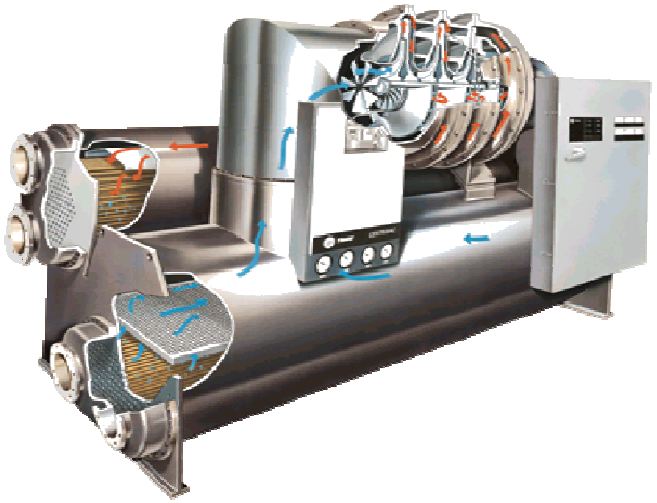
พื้นฐานการทำงานและการอนุรักษ์พลังงาน ในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่

โดย

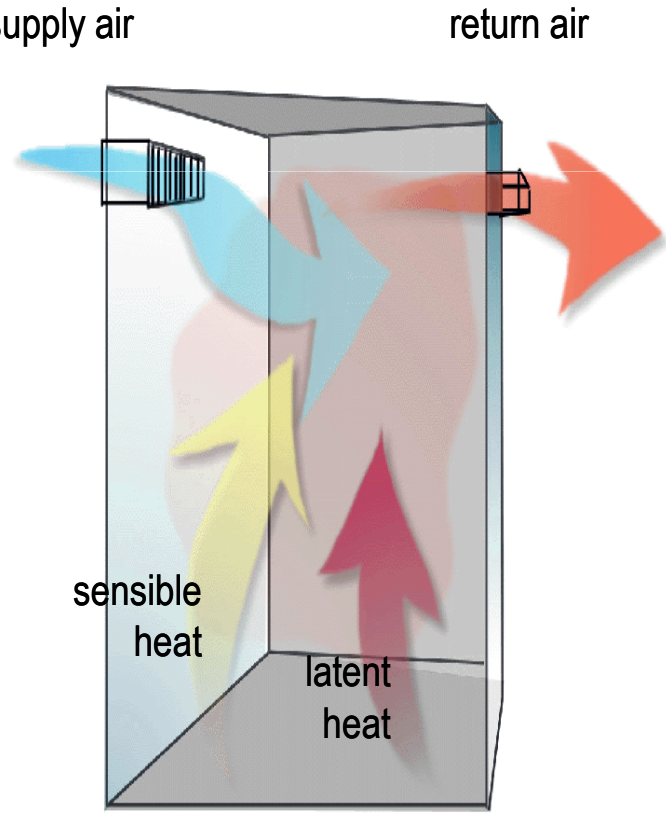
สุทธินันท์ สมัยกุล

ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบปรับอากาศ



องค์ประกอบที่สำคัญของการปรับอากาศ เพื่อความสุขสบาย

1. อุณหภูมิของการปรับอากาศ (Temperature) [75 +/- 1°F (25 +/- 1°C)]
2. ความชื้นของอาคารในห้องปรับอากาศ (Humidity) [55 +/- 5% RH]
3. ความเร็วของอากาศที่สัมผัสตัวผู้ใช้งาน (Air Movement)
   [20-50 FPM, 0.10-0.25 m/s]
4. คุณภาพของอากาศ หรือความสะอาดของอากาศ (Air Purification)
5. ปริมาณอากาศหมุนเวียน หรือการระบายอากาศ (Ventilation)
   (5-10% ของอากาศที่จ่าย)
6. เสียงจากระบบปรับอากาศ และจากสภาพแวดล้อมข้างเคียง
   (Noise Control) (ไม่ควรเกิน 65 เดซิเบล)



มาตรฐานการปรับอากาศในอาคารควบคุม

1. เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารจะต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด (Full Load) หรือที่ภาระใช้งานจริง (Actual Load) ไม่เกินกว่าค่าตามตารางดังต่อไปนี้

ชนิดส่วนทำความเย็น / เครื่องทำความเย็น	กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น (kW/Ton)	
	อาคารใหม่	อาคารเก่า(ก่อนปีพ.ศ.39)
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	0.75	0.90
ขนาด 250-500 ตันความเย็น	0.70	0.84
ขนาดเกินกว่า 500 ตันความเย็น	0.67	0.80
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 35 ตันความเย็น	0.98	1.18
ขนาดเกินกว่า 35 ตันความเย็น	0.91	1.10
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package Unit)	0.88	1.06
ง. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (Screw Chiller)	0.70	0.84

