacity Drop) ที่ความยาวสมมูลต่างๆ (ฟุต)																				
		25	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200										
9,000	3/8"	0.0%	2.8%																			
12,000	3/8"	0.0%	4.7%																			
15,000	3/8"	0.0%	7.1%																			
18,000	3/8"	0.0%	10.0%																			
	1/2"	0.0%	2.2%	3.6%																		
24,000	1/2"	0.0%	3.7%	6.2%																		
	5/8"	0.0%	1.2%	1.9%																		
30,000	1/2"	0.0%	5.6%	9.3%	13.1%																	
	5/8"	0.0%	1.7%	2.9%	4.1%	5.2%	6.4%	7.6%	8.7%	9.9%	11.1%	12.2%										
36,000	1/2"	0.0%	7.9%	13.1%																		
	5/8"	0.0%	2.5%	4.1%	5.7%	7.4%	9.0%	10.6%	12.3%	13.9%												
	3/4"	0.0%	0.9%	1.5%	2.1%	2.7%	3.4%	4.0%	4.6%	5.2%	5.8%	6.4%										
42,000	5/8"	0.0%	3.3%	5.5%	7.6%	9.8%	12.0%	14.2%														
	3/4"	0.0%	1.2%	2.0%	2.8%	3.7%	4.5%	5.3%	6.1%	6.9%	7.7%	8.5%										
48,000	5/8"	0.0%	4.2%	7.0%	9.8%	12.6%																
	3/4"	0.0%	1.6%	2.6%	3.6%	4.7%	5.7%	6.8%	7.8%	8.9%	9.9%	10.9%										
	7/8"	0.0%	0.7%	1.2%	1.6%	2.1%	2.5%	3.0%	3.5%	3.9%	4.4%	4.9%										
60,000	3/4"	0.0%	2.4%	4.0%	5.5%	7.1%	8.7%	10.3%	11.9%	13.5%												
	7/8"	0.0%	1.1%	1.8%	2.5%	3.2%	3.9%	4.6%	5.3%	6.0%	6.7%	7.4%										
72,000	3/4"	0.0%	3.3%	5.6%	7.8%	10.0%	12.3%	14.5%														
	7/8"	0.0%	1.5%	2.5%	3.5%	4.4%	5.4%	6.4%	7.4%	8.4%	9.4%	10.4%										
96,000	7/8"	0.0%	2.5%	4.2%	5.9%	7.6%	9.3%	11.0%	12.7%	14.4%												
	1-1/8"	0.0%	0.7%	1.1%	1.6%	2.1%	2.5%	3.0%	3.4%	3.9%	4.3%	4.8%										
120,000	7/8"	0.0%	3.9%	6.4%	9.0%	11.6%	14.2%															
	1-1/8"	0.0%	1.0%	1.7%	2.4%	3.1%	3.8%	4.5%	5.2%	5.9%	6.6%	7.3%										
180,000	1-1/8"	0.0%	2.2%	3.7%	5.2%	6.7%	8.2%	9.7%	11.2%	12.7%	14.2%											
	1-3/8"	0.0%	0.8%	1.3%	1.8%	2.4%	2.9%	3.4%	3.9%	4.5%	5.0%	5.5%										
	1-5/8"	0.0%	0.3%	0.6%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.7%	1.9%	2.1%	2.3%										
240,000	1-3/8"	0.0%	1.3%	2.2%	3.1%	4.0%	4.9%	5.8%	6.7%	7.6%	8.5%	9.4%										
	1-5/8"	0.0%	0.6%	0.9%	1.3%	1.7%	2.1%	2.5%	2.8%	3.2%	3.6%	4.0%										
360,000	1-5/8"	0.0%	1.2%	2.0%	2.9%	3.7%	4.5%	5.3%	6.1%	6.9%	7.8%	8.6%										
	2-1/8"	0.0%	0.3%	0.5%	0.7%	0.9%	1.1%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%	2.2%										
480,000	2-1/8"	0.0%	0.5%	0.9%	1.3%	1.6%	2.0%	2.3%	2.7%	3.0%	3.4%	3.8%										
600,000	2-1/8"	0.0%	0.8%	1.4%	1.9%	2.5%	3.0%	3.5%	4.1%	4.6%	5.2%	5.7%										
	2-5/8"	0.0%	0.3%	0.5%	0.7%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%										

หลักการที่ใช้นการสร้างตารางมีดังต่อไปนี้

- 1) ขนาดท่อด้านดูดจะต้องไม่เล็กเกินไปจนกระทั่งทำให้ความเร็วของสารทำความเย็นสูงเกิน 4,000 fpm เพราะจะทำให้เกิดเสียงดังในเส้นท่อ
- 2) ขนาดท่อด้านดูดจะต้องไม่ใหญ่เกินไปจนกระทั่งทำให้ความเร็วของสารทำความเย็นต่ำกว่า 1,500 fpm ไมเช่นนั้นอาจทำให้น้ำมัน ไม่สามารถไหลกลับ Compressor ได้ และทำให้ Compressor เสียหายในที่สุด
- 3) ตารางข้างต้นแสดงเฉพาะระยะท่อที่มี Capacity Drop ไม่เกิน 15%
- 4) ตารางข้างต้น ใช้สมมติฐานว่าเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 9,000 Btu/h ถึง 24,000 Btu/h ใช้คอมเพรสเซอร์แบบโรตารีซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะท่อ ดังนี้
  - 4.1) เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 Btu/h ถึงขนาด 15,000 Btu/h เดินได้สูงสุด 50 ฟุต
  - 4.2) เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu/h ถึงขนาด 24,000 Btu/h เดินได้สูงสุด 67 ฟุต
- 5) ในกรณีที่เกิดคั้งท่อเกินระยะ 200 ฟุตต้องปรึกษาผู้ผลิต

ตารางที่ 3.8 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R410A (แสดงในหน่วย SI)

		ขนาดท่อในตารางเป็นขนาด OD												
Cooling Capacity (kW)	FCU อยู่สูงกว่า CDU (เมตร)	ความยาวท่อสมมูลรวม (เมตร)												
		7.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
2.64	10	6.35 มม.	6.35 มม.											
	5	6.35 มม.	6.35 มม.											
	0	6.35 มม.	6.35 มม.											
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	6.35 มม.	6.35 มม.											
3.52	10	6.35 มม.	6.35 มม.											
	5	6.35 มม.	6.35 มม.											
	0	6.35 มม.	6.35 มม.											
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	6.35 มม.	6.35 มม.											
4.40	10	6.35 มม.	6.35 มม.											
	5	6.35 มม.	6.35 มม.											
	0	6.35 มม.	6.35 มม.											
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	6.35 มม.	6.35 มม.											
5.28	10	6.35 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.										
	5	6.35 มม.	6.35 มม.	9.53 มม.										
	0	6.35 มม.	6.35 มม.	6.35 มม.										
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	6.35 มม.	6.35 มม.	6.35 มม.										
7.03	10	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.										
	5	6.35 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.										
	0	6.35 มม.	6.35 มม.	9.53 มม.										
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	6.35 มม.	6.35 มม.	9.53 มม.										
8.79	10	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	
	5	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.
	0	6.35 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	6.35 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.
10.55	10	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	5	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	
	0	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	
12.31	10	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	5	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	0	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	
14.07	10	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	5	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	0	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
17.58	10	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	5	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	0	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	



ตารางที่ 3.8 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R410A (แสดงในหน่วย SI) (ต่อ)

ขนาดท่อในตารางเป็นขนาด OD

Cooling Capacity (kW)	FCU อยู่สูงกว่า CDU (เมตร)	ความยาวท่อสมมูลรวม (เมตร)											
		7.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
21.10	10	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
	5	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.
	0	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	9.53 มม.	9.53 มม.	9.53 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.
28.14	10	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
	5	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
	0	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.
35.17	10	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
	5	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
	0	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	12.70 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
52.75	10	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.
	5	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.
	0	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.
70.34	10	15.88 มม.	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
	5	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.
	0	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	15.88 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.
105.51	10	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	5	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
	0	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	19.05 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
140.68	10	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	5	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	0	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.	22.23 มม.
175.85	10	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	5	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	0	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.	28.58 มม.

หลักการที่ใช้ในการสร้างตารางมีดังต่อไปนี้

- 1) Pressure Drop ที่เกิดขึ้นที่ท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงจะต้องไม่มากเกินไปจนกระทั่งทำให้ค่า Liquid Subcooling ก่อนเข้า Expansion Device น้อยกว่า 2.78 C จากเงื่อนไขที่เครื่องปรับอากาศมี Liquid Subcooling 5.56 C ฉะนั้นจึงเท่ากับเรายอมให้ Pressure Drop ที่เกิดขึ้นที่ท่อไม่เกินเท่ากับ 5.56 C - 2.78 C = 2.78 C แปลงค่า Pressure Drop 2.78 C เป็นหน่วย kPa ได้เท่ากับ 186 kPa โดยอ้างอิงจากคุณสมบัติด้านอุณหภูมิจและความดันอิ่มตัวของสารทำความเย็น R410A ดังต่อไปนี้

Condensing Temperature ที่ 48.89 C จะมีความดัน = 2,985 kPa

Condensing Temperature ที่ 46.11 C (หลังจาก Drop 2.78 C) จะมีความดัน = 2,799 kPa

ฉะนั้น Pressure Drop 2.78 C จึงเท่ากับ 2,985 kPa - 2,799 kPa = 186 kPa

นั่นหมายถึงว่าขนาดและความยาวของท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงจะต้องถูกเลือกโดยมีเงื่อนไขว่า Pressure Drop ไม่เกิน 186 kPa

- 2) ถ้ามีการเดินท่อสารทำความเย็นเหลวจาก CDU ขึ้นในแนวตั้ง (Liquid Lift) ไปหา Expansion Device ซึ่งอยู่ใน FCU จะเกิด Pressure Drop มากเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อสารทำความเย็นเหลว

ค่า Pressure Drop ที่เกิดจาก Liquid Lift นี้มีค่าเท่ากับ 9.88 kPa ต่อความสูง 1 เมตรสำหรับสารทำความเย็น R410A

- 3) ความเร็วสารทำความเย็นต้องไม่เกิน 3m/s ไม่งั้นมันอาจเกิด Water Hammer ในเส้นท่อ
- 4) ตารางข้างต้นใช้สมมติฐานว่าเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 2.64 kW ถึง 7.03 kW ใช้คอมเพรสเซอร์แบบ โรตารี ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะท่อ ดังนี้
  - 4.1) เครื่องปรับอากาศขนาด 2.64 kW ถึงขนาด 4.40 kW เดินได้สูงสุด 15 เมตร
  - 4.2) เครื่องปรับอากาศขนาด 5.28 kW ถึงขนาด 7.03 kW เดินได้สูงสุด 20 เมตร
- 5) ในกรณีที่เกิดข้อจำกัดระยะ 60 เมตรต้องปรึกษาผู้ผลิต

