บทที่ 4

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของการปฏิบัติงาน และการซ่อมบำรุงของอาคารตัวอย่าง

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของเครื่องจักรที่ติดตั้งอยู่ในอาคารเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศของอาคาร ธนาคารไทยพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ จำเป็นต้องทราบถึงรายละเอียดการทำงานของ อุปกรณ์และหลักการทำงานของระบบปรับอากาศอย่างถูกต้อง รวมไปถึงพื้นที่ในการที่ดำเนินแผนบำรุงรักษา เพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ตลอดจนความรวดเร็วในการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องโดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 การจัดองค์กรในการปฏิบัติการในอาคาร

อาคารธนาคารไทยพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ เฉพาะที่ได้ศึกษาวิจัยแบ่งรายละเอียดของอาคารและพื้นที่ดังนี้

4.1.1	พื้นที่ใช้สอย	189.000 ตารางเมตร
4.1.2	พื้นที่ก่อสร้างอาคาร	27,000 ตารางเมตร
4.1.3	พื้นที่แต่ละชั้น	Zone A. 1,250 ตารางเมตร
		Zone B. ,C 3,250 ตารางเมตร
		Typical 4,500 ตารางเมตร
4.1.4	ความสูงของอาคาร	Zone A. 152.1 เมตร
		Zone B. ,C 96.6 เมตร
		ชั้นใต้ดิน B1-B4 10.85 เมตร
4.1.5	การจัดแบ่งชั้นของอาคาร	ชั้นผู้บริหาร (Exeecutive Floor) 30-34
		ชั้น (Typical Floor) G-29
		ชั้น Basement Floor B1 – B4
4.1.6	โครงสร้างของอาคาร	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	ชั้น B4-B1	คอนกรีตเสริมเหล็ก Flat Slab
	ชั้น UB - M	คอนกรีตเสริมเหล็ก Beam Slab
	ชั้น 4-34	คอนกรีตเสริมเหล็ก Post Tension Slap
4.1.7	วัสดุตกแต่งภายนอกอาคาร	กระจกปิดรอบตัวอาคาร

4.1.8	วัสดุตกแต่งภายในอาคาร	พื้น : หินแกรนิต,กระเบื้องเซรามิก
		ผนัง : หินแกรนิต,หินอ่อน,วอลล์เปเปอร์
		ฝ้า : ฝ้าฉาบเรียบกันเสียง
4.1.9	ลิฟท์และบันไดเลื่อน	ลิฟท์ 35 ชุด
		บันไดเลื่อน 4 ชุด

SPECIFICATION ของเครื่องจักรในระบบปรับอากาศของอาคาร ตัวอย่าง						
เครื่องจักร	ยี่ห้อ (BRAND)	รุ่น (MODEL)	ขนาด (CAPACITY)	หน่วย (UNIT)	จำนวน (QUANTITY)	
1.เครื่องทำน้ำเย็น (WATER CHILLER)	Carrier	19 – XL	1640	TON	2	
	Leang-chi	237-98-EK	760	TON	6	
2.หอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER)	Peeless	6-AE-14 G	1500	GPM	4	
3.ชุดขับดันน้ำปฐมภูมิ (PRIMARY LOOP PUMP)	Peeless	8-AE-20G	2000	GPM	6	
4.ชุดขับดันน้ำทุติยภูมิ (SECONDARY LOOP PUMP)	Peeless	8-AE-20G	2000	GPM	4	
5.ชุดขับดันน้ำระบายความร้อน (CONDENSOR LOOP PUMP)	Carrier	30-FD-680	25-60	TON	149	
6.เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AIR HANDLING UNIT)	Carrier	2700-FK 39-FD-	1-10	TON	20	
7.เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (FAN COIL UNIT)	Price	780- 2700-FK	-	-	-	
8.หัวจ่ายลมแปรผัน (V.A.V) (VARIABLE AIR VOLUME)	Price	-	-	-	-	
9. หัวจ่ายลมคงที่ (C.A.V) (VARIABLE AIR VOLUME)		-				

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องจักรของระบบปรับอากาศในอาคารตัวอย่าง

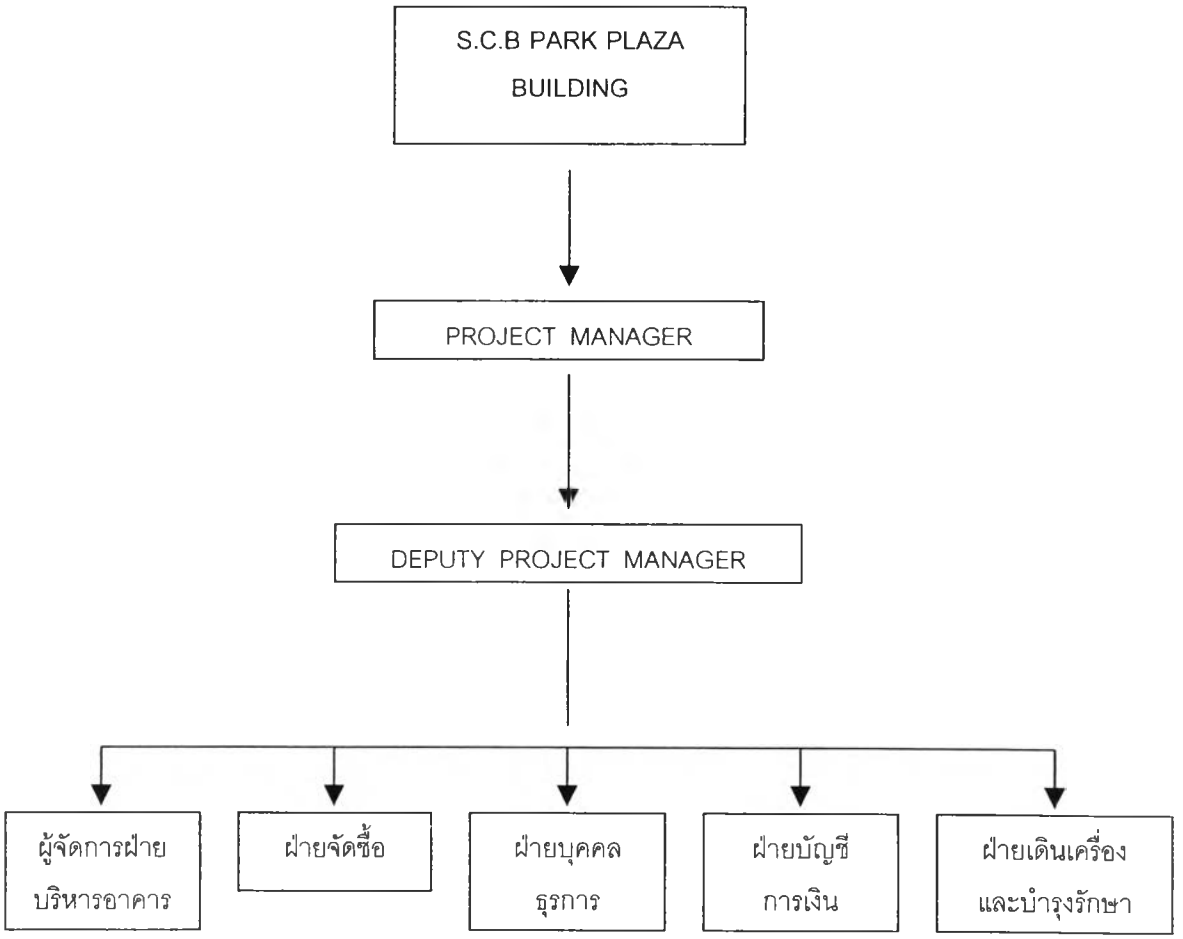
รูปที่ 4.1 แสดงผังบริเวณโครงการธนาคารไทยพาณิชย์ สำนักงานใหญ่