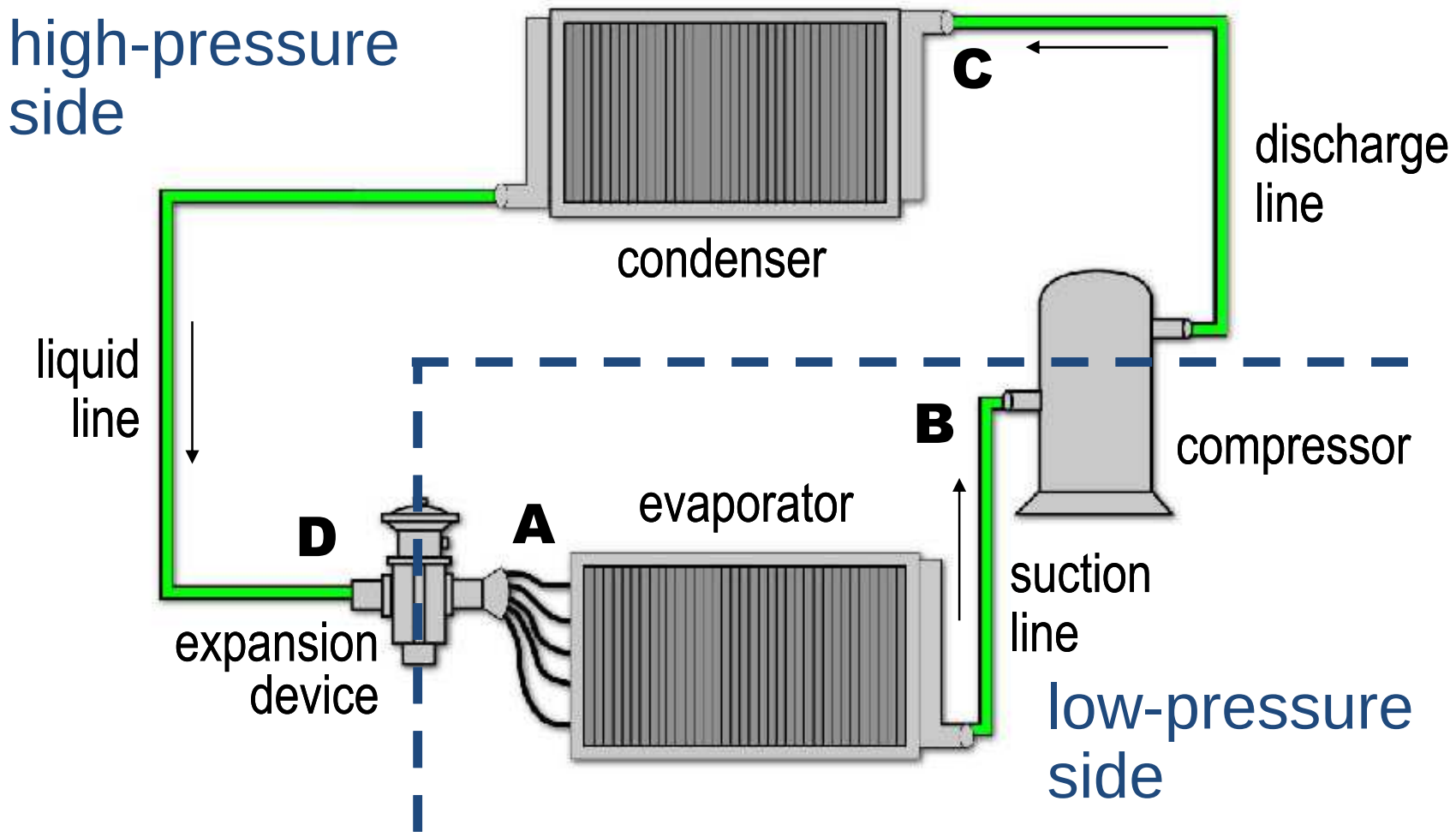
2. เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิดส่วนทำความเย็น / เครื่องทำความเย็น	กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น	
	อาคารใหม่	อาคารเก่า
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	**1.40**	**1.61**
ขนาดเกินกว่า 250 ตันความเย็น	**1.20**	**1.38**
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 50 ตันความเย็น	**1.30**	**1.50**
ขนาดเกินกว่า 50 ตันความเย็น	**1.25**	**1.44**
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package Unit)	**1.37**	**1.58**
ง. เครื่องทำความเย็นแบบติดหน้าต่าง / แยกส่วน (Window / Split Type)	**1.40**	**1.61**

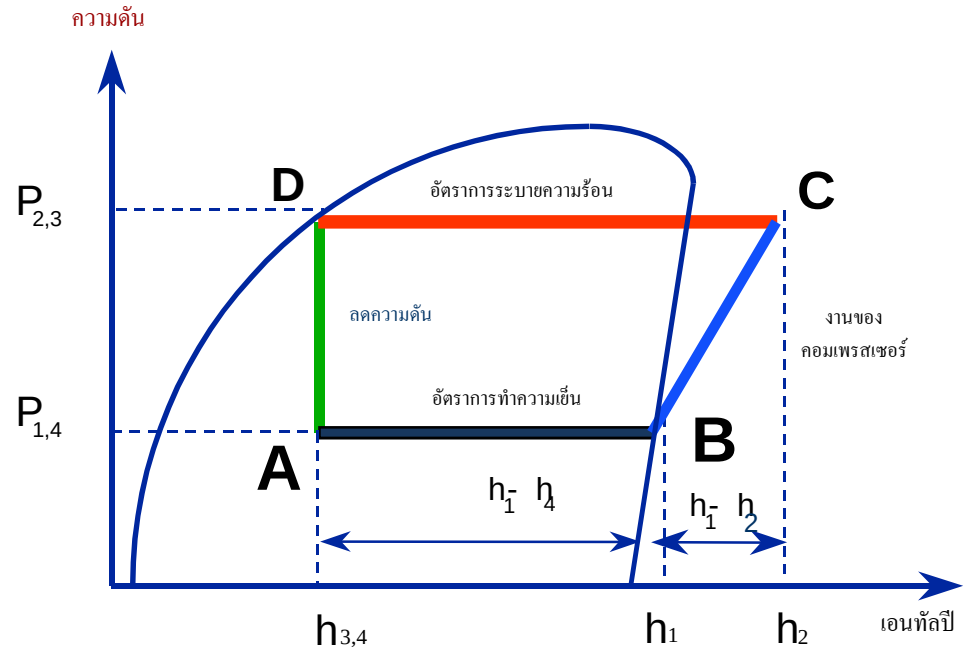
Note : น้ำมีค่าการนำความร้อนที่ดีกว่าและอุณหภูมิต่ำกว่าในสภาวะอากาศเดียวกัน

มาตรฐานแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ 90 ‘F (32 C) และอากาศ 95’ F (35 ‘C)

Basic Refrigeration System



วัฏจักรทำความเย็น



แผนภาพความดัน-เอนทัลปีของวัฏจักรการอัดไอหนึ่งขั้นตอน

สัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็น (COP) = ความร้อนที่ต้องการนำออกจากผลิตภัณฑ์ / พลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ = $\frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

การวิเคราะห์สัมประสิทธิในการทำงาน (Coefficient of Performance) ,COP

$$\text{COP} = \frac{\text{ความสามารถในการทำความเย็น (kWth)}}{\text{งานที่ใช้ในระบบ (kWth)}}$$

อัตราส่วนประสิทธิในพลังงาน (Energy Efficiency Ratio), EER

$$\text{EER} = \frac{\text{ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/h)}}{\text{พลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องอัดไอ (Watt)}}$$

หรือ

$$\text{kW/Ton} = \frac{\text{พลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องอัดไอ (Watt)}}{\text{ความสามารถในการทำความเย็น (Ton)}}$$

COP แตกต่างกับ EER เพียงหน่วยพลังงาน คือ ความสามารถในการทำความเย็น มีหน่วยเป็น Btu/h และความร้อนสัมบูรณ์ของงานที่เครื่องอัดต้องการ คือค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องอัดไอซึ่งได้มาจากการวัดจริง มีหน่วยเป็น Watt นั่นคืออัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะมีหน่วยเป็น Btu/h / Watt

สารทำความเย็น (Refrigerant)