ตารางที่ 3.9 การหาขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R-410A (แสดงในหน่วยอังกฤษ)

Cooling Capacity (Btu/h)	FCU อยู่สูงกว่า CDU (ฟุต)	ขนาดท่อในตารางเป็นขนาดตามมาตรฐาน ASTM B280											
		25	50	67	85	100	117	133	150	167	183	200	
9,000	33	1/4"	1/4"										
	16	1/4"	1/4"										
	0	1/4"	1/4"										
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"										
12,000	33	1/4"	1/4"										
	16	1/4"	1/4"										
	0	1/4"	1/4"										
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"										
15,000	33	1/4"	1/4"										
	16	1/4"	1/4"										
	0	1/4"	1/4"										
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"										
18,000	33	1/4"	3/8"	3/8"									
	16	1/4"	1/4"	3/8"									
	0	1/4"	1/4"	1/4"									
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"	1/4"									
24,000	33	3/8"	3/8"	3/8"									
	16	1/4"	3/8"	3/8"									
	0	1/4"	1/4"	3/8"									
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	1/4"	3/8"									
30,000	33	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"
	16	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
	0	1/4"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/4"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
36,000	33	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	16	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
42,000	33	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	16	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
48,000	33	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	16	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
60,000	33	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	16	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"

ตารางที่ 3.9 กำหนดขนาดท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงสำหรับสารทำความเย็น R410A (แสดงในหน่วยอังกฤษ) (ต่อ)

Cooling Capacity (Btu/h)	FCU อยู่สูงกว่า CDU (ฟุต)	ขนาดท่อในตารางเป็นขนาดตามมาตรฐาน ASTM B280											
		25	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200	
72,000	33	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"
	16	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	0	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
96,000	33	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	16	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"
	0	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
120,000	33	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	16	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	0	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
180,000	33	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
	16	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"
	0	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
240,000	33	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"
	16	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
	0	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
360,000	33	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"
	16	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"
	0	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"
480,000	33	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	16	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	0	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"
600,000	33	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	16	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	0	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"
	FCU อยู่ต่ำกว่า CDU	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"	1-1/8"

หลักการที่ใช้ในการสร้างตารางมีดังต่อไปนี้

- Pressure Drop ที่เกิดขึ้นที่ท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงจะต้องไม่มากเกินไปจนกระทั่งทำให้ค่า Subcool ก่อนเข้า Expansion Device น้อยกว่า 5F จากเงื่อนไขที่ว่าเครื่องปรับอากาศมี Subcool 10F ฉะนั้นจึงเท่ากับว่าเรายอมให้ Pressure Drop ที่เกิดขึ้นที่ท่อไม่เกินเท่ากับ 10F-5F = 5F แปลงค่า Subcool 5F เป็นหน่วย psi ได้เท่ากับ 27 psi. โดยอ้างอิงจากคุณสมบัติด้านอุณหภูมิและความดันอิ่มตัวของสารทำความเย็น R410A ดังต่อไปนี้
  - อุณหภูมิอิ่มตัวที่ 120F (condenser temperature) จะมีความดัน = 433 psi.
  - อุณหภูมิอิ่มตัวที่ 115F (หลังจาก Drop 5F) จะมีความดัน = 406 psi.
  - ฉะนั้น Subcool 5F จึงเท่ากับ 433 psi - 406 psi = 27 psi.
 หมายเหตุถึงขนาดและความยาวของท่อสารทำความเย็นเหลวด้านความดันสูงจะต้องถูกเลือกโดยมีเงื่อนไขว่า Pressure Drop ไม่เกิน 27 psi.
- ถ้ามีการเดินท่อสารทำความเย็นเหลวจาก CDU ขึ้นในแนวตั้ง (Liquid Lift) ไปหา Expansion Device ซึ่งอยู่ใน FCU จะเกิด Pressure Drop มากเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อสารทำความเย็นเหลว
  - ค่า Pressure Drop ที่เกิดจาก Liquid Lift นี้มีค่าเท่ากับ 0.43 psi ต่อความสูง 1 ฟุตสำหรับสารทำความเย็น R410A
- ความเร็วสารทำความเย็นต้องไม่เกิน 3m/s ไม่งั้นนั้นอาจเกิด Water Hammer ในเส้นท่อ
- ตารางข้างต้นใช้สมมติฐานว่าเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 9,000 Btu/h ถึง 24,000 Btu/h ใช้คอมเพรสเซอร์แบบโรตารีซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะท่อ ดังนี้
  - เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 Btu/h ถึงขนาด 15,000 Btu/h เดินได้สูงสุด 50 ฟุต
  - เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu/h ถึงขนาด 24,000 Btu/h เดินได้สูงสุด 67 ฟุต
- ในกรณีที่ติดตั้งท่อเกินระยะ 200 ฟุตต้องปรึกษาผู้ผลิต



3.1.6 ท่อสารทำความเย็นด้านดูด(Suction pipe) จะต้องหุ้มด้วยฉนวนเซลล์ปิด(Closed cell)ค่าการนำความร้อนไม่เกิน 0.0375 วัตต์/เมตร-เคลวิน

การหาขนาดความหนาของฉนวนยางดำเพื่อป้องกันการควบแน่นเป็นหยดน้ำหาได้จากตารางที่3.10 โดยกำหนดเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิของสารทำความเย็น(Operation Temperature)ที่อยู่ในท่อมีอุณหภูมิ4°C
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ 0.037 W/mK (เป็นค่าคงที่ของฉนวนยาง)
- ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของอากาศ (Heat Convection) 8.0 W/m<sup>2</sup> k
- อุณหภูมิรอบๆ ฉนวน (Ambient Temperature)ที่จะทำการหุ้มอยู่ระหว่าง31°C – 40°C

d : เส้นผ่าศูนย์กลางรอบนอก (OD) ของท่อสารทำความเย็น

% RH: ค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบๆท่อ

ตารางที่3.10 การหาความหนาของฉนวนยางดำ

d		% RH													
		60		65		70		75		80		85		90	
		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	8.0	9.0	9.5	10.7	11.5	12.9	14.1	15.7	17.7	19.6	23.3	25.6	33.3	36.5
3/8"	10	8.3	9.4	9.9	11.2	12.0	13.4	14.7	16.4	18.6	20.5	24.4	26.8	34.9	38.3
1/2"	13	8.8	10.0	10.6	11.9	12.8	14.3	15.8	17.5	19.9	22.0	26.2	28.8	37.5	41.2
3/4"	19	8.9	10.2	10.8	12.2	13.1	14.7	16.2	18.0	20.4	22.6	26.9	29.7	38.6	42.4
1"	28	9.4	10.8	11.4	12.9	13.9	15.6	17.2	19.2	21.8	24.2	28.9	31.9	41.7	45.7
1-1/4"	35	9.6	11.0	11.7	13.3	14.3	16.1	17.8	19.9	22.6	25.1	30.0	33.1	43.3	47.6
1-1/2"	38	9.8	11.2	11.9	13.5	14.6	16.5	18.2	20.3	23.2	25.7	30.8	34.0	44.6	49.0
2"	51	10.1	11.6	12.3	14.0	15.1	17.0	18.8	21.1	24.1	26.8	32.2	35.6	46.7	51.4
2-1/8"	54	10.2	11.7	12.6	14.1	15.2	17.2	19.0	21.2	24.3	27.1	32.6	36.2	47.5	52.5

ความหนาของฉนวนยางดำหน่วยเป็น มิลลิเมตร

3.1.7 ท่อสารทำความเย็นเหลวแรงดันต่ำที่มีอุปกรณ์ลดแรงดันติดตั้งอยู่ที่ชุดควบแน่น(Low Pressure Liquid Pipe) ได้แก่ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ชนิดติดผนัง (Wall Mount Air Conditioner)ขนาดไม่เกิน 2 ตันความเย็นต้องหุ้มฉนวนที่ท่อสารทำความเย็นเหลวความดันต่ำ(Low Pressure Liquid pipe)แยกต่างหากจากฉนวนของท่อด้านดูด (Suction pipe)(การหุ้มฉนวนรวมสองท่อเข้าด้วยกัน จะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างท่อทั้งสอง)

ความยาวท่อสูงสุดให้ปฏิบัติตามที่ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด ถ้ามิได้กำหนดไว้แนะนำให้ปฏิบัติตามตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 แสดงความยาวท่อสูงสุดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดติดฝ้าผนัง

ขนาดการทำความเย็น		ความยาวท่อสูงสุด (ม.)
ตันทำความเย็น	Btu/h	
0.75	9,000	15
1.0	12,000	15
1.5	18,000	20
2.0	24,000	20

### 3.2 ท่อน้ำทิ้ง

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 20 มม. (3/4 นิ้ว) เป็นท่อ พี.วี.ซี ชั้น 8.5 ตาม มอก. 17 ฉบับปัจจุบัน ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศให้หุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับท่อสารทำความเย็นด้านอุด หนาไม่น้อยกว่า 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) หรือขึ้นอยู่กับขนาดท่อที่ใช้ตามตาราง 3.10

## 4. การติดตั้ง

### 4.1 การติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต

- 4.1.1 ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องแข็งแรง รองรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานได้การยึดแขวนแต่ละวิธีการ ต้องใช้พุกและสกรูให้ถูกต้องกับสิ่งที่ยึด เครื่องต้องตั้งอยู่บน โครงสร้างที่แข็งแรงโดยมีวิศวกรรองรับการสั่นตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 4.1.2 ตัวเครื่องต้องไม่เอียง และต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 300 mm โดยรอบชุดควบแน่นเพื่อ การซ่อมบำรุง
- 4.1.3 ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องสามารถดูดลมจากบรรยากาศภายนอกเข้าระบายความร้อนและส่งออกสู่ภายนอกได้สะดวก โดยไม่มีสิ่งกีดขวางกระแสลมทำให้ลมร้อนไหลย้อนกลับสู่เครื่องได้ อีก
- 4.1.4 การติดตั้งเครื่องหลายเครื่อง ต้องไม่ระบายลมร้อนสู่กันและกัน และต้องพิจารณาสถานที่ตั้งให้เครื่องสามารถดูดลมจากบรรยากาศภายนอกเข้าระบายที่เครื่องได้โดยไม่มีลมร้อนย้อนกลับมาด้วย
- 4.1.5 ตำแหน่งที่ติดตั้งชุดควบแน่นต้องไม่ก่อให้เกิดเสียงดังรวมถึงกระแสลมร้อนที่ระบายต้องไม่รบกวนบริเวณพื้นที่ใช้งานข้างเคียง