จะเห็นได้ว่าพื้นที่ในโครงการมีขนาดใหญ่มากซึ่ง มีจำนวนอุปกรณ์เครื่องจักรภายในอาคารเป็นจำนวนมากด้วย การปฏิบัติการเดินเครื่องและบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก โดยทั่วไปแล้ว ธนาคารไทยพาณิชย์ดำเนินธุรกิจในด้านการเงินเป็นหลัก จึงไม่มีหน่วยงานที่ความชำนาญทางด้ารการบำรุงรักษาอาคารเฉพาะด้าน

บริษัท นันทวัน - มารูเซ่ จำกัดซึ่งเป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจบริหารอาคารได้เป็นผู้รับบริหารอาคารโดยรับผิดชอบงานด้านการ เดินเครื่องและบำรุงรักษาอาคารซึ่งมีโครงสร้างองค์กรดังตารางที่ 4.2

ผังโครงสร้างองค์กร (Organization chart)

ของบริษัท นันทวันมารูเซ่ (Site SCB)



รูปที่ 4.2 แสดงผังโครงสร้างองค์กร ของบริษัท นันทวัน - มารูเซ่

โดยเฉพาะอาคารไทยพาณิชย์ สำนักงานใหญ่นี้ที่ได้สมญานามว่าเป็น อาคารอัจริยะ โดยอาคารไทยพาณิชย์ประกอบไปด้วยระบบที่อำนวยความสะดวกดังนี้

- ระบบปรับอากาศ
- ระบบป้องกันอัคคีภัย
- ระบบไฟฟ้า
- ระบบสุขาภิบาล และ บำบัดน้ำเสีย

โดยในกรณีศึกษานี้เราจะศึกษาระบบ**ปรับอากาศ** ;เท่านั้น ซึ่งเป็นระบบที่มีผลกระทบต่อผู้อาศัยในอาคาร มากที่สุด

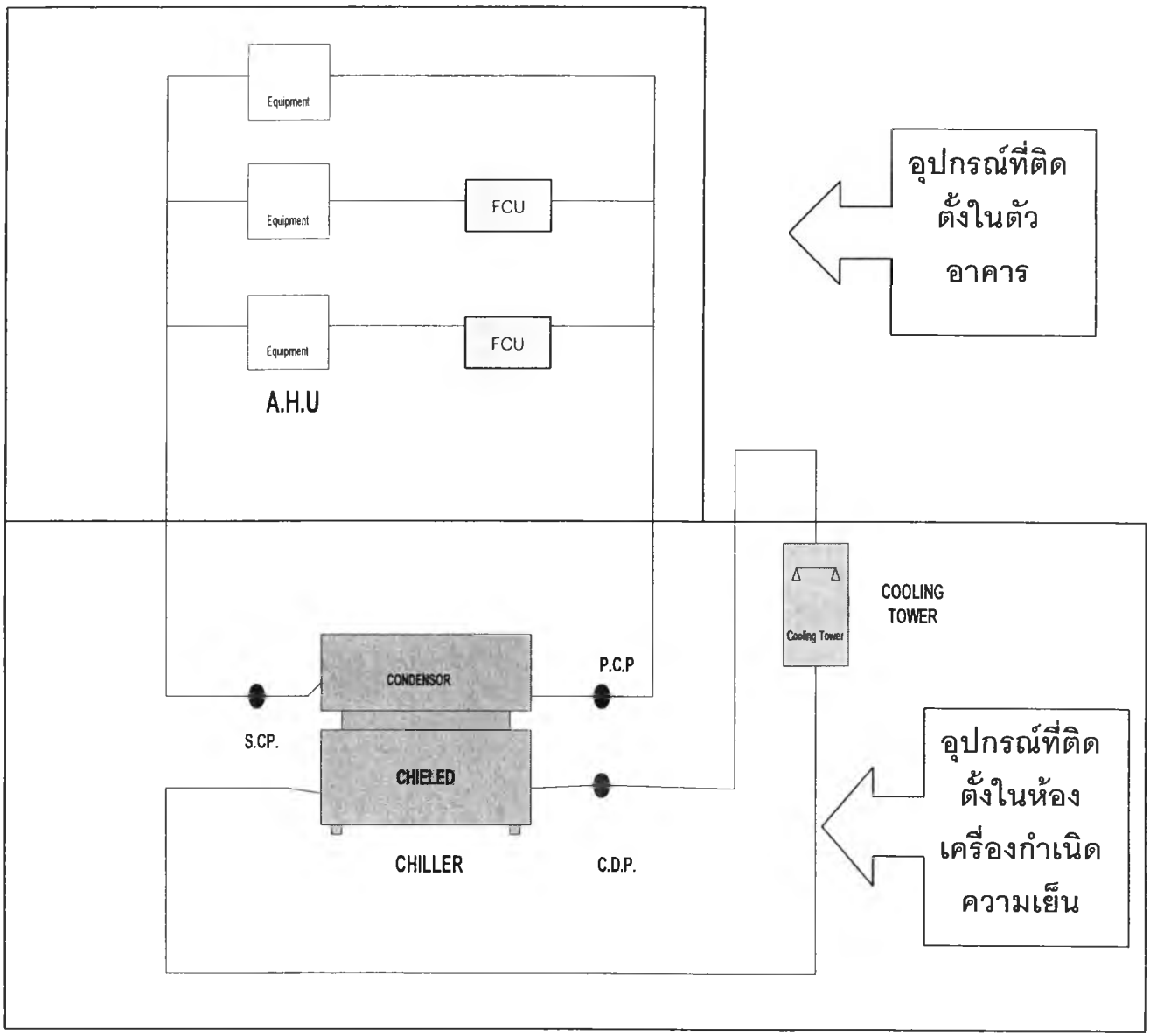
DIAGRAM การทำงานในระบบปรับอากาศ ของอาคาร