การกำหนดค่าความสามารถในการทำลายโอโซน เรียกว่า ODP (Ozone Depletion Potential) และความสามารถในการทำให้โลกร้อนขึ้น เรียกว่า GWP (Global Warming Potential)

	R-11 (CFC-11)	R-12 (CFC-12)	R-22 (HCFC-22)	R-407C (HFC-407c)	R-123 (HCFC-123)	R-134a (HFC-134a)
ODP	1.0	1.0	0.05	0.00	0.02	0.0
GWP	1.0	2.8	0.34	0.9	0.02	0.26

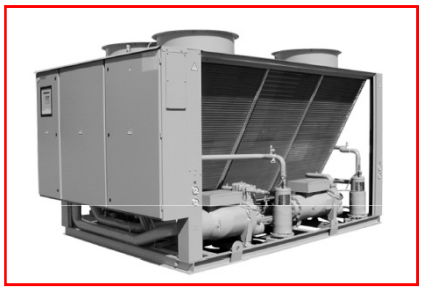
ข้อตกลงระหว่างประเทศที่เรียกว่า Montreal Protocal สาร CFC ที่จะต้องถูกกำจัดให้หมดไป ได้แก่ R-11, R-12 และ R-502 ภายในปี ค.ศ. 2005 (กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาอนุโลมให้ใช้อีก 10 ปี) ส่วน R-22 เป็นพวกที่มีองค์ประกอบของไฮโดรเจน (H) เป็นหลักด้วย จึงอยู่ในพวกที่เรียกว่า HCFC (Hydrochlorofluoro Cabon) ซึ่งมีค่า ODP และ GWP ต่ำกว่า และเนื่องจากใช้อยู่กับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่มีจำนวนมหาศาล จึงยังคงให้ใช้อยู่ได้อีกต่อไปอีกระยะหนึ่ง หรือไม่เกินปี ค.ศ. 2030

อัตราการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

1. เครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็นหรือแบบรวมศูนย์ (Chilled Water Type)

1.1 แบบใช้น้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller)

- COMPRESSOR = 85%
- MOTOR พัดลมระบายความร้อน = 5%
- MOTOR พัดลมเครื่องเป่าลมเย็น = 5-10%
- MOTOR หมุนปั๊มน้ำ = 3-5%



1.2 แบบใช้น้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller)

- COMPRESSOR = 80% ของไฟฟ้าทั้งหมด
- MOTOR เครื่องเป่าลมเย็น = 10%
- ปั๊มน้ำระบายความร้อน = 3-5%
- ปั๊มน้ำเย็น = 3-5%
- MOTOR พัดลมที่หอผึ่งน้ำ = 2-3%

2. เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (Window Type)

- COMPRESSOR ใช้ไฟฟ้า = 80-90% ของไฟฟ้าทั้งหมด
- ที่เหลือ 10-20% ใช้กับพัดลม

3. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

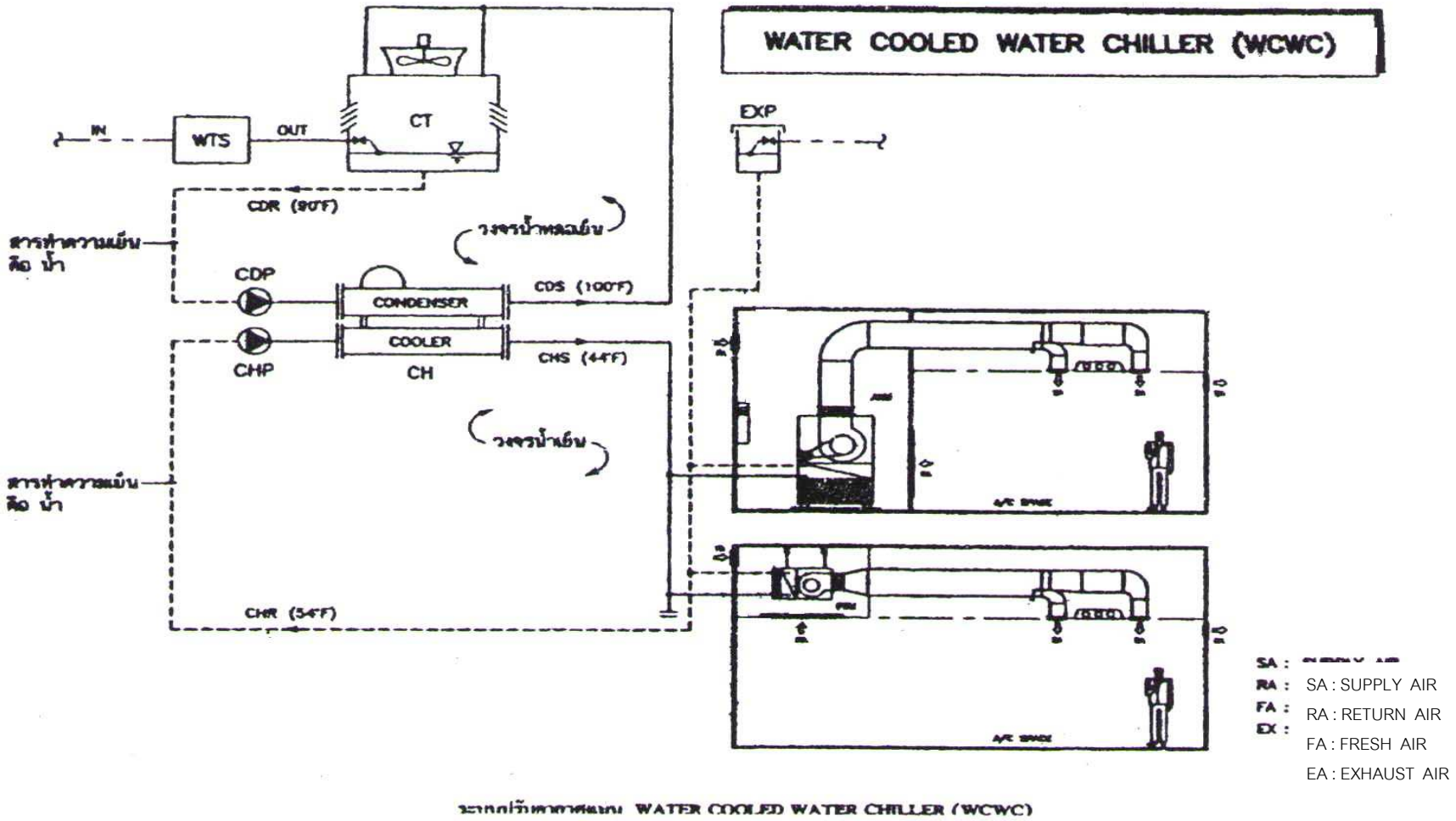
- FAN COIL UNIT ใช้ไฟฟ้า = 5-10%
- CONDENSING UNIT ใช้ไฟฟ้าในส่วนพัดลมและ COMPRESSOR