### 4.2 การติดตั้งแฟนคอยล์

- 4.2.1 ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องมั่นคงแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานได้
- 4.2.2 การยึดแขวนแฟนคอยล์แต่ละชนิด ต้องยึดด้วยพุก และสกรู และลวดแขวนชนิดที่ถูกต้อง และมีขนาดที่รองรับน้ำหนักได้
- 4.2.3 ต้องมีระยะห่างจากสิ่งต่างๆ ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในคู่มือการติดตั้งหรือต้อง สามารถเข้าซ่อม บำรุง รักษา เปลี่ยนเครื่องหรืออุปกรณ์ได้โดยสะดวกไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุสิ่งของที่อยู่ใต้เครื่องหรือบริเวณใกล้เคียง
- 4.2.4 การส่งกระจายลมเย็นต้องเป็นไปอย่างทั่วถึง ไม่กระทบตรงตัวผู้ใช้ ไม่กระทบการใช้งานของหัวฉีดน้ำดับเพลิง(Sprinkler) หรืออุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ และไม่ก่อให้เกิดการกลั่นตัวของน้ำแก่วัสดุที่ถูกลมเย็นกระทบเช่นกระจก ฝ้าเพดาน ทิว เป็นต้น
  - 4.2.4.1.1 ลมเย็นส่งไม่ถูกดูดย้อนกลับเข้าช่องลมกลับโดยทันที
  - 4.2.4.1.2 ลมกลับต้องสามารถไหลกลับสู่เครื่องได้อย่างสะดวก และทั่วถึงจากทุกบริเวณที่ส่งลมเย็นไปถึง

- 4.2.5 การติดตั้งแฟนคอยล์ชนิดต่อท่อลม หน่วยแฟนคอยล์ชนิดซ่อนเหนือฝ้าเพดานหรือชนิดต่อท่อลม (Ceiling conceal หรือ Ducted type) ต้องทำกล่องลมกลับ(Return chamber)ครอบหน่วยแฟนคอยล์ หรือทำท่อลมกลับ (Duct return) เพื่อป้องกันอากาศเหนือฝ้าเข้าสู่หน่วยแฟนคอยล์พร้อมทำช่องบริการ (Access panel) เพื่อเข้าซ่อมบำรุงได้ขนาดไม่น้อยกว่า 0.6x 0.6 เมตร
- 4.2.6 หน่วยแฟนคอยล์ชนิดที่ใช้ต่อท่อลม(Duct type) ต้องใช้ท่อลมและหัวจ่ายลมเย็นที่มีขนาดโตพอที่ไม่เกิดเสียงดังและไม่ยาวเกินกว่าที่จะสามารถส่งลมเย็นถึงได้ตามแต่ชนิดของเครื่อง ทั้งนี้ความดันสถิตของระบบท่อลมและอุปกรณ์ จะต้องไม่เกินความดันสถิตของหน่วยแฟนคอยล์ (External Static Pressure)ที่กำหนดโดยผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ
- 4.2.7 ขนาดของช่องลมกลับต้องโตพอที่จะให้ลมกลับไหลผ่านด้วยความเร็วไม่เกิน 2 เมตรต่อวินาที (400 ฟุตต่อวินาที)โดยคิดจากพื้นที่หน้าตัดสุทธิ
- 4.2.8 แผงกรองอากาศอาจติดตั้งอยู่ที่เครื่องหรือบนเกร็ดลมกลับต้องสามารถถอดล้างได้สะดวก

### 4.3. การติดตั้งท่อสารทำความเย็น

- 4.3.1 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์จะต้องระมัดระวังต่อไปนี้
- 4.3.1.1 การต่อท่อเข้ากับคอยล์, เครื่อง, และอุปกรณ์อื่นๆ จะต้องไม่มีความเค้นเกิดขึ้นที่ท่อและอุปกรณ์ และจะต้องมีข้อต่อแบบถอดได้โดยง่ายเช่นข้อต่อแบบแฟลสสำหรับการถอดซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์
- 4.3.1.2 การขยายตัวและการหดตัว
- 4.3.1.2.1 จะต้องติดตั้งท่อโดยไม่ให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากการขยายตัวและหดตัวจากอุณหภูมิระหว่างทำงาน
- 4.3.1.2.2 จะต้องนำข้อต่อขยายตัวหรือข้อต่ออ่อนมาใช้ในที่ซึ่งมีการการขยายตัวและการหดตัวของท่อเกินกว่าที่จะสามารถชดเชยได้จากลูปขยายตัว
- 4.3.1.3 การทรุดตัวที่ไม่เท่ากัน
- ระบบท่อจะต้องติดตั้งในลักษณะที่จะไม่เกิดความเสียหาย เนื่องมาจากการทรุดตัวที่ไม่เท่ากันของสิ่งรองรับท่อและเครื่องภายหลังการติดตั้ง ปัญหานี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยติดตั้ง ข้อต่ออ่อน, ลูปหรือออฟเซต
- 4.3.2 ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) โดยระยะห่างของจุดที่แขวน ดูจาก ตารางที่ 4.1

Max. Span (in.Ft.)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nominal(OD) DIA.	5/8	7/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8

1967 ASHRAE Guide and Data Book

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะการติดตั้งอุปกรณ์รองรับท่อสารทำความเย็น

การยึดท่อเข้ากับ Support หรือ Hanger แยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

- 4.3.2.1 ท่อแนวนอน – ให้ใช้ท่อ พี.วี.ซี. ผ่าครึ่งตามยาว หรือ แผ่นเหล็กอาบสังกะสีไม่บางกว่าเบอร์ 22 B.W.G. ยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม. ประคบ แล้วรัดด้วย Clamp สำหรับบริเวณที่ Support หรือ Hanger อยู่ใกล้กับท่อตั้ง และมีน้ำหนักกดทับจากท่อแนวดิ่งมากจนจนวนมีการขยับตัวมาก ให้ใช้ยางรองท่อ(Rubber Support)สำหรับรับน้ำหนักโดยเฉพาะ แทนจนวนปกติ เพื่อมิให้เกิดการการขยับตัว
- 4.3.2.2 ท่อตั้ง – ให้ใช้ยางรองท่อ (Rubber Support)รัดด้วย Clamp เข้ากับ Support เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักในแนวดิ่งได้ ป้องกันมิให้ท่อในแนวดิ่งเกิดการเคลื่อนไถลลงซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบท่อได้

4.3.3 การเตรียมท่อสารทำความเย็น การทำความสะอาดภายในท่อกรณีที่ไม่ได้ใช้ท่อตามมาตรฐาน ASTM B 280

4.3.3.1 การทำความสะอาดภายในท่อ

ท่อทองแดงที่เลือกใช้หากเป็นท่อม้วนจะถูกปิดปลาย และภายใน ท่อค่อนข้างสะอาดอยู่แล้วหากเป็นท่อแข็ง การทำความสะอาดแนะนำให้ใช้น้ำยา 141B ขูดฝ้ายสะอาดที่ไม่มีขนหรือเศษใยผูกกับลวด แล้วชักจนท่อสะอาดหรืออาจใช้ฟองน้ำขูดน้ำยา 141 B แล้วใช้แรงดันก๊าซไนโตรเจนดันจากปลายข้างหนึ่งไปออกอีกข้างหนึ่งทำงานสะอาด

- 4.3.3.1.1 ปิดปลายท่อทุกครั้งเมื่อทำความสะอาดท่อเสร็จแล้วเพื่อป้องกันสิ่งสกปรก
- 4.3.3.1.2 การตัดใช้ Cutter ตัดท่อเท่านั้นและใช้ Reamer ลบคม
- 4.3.3.1.3 ให้ใช้เครื่องมือตัดท่อเท่านั้นห้ามใช้มือตัดหรือใช้เครื่องมือผิดประเภท

4.3.3.1.4 การเบ่งขยายท่อต้องให้เครื่องมือเบ่งขยายที่ถูกต้อง และขนาดที่ถูกต้องเท่านั้น

4.3.3.2 การบานแฟร์ต้องใช้เครื่องมือบานแฟร์ที่ถูกต้องและทำตามวิธีใช้งานของเครื่องมือต่างๆ

4.3.3.3 การเชื่อมท่อสารทำความเย็นต้องใช้ในโตรเจนบริสุทธิ์ผ่านในท่อเพื่อป้องกันการเกิดเขม่าการทดสอบรอยรั่วของท่อสารทำความเย็น

4.3.3.3.1 การทดสอบรอยรั่วเฉพาะระบบท่อ ไม่รวมแฟนคอยล์และคอนเด็นซิ่งยูนิตด้วยการทดสอบความดันด้วยการอัดก๊าซไนโตรเจน ให้มีความดัน 1.5 เท่าของความดันใช้งาน (400 Psig สำหรับ R22 และ 600 Psig สำหรับ R410A)

4.3.3.3.2 การทดสอบร่วรวมทั้งระบบท่อร่วมกับแฟนคอยล์ยูนิต ทดสอบความดันด้วยก๊าซไนโตรเจนที่ความดันใช้งาน (300 Psig สำหรับ R22 และ 400 สำหรับ R410A)

4.3.3.3.3 ภายหลังจากเชื่อมท่อสารทำความเย็นแล้วเสร็จ ไม่ควรลดอุณหภูมิบริเวณที่ทำการเชื่อมบัดกรีอย่างรวดเร็ว โดยการใช้น้ำชุบน้ำแข็งหรือใช้น้ำราดเพราะจะทำให้ท่อแตกร้าว เมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง

#### 4.3.4 การทำสุญญากาศ

4.2.4.1 สำหรับเครื่องขนาด 1-5 ตันความเย็น

4.3.4.1.1 เมื่อทดสอบร่วแล้วเสร็จ ให้ปล่อยแก๊สไนโตรเจนในระบบออกจนความดันในระบบเท่ากับความดันบรรยากาศ

4.3.4.1.2 ทำสุญญากาศจนกว่าความดันที่จะลดลงถึง 29.72Hg vac. (ราว 5000ไมครอน/660 Pa)

4.3.4.1.3 ให้เดินเครื่องทำสุญญากาศต่อไปอีกราวครึ่งชั่วโมง

4.3.4.1.4 เมื่อปิดปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ความดันสุญญากาศในระบบไม่ควรสูงขึ้น หากความดันสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงว่าในระบบมีการรั่วซึม หรือยังมีความชื้นอยู่ในระบบให้แก้ปัญหา แล้วดำเนินการใหม่อีกครั้ง

4.3.4.2 สำหรับเครื่องขนาดใหญ่กว่า 5 ตันความเย็นหรือระบบใหญ่และซับซ้อน

4.3.4.2.1 ทำสุญญากาศครั้งที่ 1 ให้เดินเครื่องจนกว่าความดันจะลดลงถึงราว 29.72 in.Hg.vac.(ราว 5000 ไมครอน / 660 Pa)ทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นหยุดเครื่องแล้วเติมแก๊สไนโตรเจนเข้าระบบจนความดันราว 10 Psigทิ้งไว้ราว 1 ชม.