S.C.B. PARK PLAZA (HEAD OFFICE)

4.2 ไดอะแกรมการทำงานของระบบปรับอากาศของอาคารตัวอย่าง

ในการทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ในระบบปรับอากาศ ออกเป็น 4 อุปกรณ์หลักๆ ได้แก่

1. เครื่องทำความเย็น (Water Chiller ,WCH 1640 TON) จำนวน 2 เครื่อง
2. เครื่องระบายความร้อนหอสูง (Cooling Tower,CTW 744 TON) จำนวน 6 เครื่อง
3. ชุดขับดันน้ำปฐมภูมิ (Primary Contro Pump,PCP)1500 GPM จำนวน 4 เครื่อง
4. ชุดขับดันน้ำทุติยภูมิ (Secondary Contro Pump,SCP)2000 GPMจำนวน 6 เครื่อง
5. ชุดขับดันน้ำระบายความร้อน (Condensor Pump,CDP)2000 GPM จำนวน 4 เครื่อง
6. เครื่องเป่าลมเย็น (Air Handing Unit , AHU) จำนวน 149 เครื่อง
7. เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit , FCU) จำนวน 20 เครื่อง
8. หัวจ่ายลมแปรผัน (Variable Air Volume ,VAV) SET
9. หัวจ่ายลมคงที่ (Constance Air Volume , CAV) SET



รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างระบบและ อุปกรณ์ของปรับอากาศในอาคารตัวอย่าง

4.3 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศของอาคารตัวอย่าง

ระบบปรับอากาศของอาคารตัวอย่างนี้ ก็เหมือนกับระบบปรับอากาศทั่วๆไป จะแตกต่างกันก็คือ ในระบบปรับอากาศโดยทั่วไปแล้วที่มีขนาดเล็กจะใช้น้ำยาทำความเย็น (Refrigerant) เป็นสารในการทำความเย็น โดยตรงซึ่งจะแตกต่างกับระบบทำความเย็นของอาคารตัวอย่างที่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน และความเย็นโดยน้ำซึ่งขับดันโดยปั๊ม (Condensor Pump , Chill Water Pump)

โดยหลักการทำงานจะใช้คุณสมบัติของการระเหยของของเหลว และความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของของเหลว ของน้ำยาทำความเย็น R-134 A ซึ่งไม่มีสาร คาร์บอน ฟลูออรีน คลอรีนและไฮโดรเจน หรือสารประกอบ ฟรีออน ที่มีผลต่อโอโซนของโลกโดยวัฏจักรของการทำความเย็นจะเริ่มจาก Water Chiller แบบ Centifugal Type ขนาด 1640 ตันความเย็น จำนวน 2 Unit ทำการลดอุณหภูมิของน้ำภายในท่อ (Chille Line) จากอุณหภูมิสูงให้มีอุณหภูมิทำงานที่ประมาณ 43 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 7 องศาเซลเซียส โดยน้ำเย็นจากเครื่องทำความเย็นจะถูกเครื่องทำน้ำเย็น (Chilled Water Pump) จ่ายเข้าสู่ระบบไปยัง Fan Coil Unit (FCU.) และ Air Handing Unit (AHU.) โดยน้ำเย็นไหลผ่าน จะถูกส่งผ่านความเย็นโดยพัดลมที่อยู่ใน FCU และ AHU พาความเย็นผ่านท่อ Duct จ่ายให้กับห้องที่ต้องการปรับอากาศ และน้ำที่ผ่าน FCU และ AHU แล้วจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 12 องศาเซลเซียส จะถูกส่งกลับมาที่เครื่องทำความเย็นอีกครั้งหนึ่ง

ระบบส่งน้ำเย็นนี้จะอาศัยท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe)มีทั้งท่อส่งน้ำเย็น (Supply Chilled Water Pipe) และท่อน้ำเย็นกลับ (Return Chilled Water Pipe) ซึ่งจะต้องหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันน้ำเกาะท่อ (Condensation) เนื่องจากความเย็นของท่อ จะทำให้ความชื้นที่อยู่ในอากาศเกาะเป็นหยดน้ำที่ท่อ

ในระบบการระบายความร้อน (Condensor Water Loop)ของระบบทำความเย็นของอาคารตัวอย่างนี้จะใช้ Cooling Tower เป็นอุปกรณ์ในการนำความร้อนออกจากระบบโดยจะส่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงโดย Condensor Water Pump ทำหน้าที่สูบน้ำเพื่อระบายความร้อนจาก Condensor Side ของ Water Chiller ไปสู่หอคอยผึ่งน้ำ (Cooling Tower)

ระบบโดยรวมของระบบปรับอากาศในอาคารตัวอย่างสามารถแบ่งส่วนย่อยๆ ออกได้ดังต่อไปนี้

1.ระบบท่อลม (Air distribution System)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยทั่วไปจะเป่าลมได้ไกลไม่เกิน 6 เมตร หรือหากใช้เครื่องส่งลมเย็นแบบตู้ตั้งแล้วเป่าลมโดยตรง (Free Blow) ก็จะทำให้ลมเย็นตกเป็นที่ ๆ ตรงที่โดนลมเย็นเป่าก็จะ

เย็นเกินไป นั่งนาน ๆ ไม่ได้ ส่วนตรงที่ไม่โดนลมเย็นบางบริเวณก็อาจจะไม่เย็นพอ เครื่องแบบนี้จึงเหมาะที่จะใช้เฉพาะกับบริเวณที่คนสัญจรไปมาไม่อยู่กับที่