  = 90-95% ของไฟฟ้าทั้งหมด

1. ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

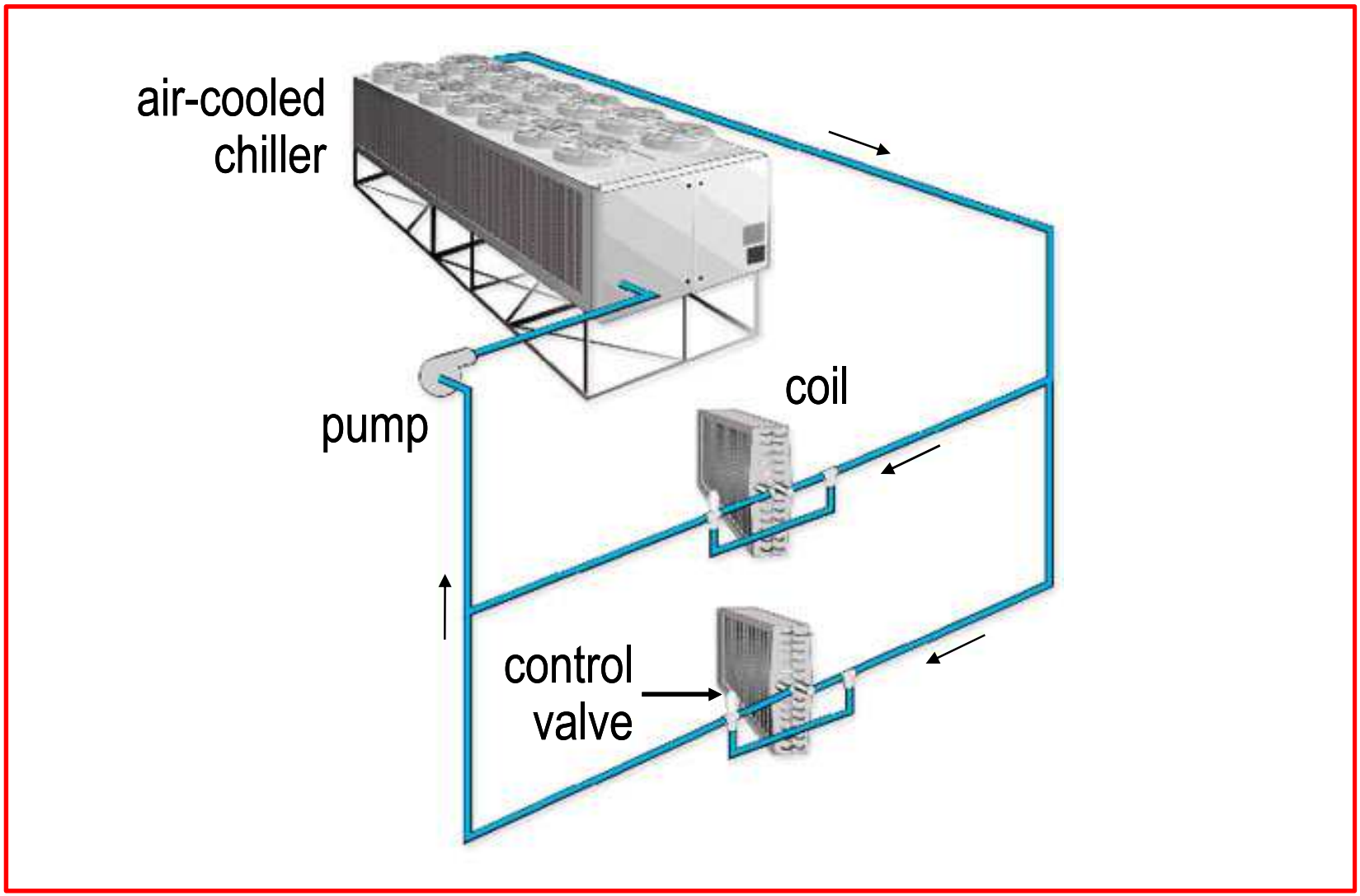
Chiller System (เครื่องทำน้ำเย็น)

ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

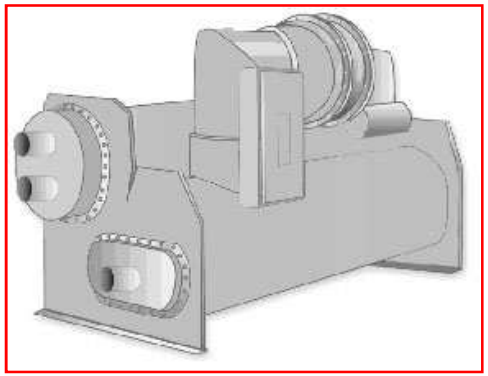


WATER COOLED WATER CHILLER (WCWC)

Air Cooled Chilled-Water System

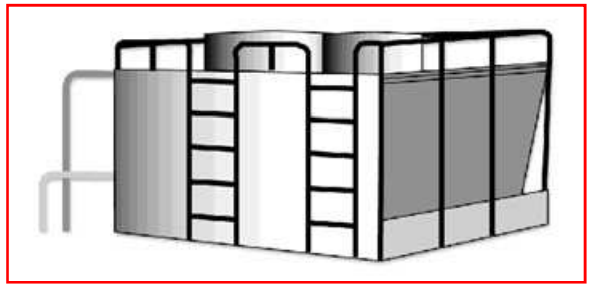


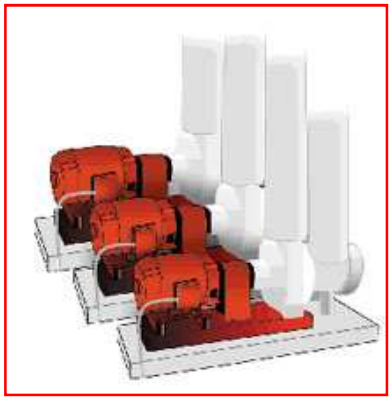
รายการอุปกรณ์พื้นฐานของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์