- 4.3.4.2.2 ทำสุญญากาศครั้งที่2 ให้เดินเครื่องจนกว่าความดันจะลดลงเหลือ 29.72 Hg vac. (ราว 5000 ไมครอน / 660 Pa)แล้วเดินเครื่องต่อไปอีก 30 นาที
- 4.3.4.2.3 ควรใช้เครื่องทำสุญญากาศที่มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของเครื่องและระบบ ดังในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อเสนอแนะการเลือกใช้น้ำปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)

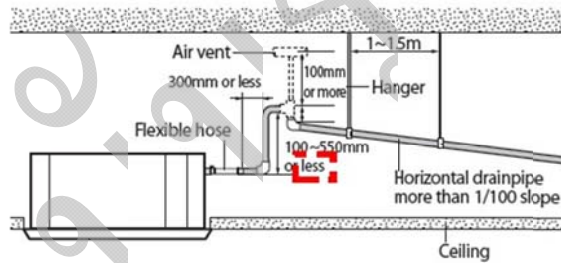
ขนาดเครื่องปรับอากาศ(ตันความเย็น)	ขนาดปั๊มสุญญากาศ(cfm)
1-10	1.5
11-15	2.0
16-30	4.0
31-45	6.0
46-60	8.0
มากกว่า60	11.0

#### 4.3.5 การเติมสารทำความเย็น

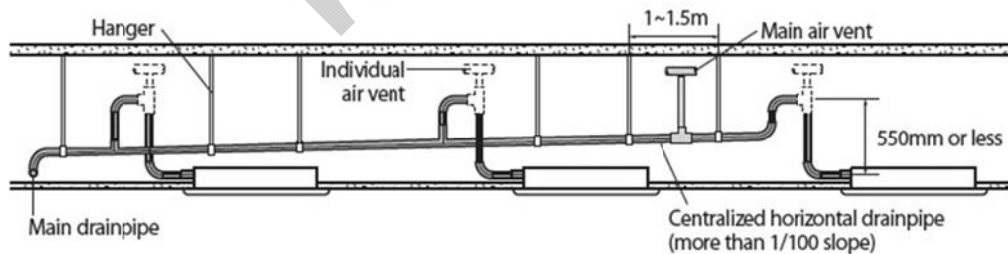
- 4.3.5.1 วิธีชั่งน้ำหนักเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย โดยการคำนวณปริมาณสารทำความเย็นที่จะต้องเติม และเติมเพิ่มโดยการชั่งน้ำหนักตามจำนวนที่คำนวณไว้ตามที่ผู้ผลิตเครื่องแนะนำ
- 4.3.5.2 วิธีองศาร้อนยวดยิ่งด้านดูด (Suction Superheat, SH) เป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูง โดยการวัดอุณหภูมิด้านดูด (Suction Temperature) ก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ แล้วลบด้วยอุณหภูมิอิ่มตัว (Saturated Temperature) ของความดันด้านต่ำ โดยมีรายละเอียดพิจารณา ด้านล่าง
- SH ต่ำกว่า15 F สารทำความเย็นในระบบมากเกินไป
- SH สูงกว่า 20 F สารทำความเย็นในระบบไม่เพียงพอ
- SH เท่ากับ 15 – 20 F สารทำความเย็นในระบบเพียงพอ
- ควรทำควบคู่กับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ด้วย

#### 4.4 การเดินท่อระบายน้ำทิ้ง

4.4.1 กรณีที่ติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งร่วมกับเครื่องแฟนคอยล์ที่มีปั๊มระบายน้ำทิ้ง(Drain pump) แนะนำให้ติดตั้งท่อระบายอากาศ (Air vent) เพื่อป้องกันอากาศบล็อคค้าง(Air blocked) ในจุดที่สูงที่สุดของท่อระบายน้ำทิ้ง



และกรณีติดตั้งร่วมกับท่อเดรนรวมมากกว่าหนึ่งเครื่อง แนะนำให้ติดตั้งท่อระบายอากาศในจุดที่สูงที่สุดของท่อเดรนรวม



4.4.1 ความลาดเอียงของท่อระบายน้ำทิ้ง 1/100 สำหรับหน่วยแฟนคอยล์และ 1/50 สำหรับชุดควบแน่น

#### 4.5 ระบบไฟฟ้า

##### 4.5.1 หมวดงานระบบไฟฟ้า

บริษัทไฟฟ้า และการติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ในกรณีที่มาตรฐานดังกล่าวมิได้ระบุไว้ให้ใช้มาตรฐานอื่นใดที่เทียบเคียงได้

1. สายไฟฟ้า ขนาดของสายไฟฟ้ากำลังต้องเป็นขนาดที่รับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสไฟฟ้าใช้งานเต็มที่ของเครื่องปรับอากาศ แต่มีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตร.มม. และต้องเป็นไปตามที่กำหนดดังนี้
  - สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ที่ผลิตตามมอก.11-2553 ขนาดของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5-20, 5-21, 5-23, 5-30 และ 5-31 ในวสท. 2001-56



- สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนคลอสลิงก์พอลิเอทิลีนระบบแรงดัน 0.6/1 กิโลโวลต์ขนาดของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5-21, 5-27, 5-29, 5-32 และ 5-33 ในวสท. 2001-56
2. การต่อสายไฟฟ้า ให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย, กล่องสวิตช์ และภายในเครื่องปรับอากาศ สายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่เกิน 6ตร.มม. ให้ใช้ขั้วต่อสายแบบเกลียวหรือใช้เครื่องมือกลบีบ และสายไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ตร.มม. ให้ใช้ขั้วต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบ
  3. การเดินสายไฟฟ้าให้เลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับสถานที่ที่ติดตั้ง และเป็นไปตามมาตรฐานข้างต้น เช่น การเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง, การเดินสายในท่อร้อยสาย, การเดินสายในรางเดินสาย, และการเดินสายในรางเคเบิล
    - สำหรับการเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย จำนวนสายไฟฟ้าต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 5-3 และภาคผนวก ก. ในวสท. 2001-56 มุมคดโค้งระหว่างจุดดึงสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา
    - สำหรับการเดินสายไฟฟ้าในรางเดินสาย พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า (ตัวนำรวมจำนวน) ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย และขนาดกระแสของสายไฟฟ้าให้ใช้ค่ากระแสตามตารางที่ 5-20 หรือ 5-27 กรณีตัวนำกระแส 3 เส้น โดยไม่ต้องใช้ตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสายตามตารางที่ 5-8 หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันไม่เกิน 30 เส้น (ตัวนำวงจรสัญญาณ หรือวงจรควบคุมที่อาจมีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้น ไม่ถือว่าเป็นตัวนำที่มีกระแสไหล)
  4. เซอร์กิตเบรกเกอร์ ในแผงสวิตช์ (SWITCHBOARD) และแผงย่อย (PANELBOARD)
    - ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกัน ขนาดไม่เกิน 125แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898
    - ที่ใช้ในสถานที่อื่นๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2
    - ต้องมีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 175% ของกระแสไฟฟ้าใช้งานเต็มที่ ของเครื่องปรับอากาศ
    - ต้องมีค่า INTERRUPTING CAPACITY ไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นณ.ตำแหน่งติดตั้ง
  5. การต่อลงดิน ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศรวมถึงโครงสร้างโลหะที่ใช้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ต้องต่อลงดินและขนาดสายดินต้องไม่เล็กกว่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4-2 ในวสท. 2001-56

#### 4.6 การทาสี

วัสดุอุปกรณ์ที่เป็นเหล็กทั้งหมดต้องทาสีกันสนิม 2 ชั้น และต้องทาสีเพิ่มเติมเพื่อความสวยงาม

#### 4.7 การทดสอบ

การทดสอบให้กระทำโดยการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลต่างๆ ทางด้านวิศวกรรมที่สำคัญๆ เช่น ความดันของสารทำความเย็น กระแสไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ทุกตัว อุณหภูมิอากาศในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์เย็นอุณหภูมิอากาศภายนอก และอุณหภูมิอากาศที่เข้าและออกจากคอนเดนซิ่งยูนิต การทำงานของสวิทช์ควบคุมต่างๆ รวมถึงการทดสอบการไหลของน้ำทิ้งเป็นต้น โดยผู้ติดตั้งจะต้องดำเนินการทดสอบดังกล่าวต่อหน้าตัวแทนของเจ้าของงานและลงนามกำกับ

Data sheets

#### 4.8 การส่งมอบงาน

ให้ผู้ติดตั้งส่งรายการและรายละเอียดของการทดสอบพร้อมทั้งแบบแสดงการติดตั้งจริง(ASBUILT DRAWING) ทั้งระบบ พร้อมคู่มือการใช้งานมอบให้เจ้าของงานพร้อมกับแสดงการเปิดปิดและการควบคุมเครื่องโดยละเอียด