ในกรณีสำนักงานที่คนต้องนั่งทำงานนาน ๆ ห้องประชุม ห้องจัดเลี้ยง ห้องอาหาร ห้องพักผ่อน หรือบริเวณที่มีพื้นที่ปรับอากาศเป็นบริเวณกว้าง การกระจายลมจึงต้องอาศัยระบบท่อลมในการช่วยกระจายลมให้ทั่วถึง โดยทั่วไปความเร็วลมที่ผ่านตัวคนที่เหมาะสม ควรจะอยู่ที่ประมาณ 50 ฟุต/นาที

โครงสร้างของท่อลมประกอบจากแผ่นสังกะสีพับขึ้นรูปเป็นท่อ ซึ่งมักจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วหุ้มทับภายนอกด้วยฉนวนใยแก้ว ที่มีอลูมิเนียมฟอยล์เป็นเปลือกนอกอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนใยแก้วหลุดลุ่ย ความหนาของแผ่นสังกะสีและลักษณะการพับขึ้นรูปของท่อลมจะมีมาตรฐานกำหนดให้เหมาะสมกับขนาดของท่อ

ท่อลมจะต่อกับเครื่องปรับอากาศ FCU หรือ AHU ลักษณะการเดินท่อลมโดยทั่วไปก็มักจะเดินอยู่ภายในฝ้าเพดาน เครื่องปรับอากาศ FCU หรือ AHU ที่จะใช้ระบบท่อส่งลม จะต้องเป็นเครื่องที่มีความดันลมมากพอเนื่องจากการส่งลมผ่านท่อลม จะต้องใช้ความดันลมที่สูงกว่าการเป่าลมเย็นโดยตรง ผู้ออกแบบระบบปรับอากาศจะตรวจสอบเครื่องความดันลมที่พอเหมาะ รวมทั้งเรื่องความดังของเสียงพัดลมว่าจะต้องไม่ดังเป็นที่รบกวนด้วย ความยาวของท่อลมในเกณฑ์ประมาณ 40-50 เมตร จัดว่าเป็นระยะที่ยาวมากแล้ว โดยทั่วไปมักจะไม่เกินเกณฑ์นี้ แต่ถ้าต้องเกินจริงก็ทำได้ไม่มีปัญหาเหมือนการเดินท่อน้ำยาแอร์ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน แต่วิศวกรจะต้องตรวจสอบความดันของพัดลมให้เพียงพอ และต้องระวังในเรื่องเสียงของพัดลมมากขึ้น ประกอบกับมอเตอร์พัดลมจะต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น การเดินท่อลมยาว ๆ ต้องระวังเครื่องลมรั่วด้วย เพราะลมจะรั่วจากท่อลมได้จำนวนหนึ่ง หากลมรั่วมากไปก็เท่ากับเสียลมแอร์ไปโดยเปล่าประโยชน์ ความเร็วของลมในท่อลมเมนมักจะสูงถึง 1500-2000 ฟุต/นาที ดังนั้นการเจาะหัวจ่ายแอร์จากท่อลมเมนเลยจะทำให้เสียงลมที่มีความเร็วดังออกมาที่หัวจ่ายแอร์ ดังนั้นโดยทั่วไปวิศวกรจะเดินท่อแยก (Branch) ออกมาจากท่อเมนก่อน แล้วขยายท่อเพื่อลดความเร็วลมลงเหลือไม่เกิน 800 ฟุต / นาที จนถึงหัวจ่ายแอร์ซึ่งจะจ่ายลมที่มีความเร็วประมาณ 400-500 ฟุต/นาที

ท่อลมส่ง เรียกว่า Supply Air ทำหน้าที่จ่ายลมเย็นที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ FCU หรือ AHU ไปยังบริเวณปรับอากาศที่ต้องการ

ท่อลมกลับ เรียกว่า Return Air ทำหน้าที่นำลมจากภายในห้องปรับอากาศ กลับมาเข้ายังเครื่องปรับอากาศ FCU หรือ AHU วิธีการนำลมกลับนี้ อาจจะไม่จำเป็นต้องเดินท่อลม เพื่อไปรับตามจุดต่าง ๆ เสมอไป หากพื้นที่ห้องไม่ใหญ่นักก็อาจจะเดินท่อลมกลับสั้น ๆ แล้วดูดลมจากห้องปรับอากาศในบริเวณใกล้เครื่องได้เลย หรือในกรณีสำนักงาน อาจจะใช้พื้นที่ในฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับก็ได้ ทั้งนี้จะต้องพิจารณาไม่ให้เกิดกระแสลมมากเกินไปบริเวณหน้าลมกลับ

ท่านอาจจะสังเกตได้ว่าลักษณะวงจรการหมุนเวียนของลมนี้เป็นแบบปิด (Recirculate) คือส่งลมเย็นไปแล้วก็ดึงลมที่ร้อนขึ้นหลังจากรับความร้อนภายในห้องกลับมาทำให้เย็นแล้วก็ส่งกลับเข้าไปในห้องใหม่ เป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ในขณะที่เดินระบบปรับอากาศ แต่เพื่อให้ได้ปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอในห้องปรับอากาศ ก็จะมีการนำอากาศจากภายนอกห้องปรับอากาศเข้ามาผสม อากาศส่วนนี้มักจะต้องชื่อว่า อากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air) ทั้ง ๆ ที่โดยความจริงจะ Fresh หรือไม่ จึ้นกับแหล่งที่เราเอาอากาศนี้เข้ามาด้วย ในบริเวณย่านธุรกิจในกรุงเทพฯ แหล่งอากาศบริสุทธิ์ในระดับถนนคงจะหาไม่ได้ จึงอาจจะต้องหาทางนำมาจากระดับที่สูงกว่า และก็ต้องระวังว่าบริเวณข้างเคียงมีอากาศเสียจากห้องน้ำ ห้องครัว คูลลิ่งเทาเวอร์ ฯลฯ หรือไม่

ปริมาณลมที่หมุนเวียน หรือ Recirculated Air ในระบบปรับอากาศโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 12-15 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ภาษาทางวิศวกรรมเรียกว่า 12-15 Rirchanges/hr และ ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่เข้ามาผสมจะอยู่ในช่วง 10-15% ของปริมาณลมหมุนเวียนนี้ ขึ้นกับลักษณะการใช้งาน เช่น ความหนาแน่นของคน และหากเป็นร้านอาหารหรือห้องประชุมก็จะมากขึ้น

นอกจากการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาที่ว่านี้แล้ว ยังมีการระบายอากาศเสียทิ้ง (Exhaust Air) จากห้องน้ำ ห้องครัว ห้องที่มีการสูบบุหรี่ Pantry ห้องเก็บของเพื่อป้องกันกลิ่นรบกวนปริมาณอากาศเสียจะน้องกว่าปริมาณอากาศบริสุทธ์อยู่บ้าง ทั้งนี้เพราะโดยทั่วไปห้องปรับอากาศจะพยายามรักษาให้มีความดันอากาศภายในห้องสูงกว่านอกห้อง เป็นการป้องกันไม่ให้ฝุ่นและความชื้นเข้าไปได้โดยง่าย มาถึงตอนนี้ท่านอาจจะสงสัยว่าการจัดให้มีอากาศบริสุทธิ์และการระบายอากาศเสียนี้ทำได้ในทุกกรณีหรือไม่ ก็ตอบได้ว่าเรื่องทั้งหมดนี้มักจะถูกละเลยอยู่เรื่อย แต่ในกรณีที่ห้องปรับอากาศนั้นไม่มีแหล่งเกิดกลิ่นก๊าซพิษ และไม่ใหญ่นัก การที่ปิดเปิดประตูบ้าง การที่ห้องมีลมรั่วได้บ้าง ก็ทำให้มีอากาศจากภายนอกห้องเข้ามาเจือปนได้บ้างอยู่แล้ว แต่หากจะทำให้ถูกต้องก็ควรจะจัดให้มี ที่เห็นได้ชัดคือพวกคอนโดมิเนียมที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มักจะไม่มีการนำอากาศบริสุทธิ์มาเข้าที่เครื่องเลย และการเจาะช่องเปิดเพื่อให้อากาศจากภายนอกเข้ามาที่เครื่อง FCU ก็ทำได้ยาก วิธีที่ถูกต้องคือ สำหรับคอนโดมิเนียม ควรจะติดตั้งอุปกรณ์ที่เรียกว่า Air to Air Heat Exchanger ซึ่งจะทำหน้าที่ระบายอากาศเสียทิ้งจากห้องน้ำ และนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาแทนที่ พร้อมทั้งทำให้อากาศบริสุทธิ์นี้เย็นลมโดยอาศัยความเย็นที่ยังเหลืออยู่ของอากาศเสีย เมื่อเป็นเช่นนี้เราก็มั่นใจได้ทั้ง 2 ทาง ว่าจะมีทั้งอากาศดีและจะมีการระบายอากาศเสียทิ้ง

ในการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) นอกจากการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาผสมดังกล่าวแล้ว ยังมีการกรองอากาศโดยใช้แผงกรองอากาศ (Air Filter) ซึ่งตามเครื่องปรับ

อากาศทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นเครื่องแบบหน้าต่าง แบบแยกส่วน ก็มีทั้งนั้น ท่านก็อาจจะเคยถอดแผงกรองอากาศที่เครื่องมาล้างกันบ้างแล้ว

ในระบบปรับอากาศ แผงกรองอากาศนี้จะอยู่ที่ FCU หรือ AHU หรือในระบบท่อลมกลับออกมาล้าง แล้วแต่ว่าจะใช้แผงกรองอากาศชนิดไหน

ฝุ่นละอองในอากาศนี้ เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในห้องปรับอากาศ ไม่ว่าจะเป็นการพูด การจาม การเขียนหนังสือ การเดิน จากเฟอร์นิเจอร์ พรม และตัวร้ายที่สุดก็คือการสูบบุหรี่ หากมีปริมาณฝุ่นละอองในอากาศที่สูงจะทำให้คนเป็นหวัด เป็นโรคภูมิแพ้ได้ง่าย หรือเป็นโรคทางเดินหายใจ

ปัจจุบันมีผู้เห็นความสำคัญเรื่องคุณภาพอากาศมากขึ้น และเข้าใจปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองในอากาศ จึงมีการผลิตและจำหน่ายเครื่องกรองอากาศกันมากขึ้น และมีการนำมาประกอบในเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กแบบสำเร็จครบชุดในตัวด้วย

ในการออกแบบระบบท่อลมในปัจจุบันยังนิยมที่จะเดินท่อลมลอยโดยไม่ต้องมีฝ้าเพดานด้วย และก็สามารถใช้ท่อลมชนิดกลม (Spiral Duct) ซึ่งแลดูสวยงามกว่าท่อแบบสี่เหลี่ยม รวมทั้งขึ้นรูปได้เร็วกว่าเนื่องจากใช้เครื่องม้วนท่อลมจากม้วนแผ่นสังกะสีออกมาเป็นรูปท่อกลมได้เลย นอกจากนี้ปริมาณลมรั่วจากท่อลมจะน้อยกว่า เพราะตะเข็บที่แน่นกว่า ท่อกลมมีข้อจำกัดที่พื้นที่ เพราะท่อจะมีความลึกกว่าท่อสี่เหลี่ยม แต่ก็เริ่มมีผู้นำท่อลมแบบวงรี (Oval Duct) ซึ่งก็คือท่อกลมที่นำไปบีบด้วยไฮดรอลิคให้แบนลง เพื่อลดความลึกของท่อเหมือนกัน

ลักษณะการจ่ายลมในระบบปรับอากาศโดยทั่วไปจะเป็นแบบปริมาณการจ่ายลมคงที่ (Constant Air Valumn หรือ CAV) แต่เนื่องจากลักษณะการจ่ายลมแบบนี้จะมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิหรือเทอร์โมสตัทเพียงชุดเดียวที่บริเวณห้องเครื่องหรือที่หน้าลมกลับ จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในบริเวณต่าง ๆ ได้ทั่วถึง ดังนั้นอาคารสำนักงานสมัยใหม่ จึงมักจะใช้ระบบการจ่ายลมที่มีปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร (Variable Air Volume หรือ VAV) โดยมีกล่องควบคุมปริมาณลม (VAV-Box) ซึ่งมีลิ้นควบคุมปริมาณลมตามเทอร์โมสตัทในบริเวณนั้น ทำให้ปริมาณการจ่ายลมมากน้อยตามสภาพการใช้งานและการรับแดด ในลักษณะนี้จะทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีขึ้น และในแต่ละชั้นอาจจะมีเทอร์โมสตัทถึง 10-30 ชุด ตามขนาดพื้นที่อาคารและการใช้งาน