chiller

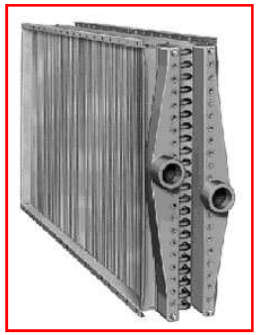
cooling tower



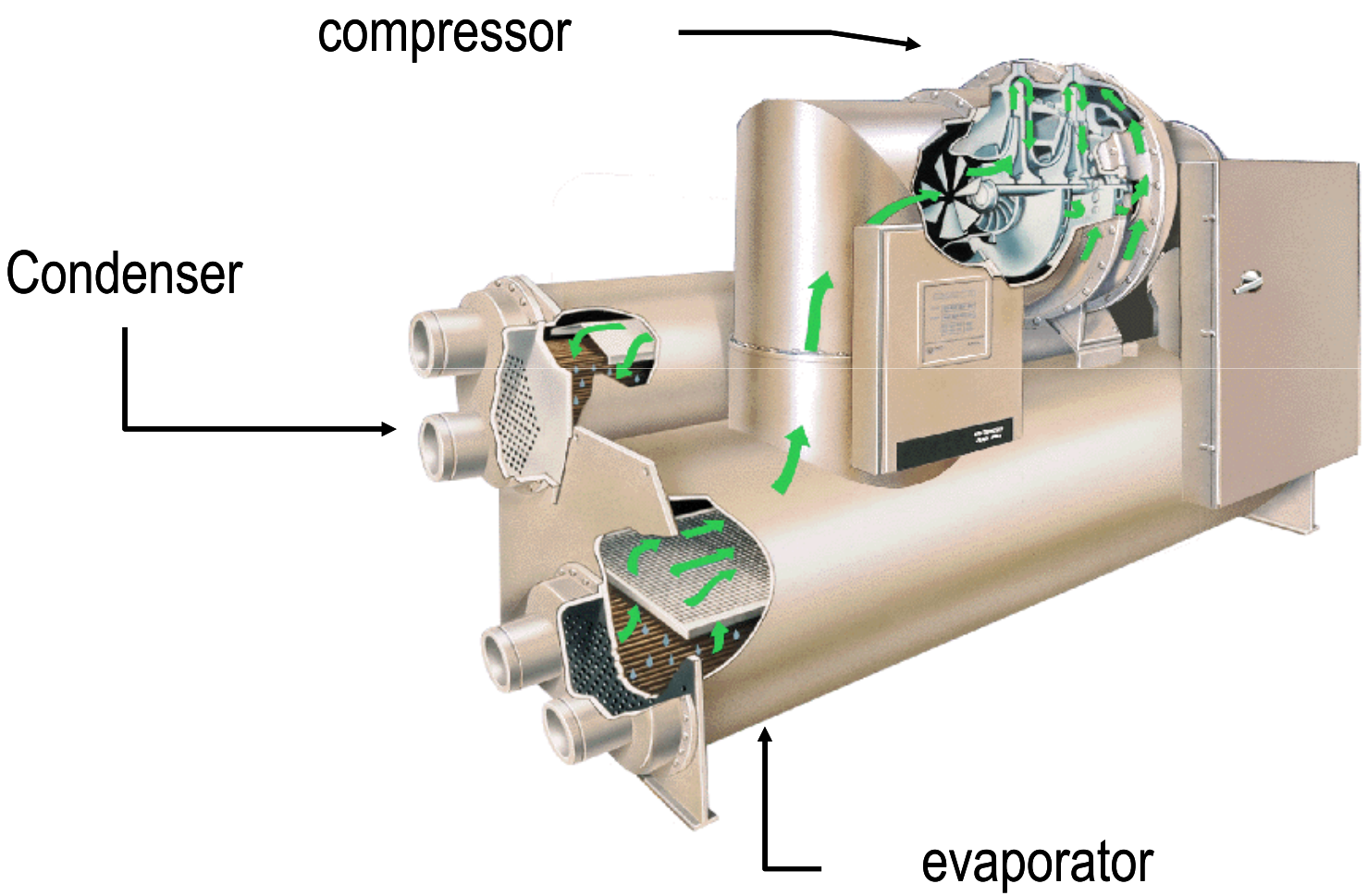


pumps

cooling coil



1. เครื่องทำน้ำเย็น(Chiller)

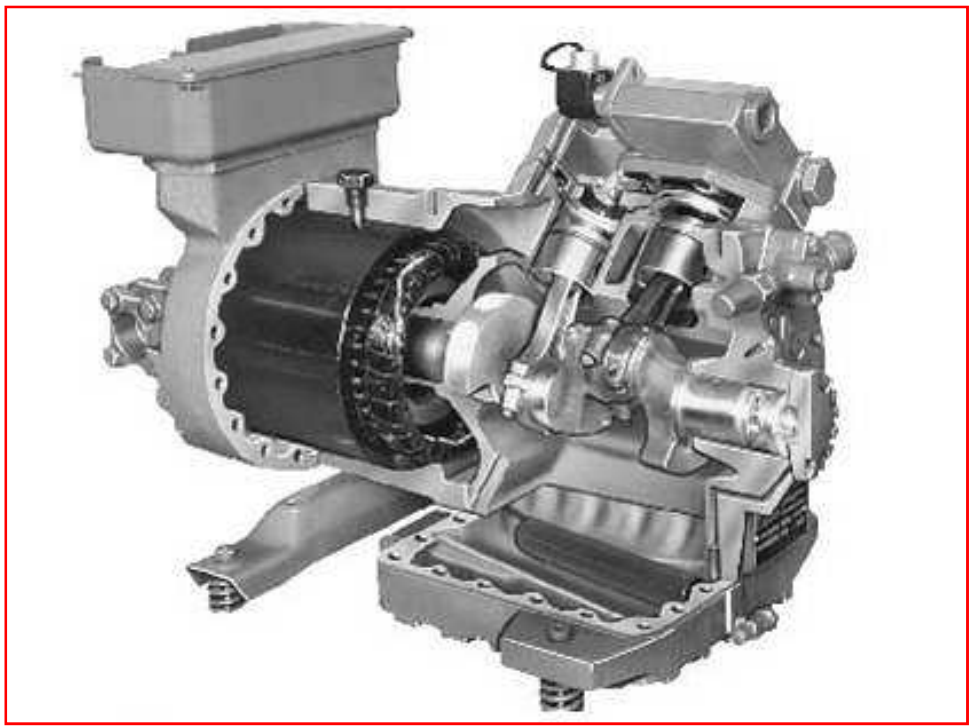


คอมเพรสเซอร์(Compressors)

ชนิดของคอมเพรสเซอร์ ที่ใช้สำหรับระบบทำความเย็น มีดังต่อไปนี้:

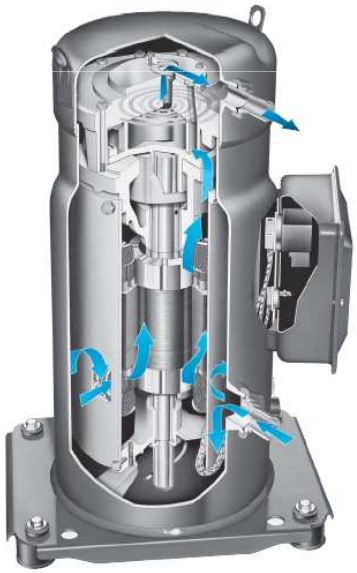
1. คอมเพรสเซอร์ แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressors)

ขนาดที่นิยมใช้มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง (ประมาณ 15 ตัน ถึง 200 ตัน)

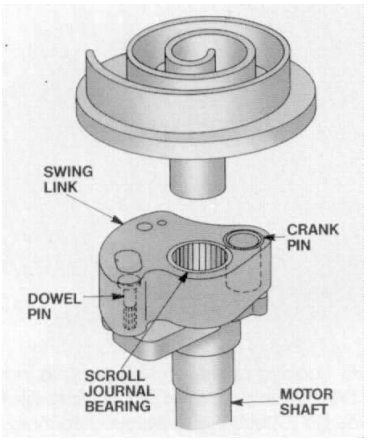


คอมเพรสเซอร์ แบบก้นหอย (Scrol Compressors) และ แบบโรตารี แวน (Rotary Vane Compressors)

ขนาดที่นิยมใช้มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง (ประมาณ 1 ตัน ถึง 100 ตัน)

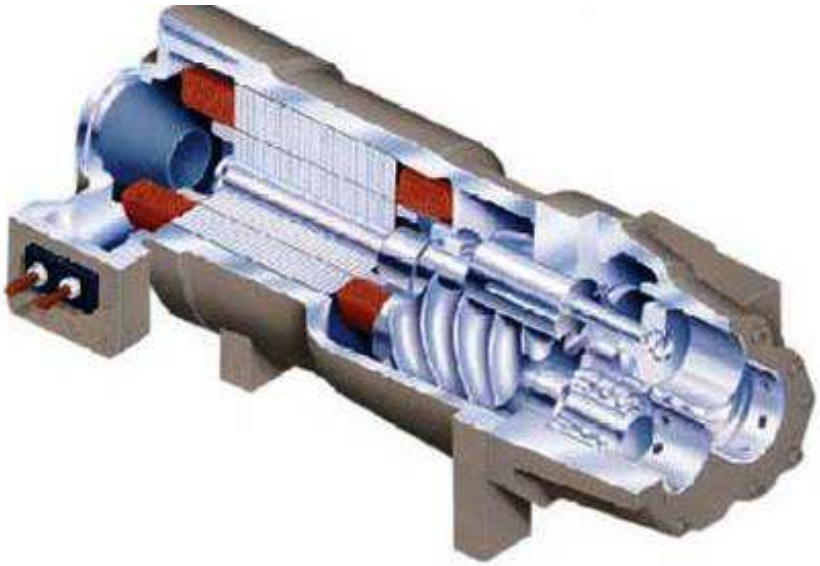


Moving parts



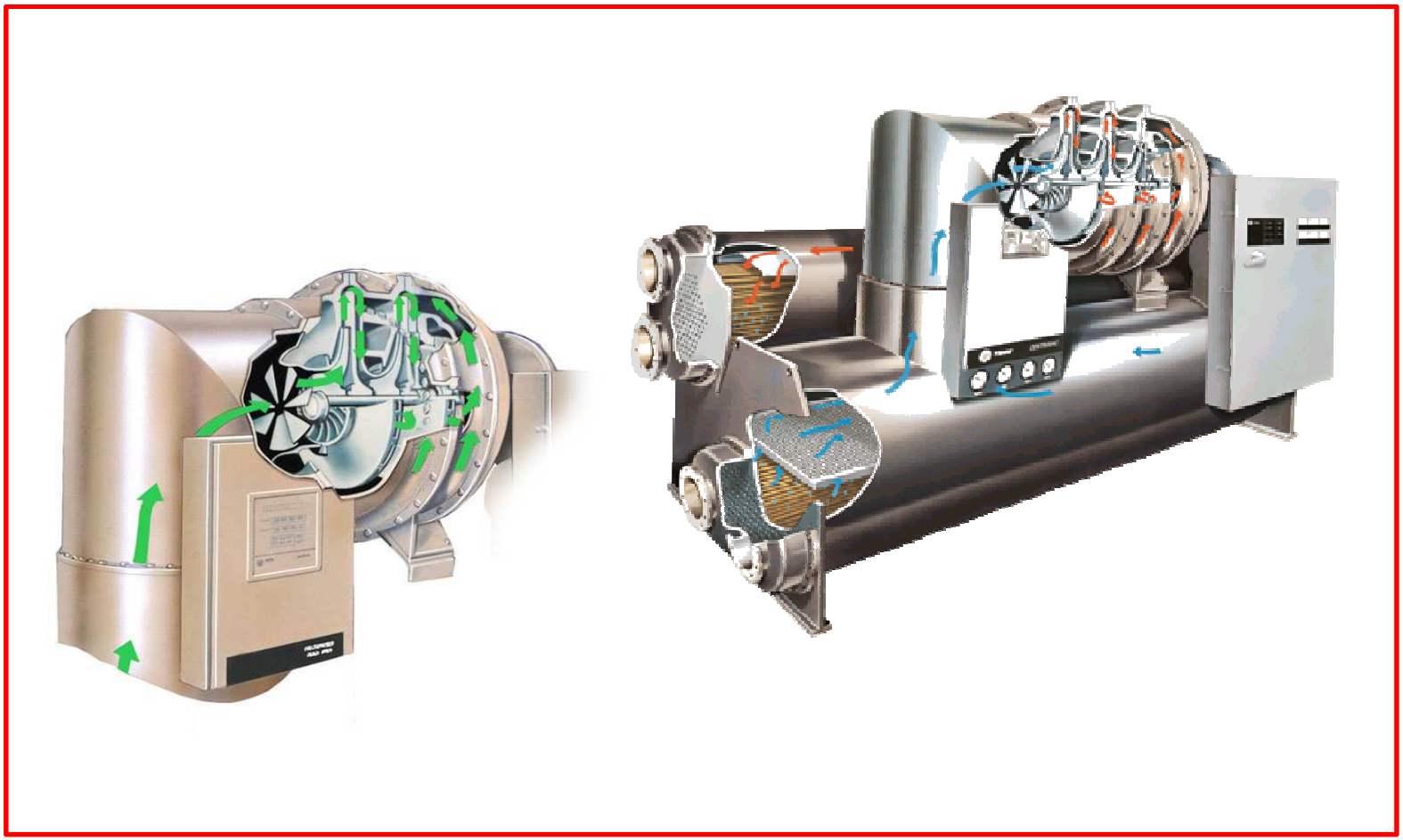
คอมเพรสเซอร์ แบบสกรู (Screw Compressors)