### 5 แบบตัวอย่างประกอบการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแขวน

รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบตั้งพื้น

รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง

รูปที่ 4 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบ CASSETTE TYPE

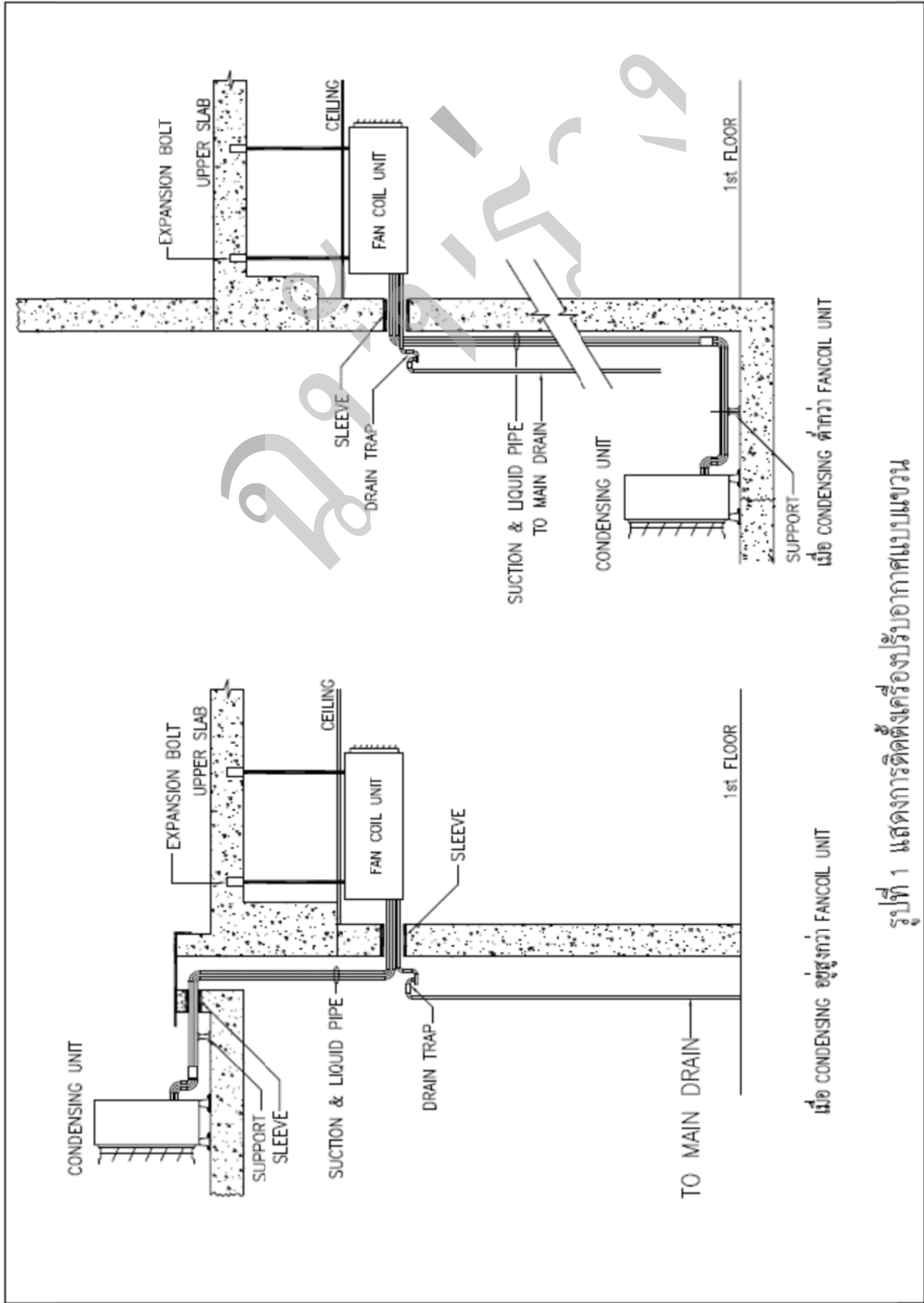
รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดท่อน้ำยา การห้อยแขวน การจับยึด

รูปที่ 6 แสดงรายละเอียดการยึดท่อน้ำยาในแนวตั้ง

รูปที่ 7 แสดงการเดินท่อน้ำยาทะลุผนัง

รูปที่ 8 แสดงการเดินท่อน้ำยาทะลุผนัง

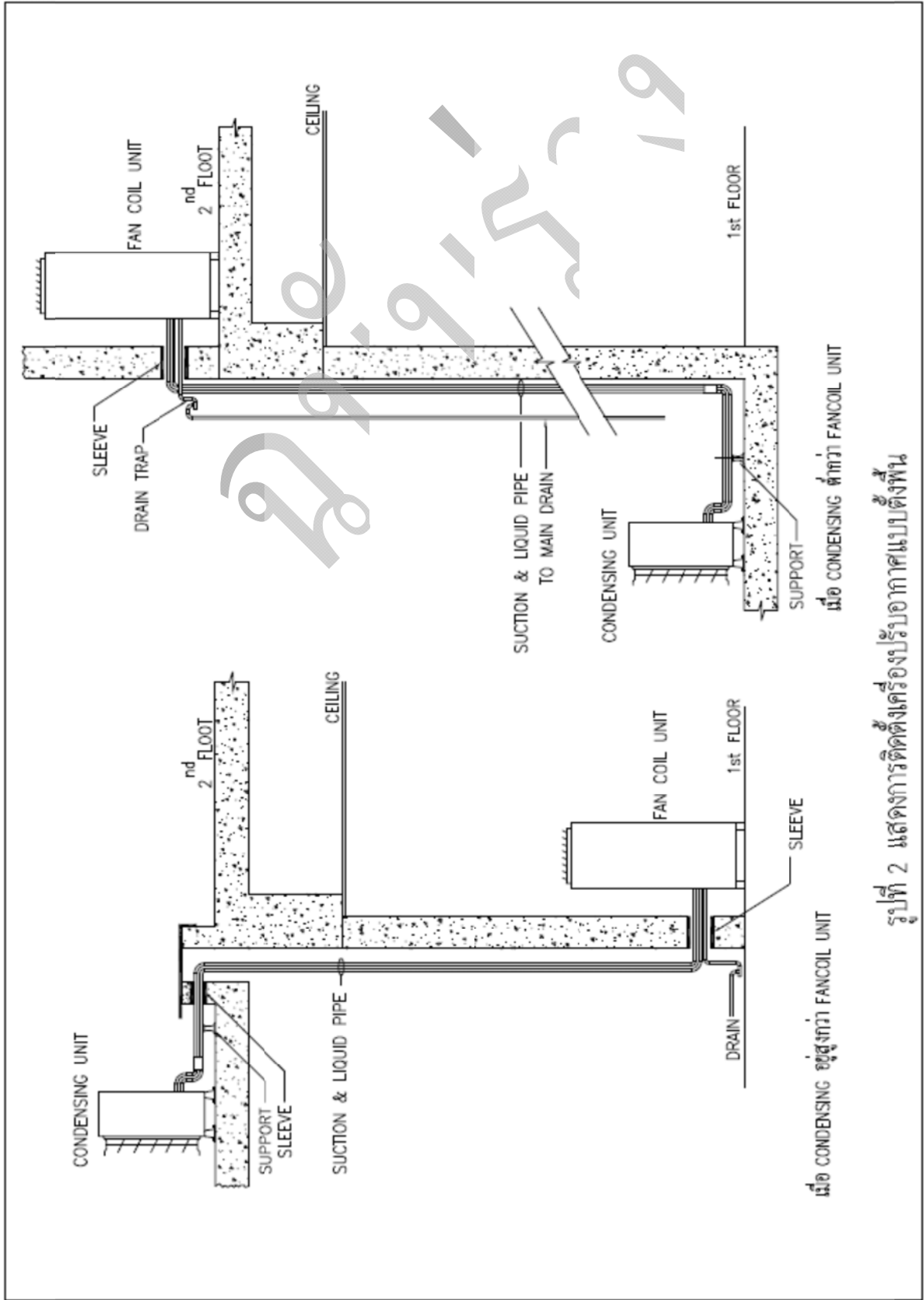
รูปที่ 9 แสดงการเดินท่อน้ำยาทะลุผนัง



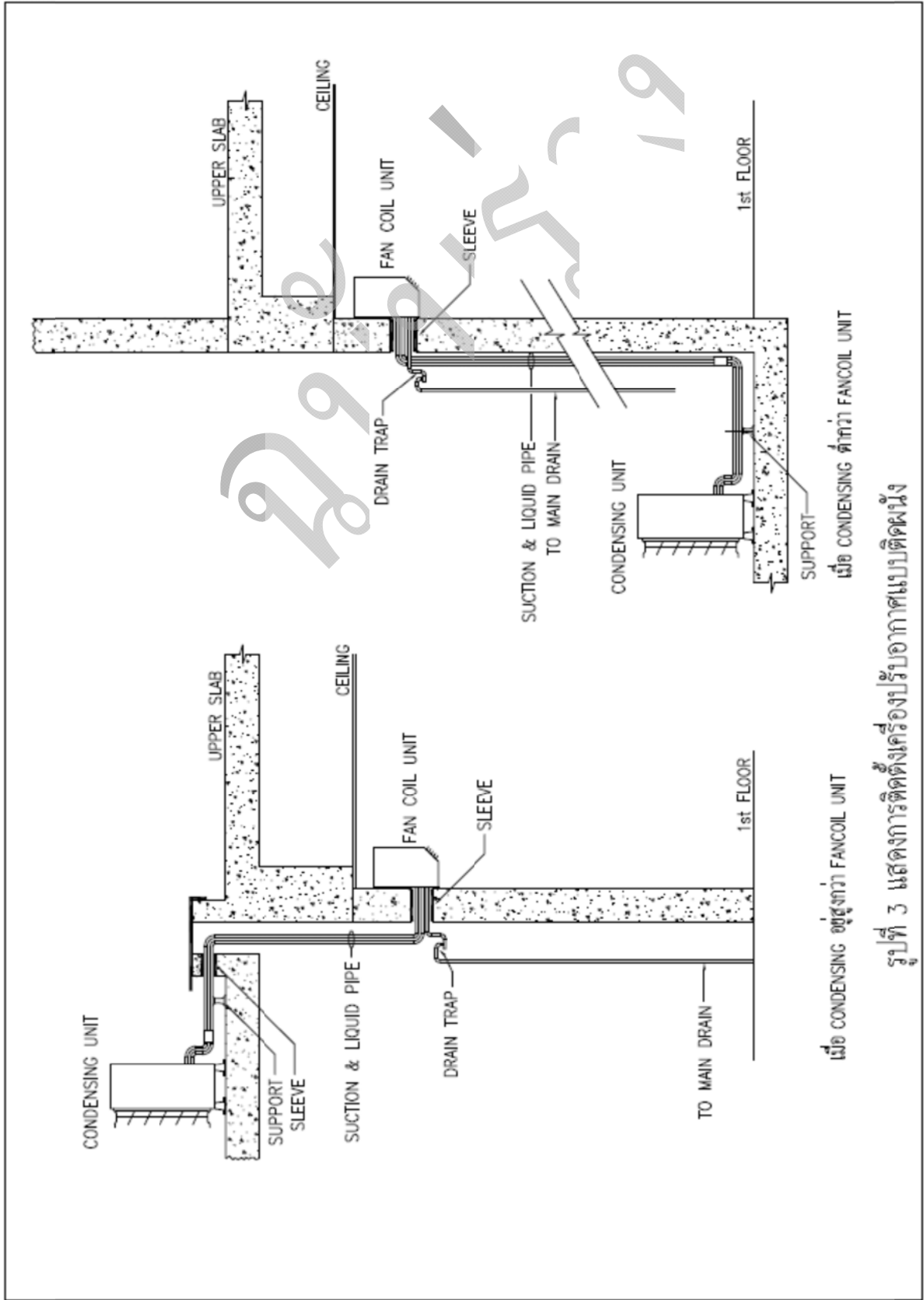
เมื่อ CONDENSING อยู่สูงกว่า FANCOIL UNIT