การเลือกหัวจ่ายลมสำหรับระบบ VAV จะต้องเลือกชนิดที่ใช้กับระบบ VAV กล่าวคือจะต้องมีคุณสมบัติที่สามารถเป่าลมให้วิ่งเกาะไปใต้ฝ้าเพดานได้ เมื่อปริมาณลมเปลี่ยนไป เนื่องจากหัวจ่ายแอร์โดยทั่วไป เมื่อปริมาณลมน้อยลงจะตกลงใต้หัวจ่ายเลย ทำให้ไม่สามารถกระจายลมไปได้

สิ่งสำคัญที่ไม่ควรจะมองข้ามก็คือ เนื่องจากท่อลมติดตั้งอยู่ภายในฝ้าเพดาน และมีอุปกรณ์ประกอบในระบบท่อลมหลายอย่าง เช่น ใบปรับปริมาณลม หรือในกรณีที่ใช้ระบบ VAV ก็มี VAV

BOX ซึ่งมีอุปกรณ์มอเตอร์ที่จะขับลิ้นปรับปริมาณลม อุปกรณ์เหล่านี้ต้องการช่องเปิดเพื่อให้สามารถตรวจสอบหรือปรับแต่ปริมาณลมได้ ฝ้าเพดานจึงควรเป็นแบบที่เปิดได้ให้มากที่สุด ไม่เช่นนั้นก็มักจะพบปัญหาว่า จ่ายลมแอร์มากไปหรือน้อยไปแล้วไม่สามารถปรับหรือทำอะไรได้

4.4 ระบบท่อน้ำยา (Refrigerant Piping)

ในกรณีที่เราแยก Condensing Unit (CDU) ออกจาก Fancoil Unit (FCU) อย่างในกรณีของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ก็จำเป็นที่จะต้องมีท่อเพื่อส่งสารทำความเย็นไป-กลับระหว่างเครื่องทั้งสองนี้ ท่อจาก CDU ยังมีความดันสูงอยู่ เพราะอุปกรณ์ลดความจะอยู่ใน FCU ท่อจึงจะอุ่น และไม่มีการหุ้มฉนวน ส่วนท่อส่งสารทำความเย็นกลับจาก FCU ไป CDU จะมีความดันต่ำและเย็น จึงต้องหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันน้ำเกาะ และป้องกันการสูญเสียความเย็นให้กับอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ

หากเครื่องปรับอากาศของท่านทำงานเป็นปกติ ท่อจาก CDU ไป FCU หรือที่เรียกว่า Liquid Line จะอุ่น ๆ จับได้ ถ้าร้อนมากแสดงว่า CDU ระบายความร้อนได้ไม่ดี ส่วนท่อจาก FCU ไป CDU หรือที่เรียกว่า Suction Line จะเย็น ๆ และบริเวณท่อที่หัวคอมเพรสเซอร์ที่ไม่ได้หุ้มฉนวนควรจะมีเหงื่อน้ำจับบ้าง ถ้าอาการเป็นอย่างนี้แสดงว่าอาการปกติ

ท่อน้ำยานี้เป็นท่อทองแดง เนื่องจากเป็นท่อที่รับความดันได้มากช่างที่ติดตั้งจะเชื่อมท่อเข้าถึงกัน โดยภายในท่อจะต้องสะอาด หลังจากนั้นก็จะใช้ปั๊มสูญญากาศดูดอากาศและความชื้นออก ก่อนที่จะเติมสารทำความเย็นเข้าไป แต่ในปัจจุบัน เครื่องปรับอากาศญี่ปุ่นจะมีท่อขดมาเสร็จทั้งชุด พร้อมทั้งสายไฟที่ใช้ควบคุมการทำงาน มีสารทำความเย็นเติมมาภายในท่อเสร็จ เรียกว่า Precharged เวลาติดตั้งก็เพียงแต่ขันปลายของท่อเข้ากับเครื่องเป็นอันเสร็จพิธี ท่อที่เหลือก็ขดทิ้งไว้ข้าง ๆ เครื่อง CDU นั่นเอง

ท่อน้ำยาไม่ควรจะมีความยาวมากเกินไป เพราะจะทำให้แรงเสียดทานมาก และทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนรุ่นใหม่ ๆ ที่ใช้โรตารี่คอมเพรสเซอร์ซึ่งถึงแม้ว่าจะกินไฟน้อยและเงียบ แต่ถ้าเดินท่อน้ำยายาวจะมีประสิทธิภาพลดลงมาก อีกเหตุผลหนึ่งที่ไม่ควรเดินท่อน้ำยายาว ๆ ก็คือ จะมีปัญหาทำให้น้ำมันหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ที่ปกติจะระเหยและปนไปกับสารทำความเย็น เวลาคอมเพรสเซอร์ทำงานไปตกค้างอยู่ในระบบท่อ หรือที่FCU ได้ เมื่อเครื่องเดินไปเรื่อย ๆ น้ำมันหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ก็จะลดลงทีละนิดไปเรื่อย ๆ จนไม่เพียงพอกับการหล่อลื่น ก็จะทำให้คอมเพรสเซอร์เสียหายหรือไหม้

สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยทั่วไป ท่อน้ำยาควรจะมีความยาว (รวมแนวหัวเลี้ยวต่าง ๆ) ไม่เกิน 15 เมตร

4.5 ระบบท่อน้ำเย็น (Chilled Water Piping)

ระบบนี้ไม่เกี่ยวกับระบบท่อน้ำยาแต่อย่างใด กรุณาอย่าเรียกสลับกัน ระบบท่อน้ำเย็นก็คือระบบท่อที่นำน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็น (Water chiller) ไปยัง FCU และ AHU เมื่อน้ำร้อนขึ้นก็นำกลับมาทำให้เย็น ที่เครื่องทำน้ำเย็นใหม่ จัดว่ามีระบบปิด (Closed System) เพราะน้ำเย็นจะหมุนเวียนอยู่อย่างนี้ภายในระบบท่อไปเรื่อย ๆ เมื่อน้ำพร่องลงเนื่องจากรั่วหรือมีการระบายทิ้งบ้าง จึงจะเติมน้ำเข้ามาชดเชย ซึ่งมักจะเติมกันที่ถึงที่เรียกว่า Expansion Tank