ขนาดที่นิยมใช้มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึง ขนาดใหญ่ (ประมาณ 20 ตัน ถึง 250 ตัน)



คอมเพรสเซอร์ แบบหอยโข่ง (Centrifugal Compressors)

ใช้สำหรับระบบทำน้ำเย็นขนาดใหญ่ (ประมาณ 200 ตัน ถึง 1,500 ตัน)



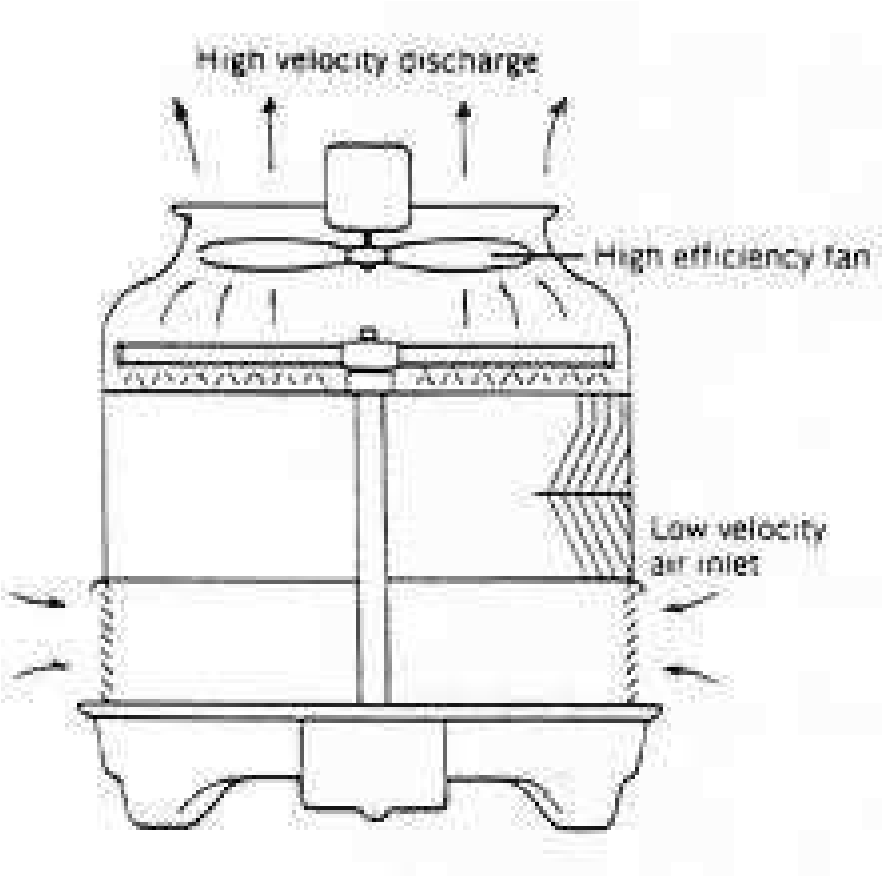
2. หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)

1. หอผึ่งน้ำเย็นใช้ระบบไหลเวียนลมตามธรรมชาติ (Atmospheric cooling tower)
2. หอผึ่งน้ำเย็นใช้อุปกรณ์ขับดันลมให้เกิดการเคลื่อนที่ (Mechanical draft cooling tower)

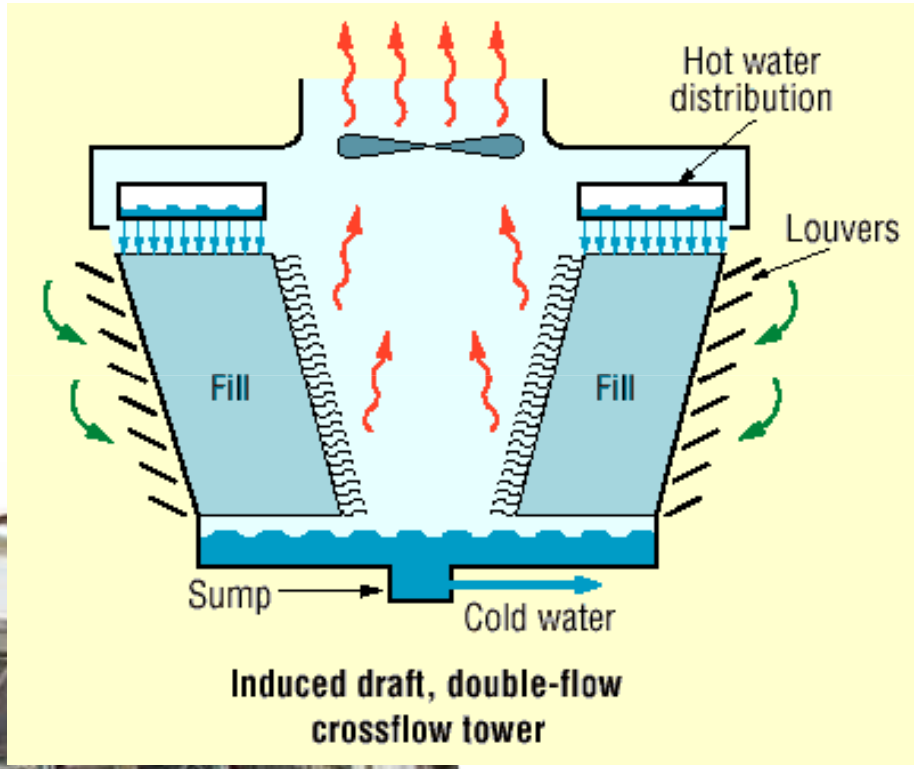
หอผึ่งน้ำจะทำงานได้ดี ขึ้นอยู่กับ

1. อัตราการไหลของน้ำที่ระบายความร้อน ต้องเหมาะสม 3.0-3.2 GPM / TON
2. อุณหภูมิของน้ำที่ออกต้องต่ำที่สุด
    - 2.1 อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศระบายความร้อน (มาตรฐาน $80^{o}F_{wb}$;$27^{o}C_{wb}$)
    - 2.2 อัตราการไหลของอากาศที่เข้าระบายความร้อน
    - 2.3 ความเร็วของสปริงเกอร์ไป๊พ์
    - 2.4 พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับน้ำ
    - 2.5 ตำแหน่งติดตั้ง หอผึ่งน้ำ(การไหลเวียนของลม)