เมื่อ CONDENSING ต่ำกว่า FANCOIL UNIT

รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแขวน



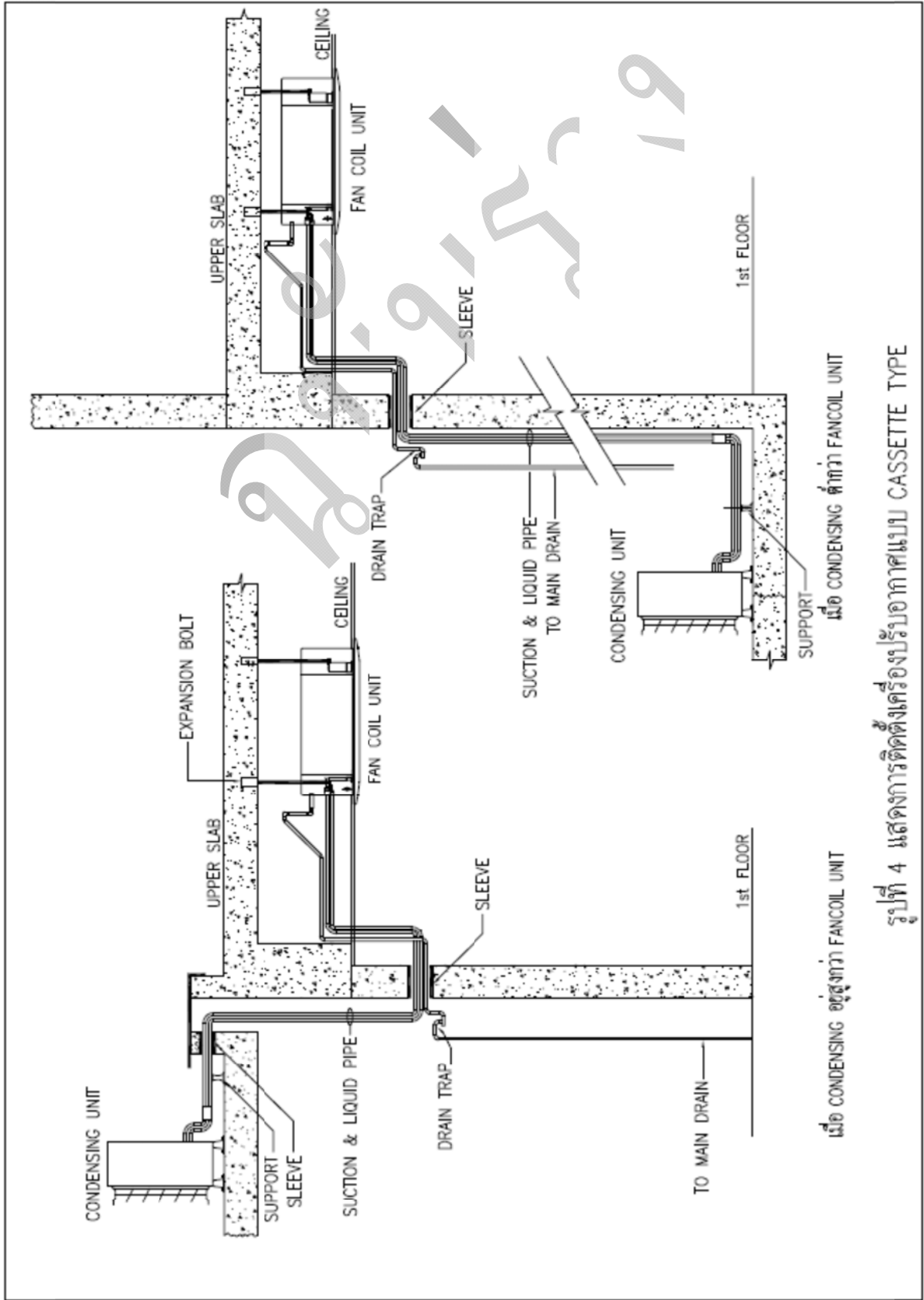
รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบตั้งพื้น



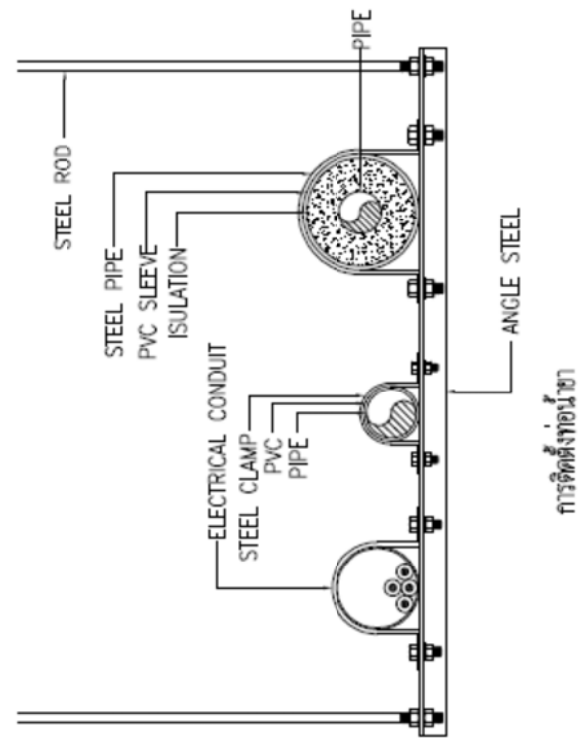
เมื่อ CONDENSING อยู่สูงกว่า FANCOIL UNIT

เมื่อ CONDENSING ต่ำกว่า FANCOIL UNIT

รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง



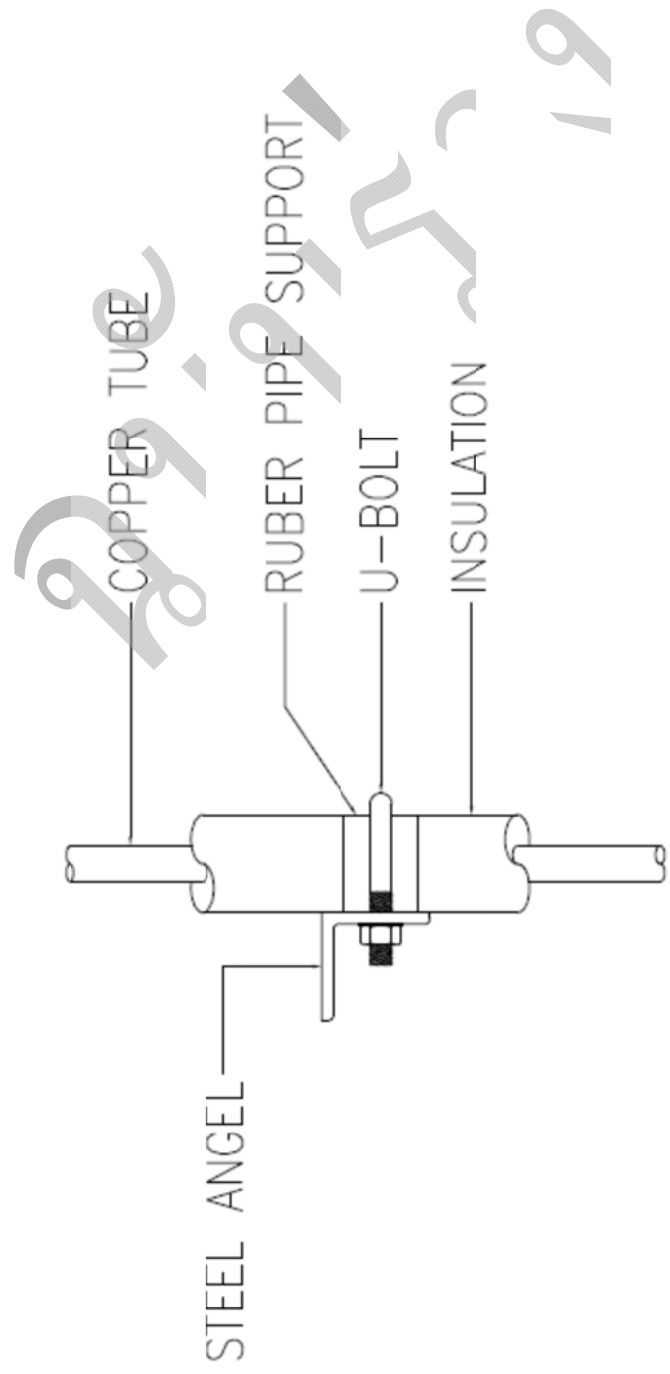
รูปที่ 4 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบ CASSETTE TYPE



DOUBLE DEFLECTION NEOPRENE MOUNTS



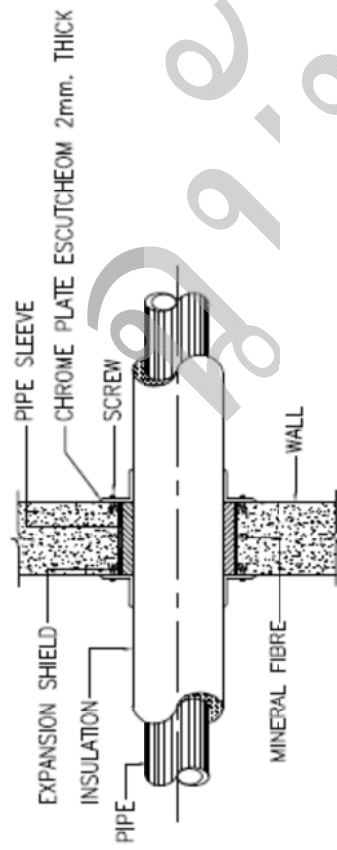
รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดท่อร้อยสาย การห่อหุ้มแวน การจับยึด



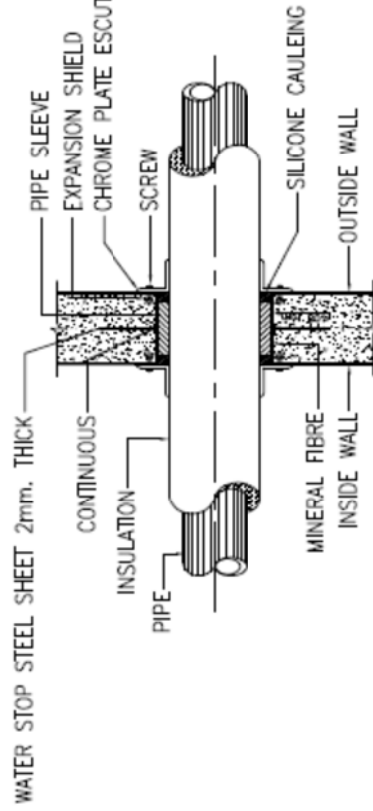
รูปที่ 6 แสดงรายละเอียดการยึดท่อน้ำยาในแนวตั้ง