เหตุที่ต้องมี Expansion Tank ก็เนื่องจากปริมาตรของน้ำจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และเนื่องจากระบบเป็นระบบปิดดังกล่าวแล้ว จึงต้องมีที่ให้น้ำที่ขยายตัวไปพักไว้ หาไม่แล้วจะเกิดความดันจากการขยายตัวของน้ำ ทำให้ระบบท่อเสียหายได้

การหมุนเวียนของน้ำเย็น อาศัยแรงขับเคลื่อนจากเครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump)

ท่อน้ำเย็นที่ส่งน้ำเย็นเรียกว่า Chilled Water Supply จะมีน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 7 C

ท่อน้ำเย็นหลังจากออกจาก FCU และ AHU เรียกว่า Chilled Water Return จะมีน้ำเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 12 C

ท่อทั้งหมดจะต้องหุ้มฉนวน เพราะที่อุณหภูมินี้ หากไม่หุ้มจะมีน้ำเกาะและหยดลงเป็นทางได้

การเดินท่อน้ำเย็นจะต้องมีการพิจารณาความดันน้ำในท่อไม่ให้แตกต่างกันมากระหว่างต้นทางและปลายทางของท่อ ไม่เช่นนั้นมักจะมีปัญหาในการควบคุมปริมาณน้ำเข้า FCU และ AHU ดังนั้นหากพบว่าท่อเดินไกล ก็อาจจะต้องแบ่งเครื่องสูบน้ำเย็น เป็นชุดที่มีความดันสูง และชุดที่มีความดันปานกลาง หรืออาจจะต้องเดินท่อเป็นแบบที่เรียกว่า Reverse Return เพื่อเฉลี่ยให้ระยะทางท่อไป-กลับ FCU หรือ AHU ใกล้เคียงกันทุกตัว

การควบคุมอุณหภูมิในระบบปรับอากาศในกรณีที่ใช้ระบบน้ำเย็นนี้ อาศัยเทอร์โมสตัทเหมือนกัน โดยเทอร์โมสตัทจะวัดอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศแล้วไปสั่งการทำงานของวาล์วควบคุมปริมาณน้ำเย็น อัตโนมัติซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่ FCU หรือ AHU แต่ละตัว ถ้าห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้นเทอร์โมสตัทก็จะสั่งให้วาล์วเปิดน้ำเย็นไหลเข้าคอยล์เย็นมากขึ้น และถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าที่ตั้งไว้ วาล์วก็จะหรี่ให้น้ำเย็นไหลเข้าคอยล์เย็นน้อยลง อุปกรณ์ประกอบในระบบท่อน้ำเย็นยังมีอีกหลายอย่างเช่น วาล์วปิด-เปิด ที่จะติดตั้งไว้ตามจุดที่สำคัญ เพื่ออำนวยความสะดวกในการซ่อมบำรุง หรือเดินท่อเพิ่มวาล์วระบายน้ำที่จุดต่ำสุดของท่อเพื่อระบายตะกอน เช่น ขี้เชื่อมที่อยู่ในท่อ วาล์วปรับปริมาณน้ำ (Balancing Valve) เพื่อช่วยในการปรับสมดุลของระบบ วาล์วระบายอากาศ (Air Vent) เพื่อระบายอากาศที่ค้างอยู่ในระบบท่อและตามคอยล์เย็นใน FCU และ AHU ข้อต่อเพื่อรับการขยาย ยืด-หดตัวของท่อ (Expansion Joint) ข้อ

ต่ออ่อน (Flexible Connection) เพื่อลดการส่งผ่านของการสั่นสะเทือน จากเครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องวัดความดัน ที่วัดอุณหภูมิ ฯลฯ

คอยล์เย็นที่ทำงานตามปกติ จะต้องเย็นและมีน้ำเกาะและหยดไหลอยู่ตลอดเวลา หากคอยล์แห้งเย็นชืด ๆ แสดงว่าผิดปกติ จะต้องดูว่าน้ำเย็นไหลเข้าคอยล์เย็นได้สะดวกหรือไม่ และมีลมค้างอยู่ภายในท่อน้ำหรือคอยล์น้ำเย็นหรือไม่ เพราะลมที่ค้างอยู่จะขวางไม่ให้น้ำไหล (Air Block) ต้องไล่อากาศนี้ออกทาง Air Vent

4.6 ระบบท่อน้ำระบายความร้อน (Condenser Vater Puping)

ในกรณีที่เราใช้การระบายความร้อนสำหรับเครื่องทำความเย็น เป็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled) ไม่ว่าจะเป็นเครื่อง Packaged Water Cooled Air Conditioner หรือ Water Cooled Water Chiller ก็จะต้องมีระบบท่อน้ำระบายความร้อนนี้

ระบบนี้จะประกอบด้วยหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ท่อน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Piping) และเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump) โดยเครื่องสูบน้ำระบายความร้อนจะทำหน้าที่ขับเคลื่อนน้ำระบายความร้อนผ่านคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำความเย็น เมื่อน้ำร้อนขึ้นจากประมาณ 32 C-38 C ก็จะถูกส่งไปยังหอระบายความร้อนซึ่งจะทำให้น้ำเย็นลงและนำกลับมาใช้ระบายความร้อนใหม่ วนไปอย่างนี้เรื่อย ๆ

อย่างไรก็ตาม ระบบนี้นับว่าเป็นระบบเปิด (Open System) เนื่องจากหอระบายความร้อน มีลักษณะเป็นหอฉีดน้ำ และมีอ่างรับ จึงไม่จำเป็นต้องมีถังสำหรับการขยายตัวของน้ำอีก การเติมน้ำก็จะเติมที่อ่างของหอระบายความร้อนเลย

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าหอระบายความร้อนนั้นใช้น้ำเป็นปริมาณมาก เนื่องจากการระเหยของน้ำส่วนหนึ่ง การที่น้ำโดนพัดลมของหอระบายความร้อนดูดทิ้งเองส่วนหนึ่ง การที่น้ำล้นทิ้งส่วนหนึ่ง รวมทั้งการที่ต้องระบายทิ้งเพื่อลดปริมาณสารแขวนลอยและตะกอนอีกส่วนหนึ่ง โดยทั่วไปปริมาณน้ำเติมจะเป็นประมาณ 2-3 % ของปริมาณน้ำหมุนเวียน และมากพอ ๆ กับการใช้น้ำสำหรับกิจกรรมอื่น ๆ ทั้งหมดในอาคารเลยทีเดียว