PIPE SLEEVE THROUGH INTERIOR WALL AND OUTSIDE WALL



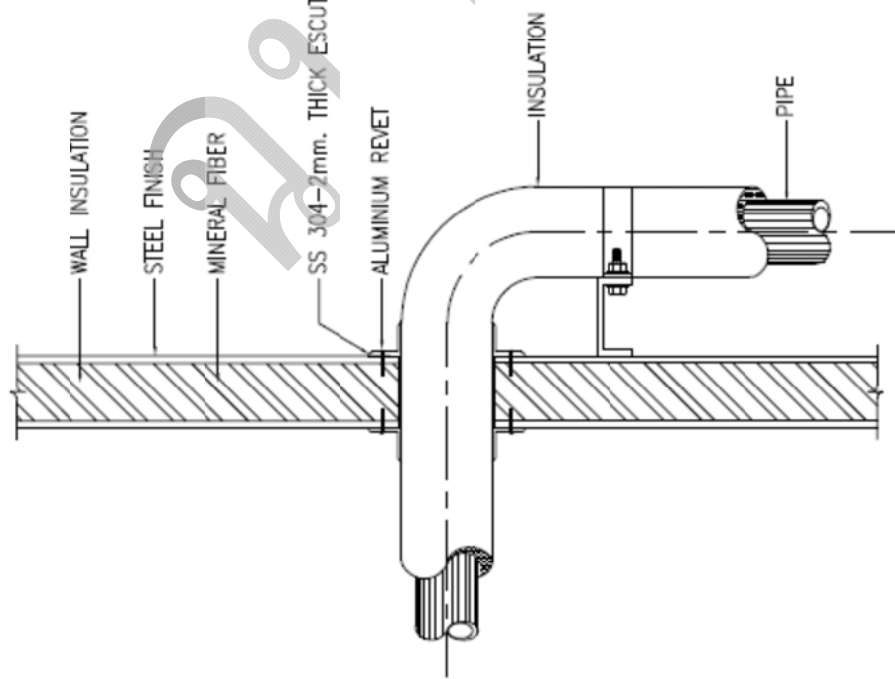
PIPE SLEEVE THROUGH INTERIOR WALL



PIPE SLEEVE THROUGH OUTSIDE WALL

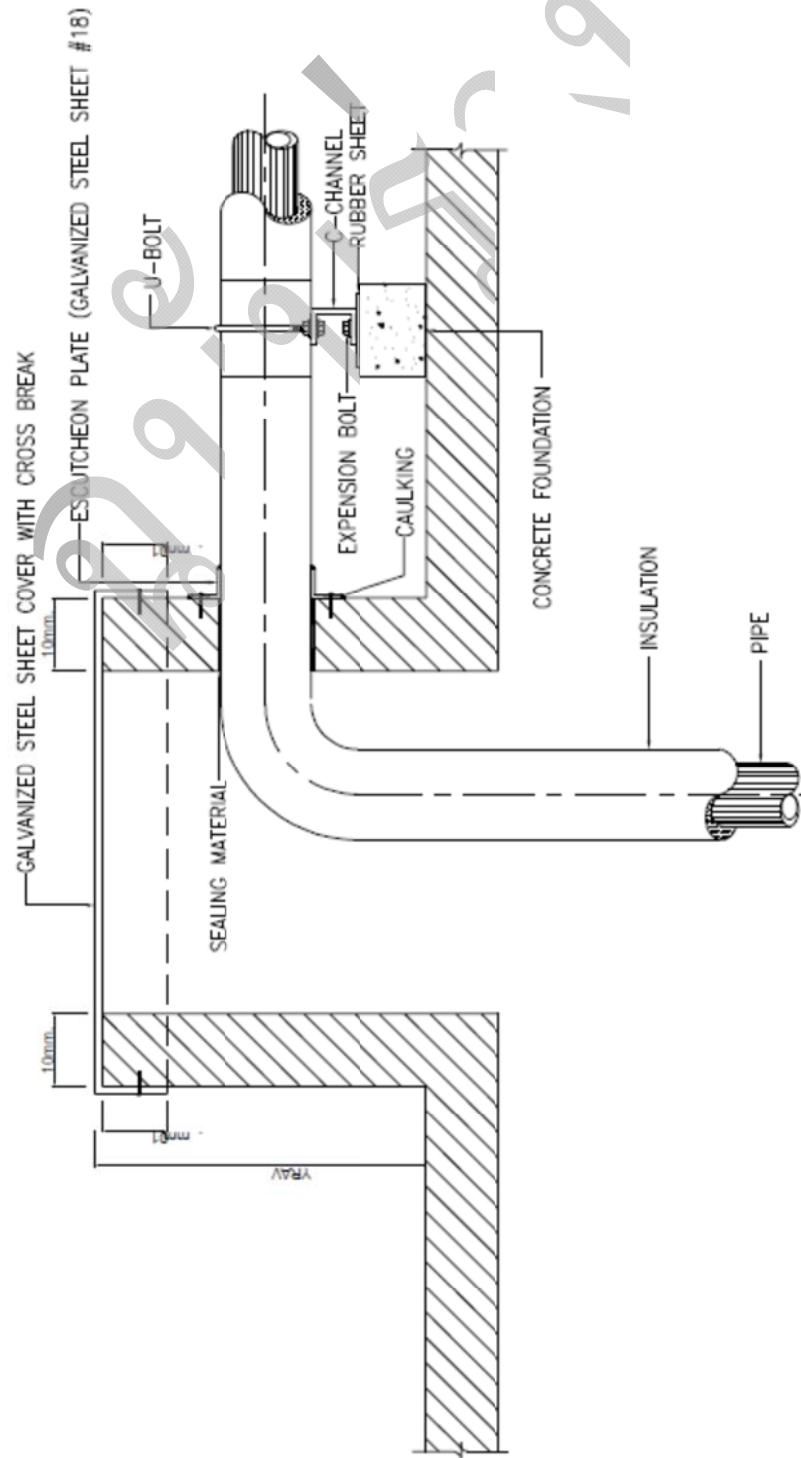
รูปที่ 7 แสดงรายละเอียดการเดินท่ออะลูมิเนียม

PIPE PASS THRU COLD ROOM WALL



รูปที่ 8 แสดงรายละเอียดการเดินท่อทะลุผนัง

# PIPE PASS ROOF FLOOR



รูปที่ 9 แสดงภาพรายละเอียดการเดินท่อทะลุฝ้า

ภาคผนวก

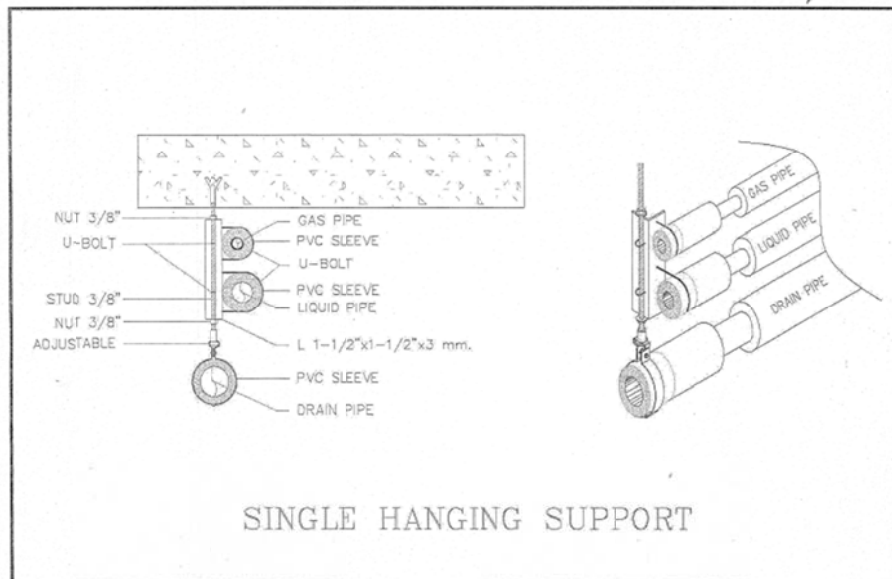
1. ตารางแสดงค่าอุณหภูมิและความดันอิมตัวของน้ำ

อุณหภูมิ		ความดัน					
°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 <sup>3</sup>
205	96.1	12.279	4.92	25.00	635.00	635,000	84.65 x10 <sup>3</sup>
194	90.0	10.162	9.23	20.69	525.53	525,526	70.06 x10 <sup>3</sup>
176	80.0	6.866	15.94	13.98	355.09	355,092	47.34 x10 <sup>3</sup>
158	70.0	4.519	20.72	9.20	233.68	233,680	31.15 x10 <sup>3</sup>
140	60.0	2.888	24.04	5.88	149.35	149,352	19.91 x10 <sup>3</sup>
122	50.0	1.788	26.28	3.64	92.46	92,456	12.32 x10 <sup>3</sup>
104	40.0	1.066	27.75	2.17	55.12	55,118	7.35 x10 <sup>3</sup>
86	30.0	0.614	28.67	1.25	35.56	35,560	4.74 x10 <sup>3</sup>
80	26.7	0.491	28.92	1.00	25.40	25,400	3.38 x10 <sup>3</sup>
76	24.4	0.442	29.02	0.90	22.86	22,860	3.05 x10 <sup>3</sup>
72	22.2	0.393	29.12	0.80	20.32	20,320	2.71 x10 <sup>3</sup>
69	21.5	0.344	29.22	0.70	17.78	17,780	2.37 x10 <sup>3</sup>
64	17.8	0.295	29.32	0.60	15.24	15,240	2.03 x10 <sup>3</sup>
45	7.2	0.147	29.62	0.30	7.62	7,620	1.01 x10 <sup>3</sup>
-	-	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. ข้อเสนอแนะการวางอุปกรณ์รองรับท่อสารทำความเย็น 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 ภาพต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการติดตั้งดังกล่าว โดยรวมท่อน้ำทิ้งไว้ด้วย โดยใช้ Hanger เพียงตัวเดียว เจาะรูยึดเข้ากับเพดานเพียงจุดเดียว โดยระดับของท่อน้ำทิ้งสามารถปรับได้เพื่อให้มีความลาดเอียง



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

#### 4.หมวดงานระบบควบคุม

การติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องปรับอากาศควรติดตั้งและใช้งานให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ผลิตหรือตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ระบุไว้

##### 4.5.2.1 การเดินสายไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์ควบคุม

4.5.2.1.1 สายไฟฟ้าควบคุม ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 ตร.มม. หรือชนิดและขนาดของสายตามที่ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด

4.5.2.1.2 สายสัญญาณ คือสายไฟฟ้าที่ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าไม่เกิน 24 โวลต์ ซึ่งใช้ในการนำไฟฟ้าแรงดันต่ำ ที่ใช้ในการควบคุม เช่น สายเซนเซอร์ประเภทต่างๆ และสายสัญญาณที่ใช้การเชื่อมต่อสื่อสาร ซึ่งอาจถูกรบกวน และเหนี่ยวนำให้สัญญาณผิดเพี้ยนได้ง่าย ต้องใช้สายตีเกลียวหุ้มด้วยโลหะป้องกันสัญญาณ (Shield) เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.643-1.02 มิลลิเมตร (AWG 18-22) จะต้องเดินในท่อร้อยสายและเดินแยกจากสายไฟฟ้างำลัง

##### 4.5.2.2 อุปกรณ์ควบคุม (Controller) แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ

4.5.2.2.1 แบบ Mechanic อุปกรณ์ควบคุมแบบนี้ จะไม่มีจอแสดงผลอ่านค่าให้ผู้ใช้งาน

4.5.2.2.2 แบบ Digital ซึ่งมีหน้าจอแสดงค่าอุณหภูมิเป็นตัวเลขและต้องได้รับการทดสอบความเที่ยงตรงจากโรงงานผู้ผลิต

โดยทั้ง 2 ประเภทจะต้องสามารถตรวจสอบช่วงอุณหภูมิการทำงาน คัด-ต่อ คอมเพรสเซอร์ได้ และต้องมีการห้วงเวลาการทำงาน หลังจากที่ไฟดับและ/หรือ การทำงานในรอบถัดไปของคอมเพรสเซอร์ ที่อาจจะมีการสั่งตัดเป็นระยะเวลาสั้นๆ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับคอมเพรสเซอร์

##### 4.5.2.3 ประเภทงานติดตั้ง

4.5.2.3.1 ต้องเดินสายไฟฟ้าควบคุมภายในอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการขีด, ข่วน หรือ ขาด ของสายไฟฟ้าได้ เช่น เดินในท่อร้อยสายไฟที่เป็นโลหะ หรือ ท่อ PVC หากมีความจำเป็นต้องเดินสายไฟฟ้าบนผนังให้ใช้รางครอบสายไฟ หรืออุปกรณ์ยึดสายไฟฟ้ากับผนัง โดยไม่ปล่อยให้สายไฟฟ้าติดลอยห่างจากผนัง

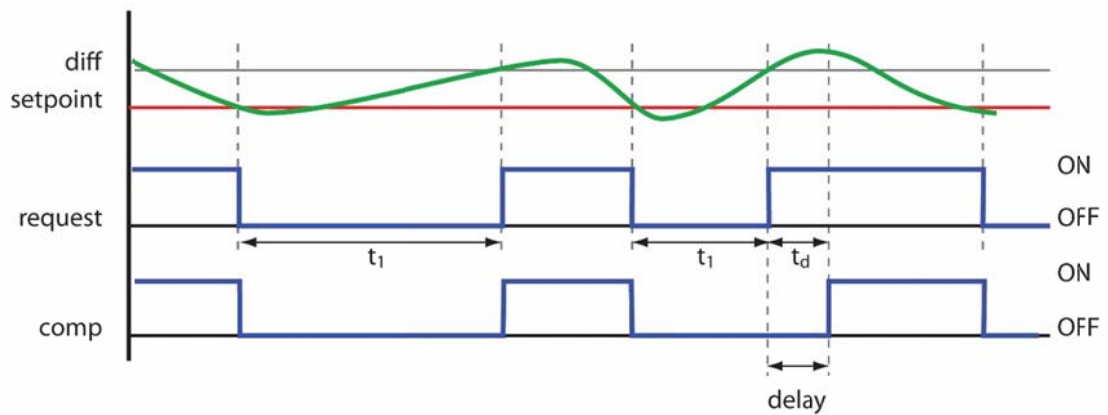
4.5.2.3.2 ต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมของการใช้งาน ทั้งอุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่น ละอองน้ำและสารเคมี ควรติดตั้งให้ห่างจากสภาวะแวดล้อมที่จะทำให้สายไฟฟ้า หรืออุปกรณ์

ควบคุมเสื่อมสภาพ หากจำเป็น ต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน เพื่อยืดอายุการใช้งานของสายไฟ

4.1.1.1.1 การเข้าสายไฟต่างๆ จะต้องมีเครื่องหมายบ่งบอกจุดเชื่อมต่อให้ชัดเจน พร้อมทั้งแนบแบบวงจรไฟฟ้าเข้ากับตู้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ควบคุม

### ไต่อะแกรมการตั้งการทำงานของคอมเพรสเซอร์

จากงานระบบไฟฟ้าหมวดระบบควบคุม อุปกรณ์ควบคุมทั้งแบบ Mechanic และ แบบ Digital ต้องสามารถตั้งอุณหภูมิการทำงาน ตัด-ต่อ คอมเพรสเซอร์ได้ และต้องมีการหน่วงเวลาการทำงาน (T) หลังจากที่ไฟดับหรือ การทำงานในรอบถัดไปของคอมเพรสเซอร์ ที่อาจจะมีการสั่งตัดเป็นระยะเวลาสั้นๆ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับคอมเพรสเซอร์ ตามรูปภาพประกอบ



= ระยะเวลาขั้นต่ำในการหยุดคอมเพรสเซอร์

$$T \geq t_1 + t_d, (t_1 > T)$$

$t_1$  = ระยะเวลาที่คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน









$t_d$  = ระยะเวลาหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์

## 5.หมวดงานระบบไฟฟ้า

จ่ายโหลดไม่เกินร้อยละ 30 (สามสิบ) ของพิกัดกระแสที่คิดตัวคูณปรับค่า ให้พิจารณาตัวคูณปรับค่าใหม่จากกลุ่มวงจรที่เหลือคือ 4 กลุ่มวงจร

ตารางที่ 5.1 (5-20)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอกสำหรับขนาดแรงดัน (U<sub>o</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เติมนในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
จำนวนตัวนำกระแส								
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในงาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายคว้านน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย(ตร.มม.)	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) คู่อธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 4) คู่อธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในงานในตารางที่ 5-48






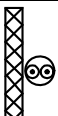

ตารางที่ 5.2 (5-21)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน ( $U_0/U$ ) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70°C หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C ดินเกาะผนังในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 3				
	จำนวนตัวนำกระแส	ไม่เกิน 3		ไม่เกิน 3	
ลักษณะสาย	แบน	กลม		กลม	
ลักษณะตัวนำกระแส	หลายแกน	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
ประเภทฉนวน	พีวีซี	พีวีซี	ครอสลิงค์พอลิเอทีลีน	พีวีซี	ครอสลิงค์พอลิเอทีลีน
อุณหภูมิตัวนำ	70 °C	70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	VAF, VAF-G	NYG, IEC 60502-1	IEC 60502-1	NYG, NYG-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1	IEC 60502-1
ขนาดสาย (ตร.มม.)	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 5.2 (5-21 (ต่อ))

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U<sub>0</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 3				
	จำนวนตัวนำกระแส	ไม่เกิน 3		ไม่เกิน 3	
ลักษณะสาย	แบน	กลม		กลม	
ลักษณะตัวนำกระแส	หลายแกน	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
ประเภทฉนวน	พีวีซี	พีวีซี	ครอสลิงค์พอลิเอทิลีน	พีวีซี	ครอสลิงค์พอลิเอทิลีน
อุณหภูมิตัวนำ	70 °C	70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	VAF, VAF-G	NY, IEC 60502-1	IEC 60502-1	NY, NY-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1	IEC 60502-1
ขนาดสาย (ตร.มม.)	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) คำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 3) คำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 5.3 (5-23)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U<sub>0</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยต่อพื้นดินหรือฝังดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	NYY, NYY-G, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
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) คู่อธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 5-47
- 5) คู่อธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
- 6) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

ตารางที่ 5.4 (5-27)

ขนาดกระแสของสายไฟในตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกต์พอลิโอทีลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U<sub>p</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินร้อยในท่อในอากาศ

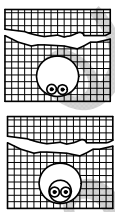
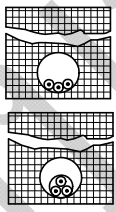
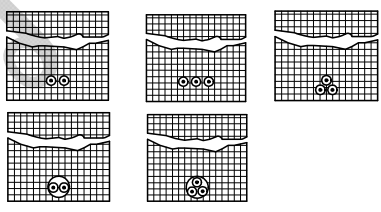
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายคว้านน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	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) คู่อธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 4) คู่อธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในงานในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 5.5 (5-29)

ขนาดกระแสของสายไฟใต้น้ำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U<sub>0</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

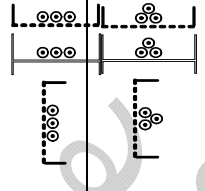

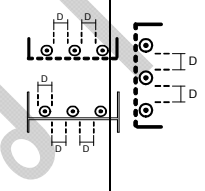
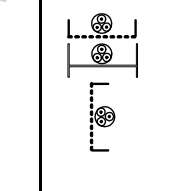

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
1.5	25	22	33
2.5	33	29	43
4	43	38	55
6	54	47	70
10	71	63	92
16	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)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 30 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-44
- 2) ในกรณีเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตาราง 5-45 หรือ 5-46
- 3) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8
- 4) คำอธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 5-47
- 5) คำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
- 6) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

ตารางที่ 5.6 (5-30)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U<sub>0</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบชนิด

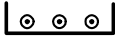

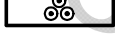
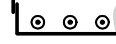




ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7				
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	60227 IEC 10, NYY, NYY-G และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายค้ำน้ำหนัก เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
1	-	-	-	-	13
1.5	-	-	-	-	16
2.5	-	-	-	-	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 สำหรับสายแกนเดี่ยว และสายหลายแกน ตามลำดับ
- 3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 4) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48

5.7 (5-31)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U<sub>0</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างที่ มี/ไม่มี ฝาปิด

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
รูปแบบการติดตั้ง	  	  		
รหัสชนิดผลิตภัณฑ์ใช้งาน	60227 IEC 10, NY, NY-G, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันท่ำ เป็นต้น			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	-	12	10
1.5	-	-	15	13
<b>2.5 ตารางที่</b>	-	-	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 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 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 5.8 (5-32)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิโอทีลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U<sub>p</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศ ไม่มีฝาปิดหรือรางเคเบิลแบบแบนใด

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7				
	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆเช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายกันน้ำขึ้นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	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 5-40 และตารางที่ 5-41 สำหรับสายแกนเดี่ยวและสายหลายแกน ตามลำดับ
- 3) คู่อำนาจขั้วรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ตารางที่ 5.9 (5-33)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงค์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U<sub>o</sub>/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างที่มี/ไม่มี ฝาปิด

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
รูปแบบการติดตั้ง				
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายฉนวนน้อย เป็นต้น			
ขนาดสาย(ตร.มม.)	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) คำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47