อุณหภูมิน้ำในระบบน้ำยังเหมาะกับการเกิดตะกอน ตะไคร่ และเชื้อแบคทีเรียอีกด้วย จึงต้องมีการเติมสารเคมี เพื่อป้องกันสิ่งเหล่านี้ หาไม่แล้วประสิทธิภาพของระบบอาจจะลดลงได้

ละอองน้ำจากคูลลิ่งเทาเวอร์ หากโดนกระจกหรืออาคารจะทำให้สกปรก และยากกับการทำความสะอาด จึงไม่ควรให้ละอองน้ำนี้เป่าใส่อาคาร และต้องไม่ให้คนหายใจละอองนี้เข้าไปเป็นประจำ เพราะจะทำให้เป็นโรคทางเดินหายใจได้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตำแหน่งที่ติดตั้งคูลลิ่งเทาเวอร์ จะต้องพิจารณาตั้งแต่เริ่มต้นการออกแบบอาคาร โดยจัดให้มีพื้นที่พอเพียง มีการระบายอากาศที่ดี ไม่รบกวนบริเวณข้างเคียง ไม่อยู่ใกล้ตำแหน่งของการนำอากาศบริสุทธิ์เข้าอาคาร โดยตรวจสอบทิศทางลมด้วย นอกจากจะต้องดูความสูงของคูลลิ่งเทาเวอร์ซึ่งมักจะมีความสูง 3-6 เมตรเลยทีเดียว

ในบริเวณที่มีความวิกฤตเรื่องความดังของเสียง เช่น โรงแรม โรงพยาบาล จะต้องพิจารณาว่าเสียงของคูลลิ่งเทาเวอร์จะรบกวนหรือไม่ หากรบกวนก็จะต้องใช้รุ่นที่เรียกว่า Low Noise หรือติดตั้งกล่องเก็บเสียงเพิ่มเติม

การสั่นของคูลลิ่งเทาเวอร์ก็มองข้ามไม่ได้ เพราะการสั่นที่มีความถี่ต่ำและยากต่อการกำจัด หากตั้งอยู่บนพื้นหลังคาที่มีความหนาไม่มากก็ควรจะเสริมให้หนาขึ้นและใส่สปริงรับชุดพัดลมและมอเตอร์

โครงสร้างของคูลลิ่งเทาเวอร์มีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้กันมากเห็นมีอยู่ 2 แบบคือ แบบที่มีรูปเป็นถังวงกลม ทำด้วยไฟเบอร์กลาสมีการออกแบบเป็น Counter Flow แบบนี้จะมีราคาถูกแต่ประสิทธิภาพต่ำและใช้น้ำมาก อีกแบบคือทรงสี่เหลี่ยม ทำด้วยไฟเบอร์กลาสหรือกระเบื้องหรือโลหะมีการออกแบบเป็น Cross Flow แบบนี้จะมีราคาแพงกว่า แต่ประสิทธิภาพสูงให้พื้นที่น้อยกว่า และใช้น้ำน้อยกว่าถึงประมาณ 30 %

4.7 ระบบท่อน้ำทิ้ง (Condensate Drain)

ในห้องปรับอากาศโดยปกติจะมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 55 % ที่อุณหภูมิ 23-24 C ซึ่งอากาศภายนอกจะมีความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ที่อุณหภูมิ 30-35 C และอาจจะสูงถึงเกือบ 100% บ่อย ๆ ในหน้าฝน ดังนั้นเครื่องปรับอากาศนอกจากจะมีหน้าที่ลดอุณหภูมิอากาศลงแล้ว ยังมีหน้าที่ลดความชื้นลงด้วย

อากาศเมื่อผ่านคอยล์เย็นจะกระทบกับผิวของคอยล์เย็น และเกิดการกลั่นตัวของความชื้นในอากาศที่ผิวคอยล์เย็นนี้จะกลายเป็นหยดน้ำไหลลงมา ดังนั้นที่ใต้คอยล์เย็นจะมีถาดน้ำทิ้งเพื่อรองรับปริมาณน้ำในอากาศที่เกิดจากการกลั่นตัวของความชื้นนี้ เมื่อไม่ให้หยดเลอะเทอะ หลังจากนั้นก็จะมีท่อน้ำทิ้งที่เรียกว่า Condensate Drain เพื่อนำน้ำนี้ไปทิ้งต่อไป ท่านที่ใช้เครื่องปรับอากาศที่บ้านก็จะพบเห็นท่อน้ำทิ้งนี้ และเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศก็จะมีน้ำไหลออกมา ท่อนี้จะต้องหุ้มฉนวนเช่นกัน เพราะน้ำทิ้งมีความเย็นไม่เช่นนั้นอาจจะมีน้ำเกาะที่ท่ออีก

เมื่อวางแผนติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ก็อย่ามองข้ามเรื่องการเดินท่อน้ำทิ้งนี้เชียว เพราะท่อน้ำทิ้งจะต้องมีทางให้เดิน มีตำแหน่งให้ทิ้ง และท่อจะต้องมีความลาดเอียงเพื่อให้สามารถระบายน้ำทิ้งได้โดยสะดวก หาไม่แล้ววันดีคืนดี น้ำก็อาจจะล้นออกที่ถาดน้ำทิ้งได้

ในการติดตั้งมักจะต้องติดคอห่านเล็ก ๆ (Trap) เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องปรับอากาศดูดลมจากภายนอกย้อนเข้ามาตามท่อ ซึ่งอาจจะมีกลิ่น รวมทั้งอาจจะทำให้น้ำไหลไม่สะดวกได้

เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างบางรุ่นต้องการตัดปัญหาเดินท่อน้ำทิ้ง จึงออกแบบให้ใบพัดลมระบายความร้อนช่วยวักน้ำทิ้งมาสาดที่คอยล์ร้อน แล้วอาศัยให้ระเหยไปเลย แต่อย่างไรก็ตามพอเครื่องเก่า น้ำก็อาจจะหยดจากเครื่องได้เหมือนกัน