2.1 หอผึ่งน้ำเย็นแบบไหลสวนทางกัน (Counter flow type cooling tower)

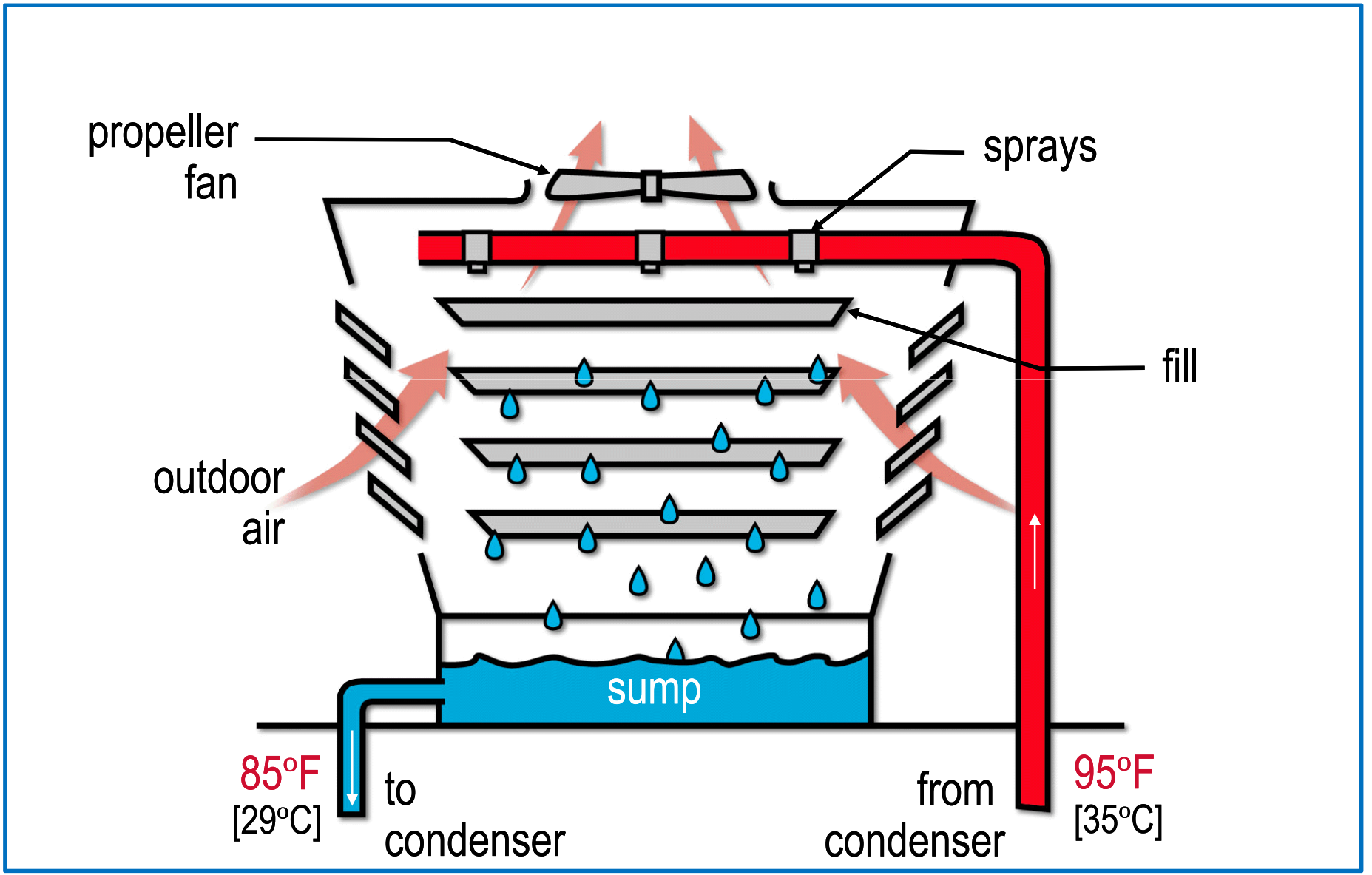


2.2 หอผึ่งน้ำเย็นแบบไหลตัดกัน (Cross flow type cooling tower)



Induced draft, double-flow crossflow tower

Cross flow type cooling tower



การวินิจฉัยการทำงาน

- ปกติอากาศมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 83°F (28 °C) สามารถทำน้ำให้มีอุณหภูมิได้ 86-93 °F (29-34 °C)

- น้ำที่ระเหยไปที่หอผึ่งน้ำ = 2-3% ของน้ำหมุนเวียน (น้ำระเหย 1 % จะลดอุณหภูมิได้ 5 F)

- น้ำที่กระเด็นออกจากหอผึ่งน้ำ = 1-3%

- การสูญเสียน้ำทั้งหมด = 4-6%

การบำรุงรักษาหอผึ่งน้ำเย็น

1. **สปริงเกอร์ไฟพ์** ควรล้างให้สะอาดปราศจากสิ่งอุดตัน
2. **สปริงเกอร์เฮด** ควรถอดล้างสม่ำเสมอ กรณีสึกหรอมากควรเปลี่ยนใหม่ มิเช่นนั้น รอบการหมุนจะลดลดทำให้การกระจายน้ำไม่ดี
3. **เคสซิ่ง** ควรทำความสะอาดด้วยสบู่ อย่างสม่ำเสมอ
4. **เบซิ่น** ควรล้างทำความสะอาดสม่ำเสมอ เพื่อเอาตะกรัน และตะไคร่น้ำออก
5. **ฟิลลิ่ง** ควรล้างทำความสะอาดสม่ำเสมอ เพื่อไม่ให้เกิดตะไคร่น้ำหรือหินปูนเกาะ ซึ่งจะส่งผลให้การระบายความร้อนต่ำลง
6. **ใบพัด** ตรวจสอบรอบการหมุน การกินลม และไฟฟ้าที่ใช้
7. **สายพาน** ควรปรับความตึงและทำความสะอาดสายพานอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งเปลี่ยนใหม่ เมื่อมีการฉีกขาดหรือใช้งานมากกว่า 50,000 ชั่วโมง

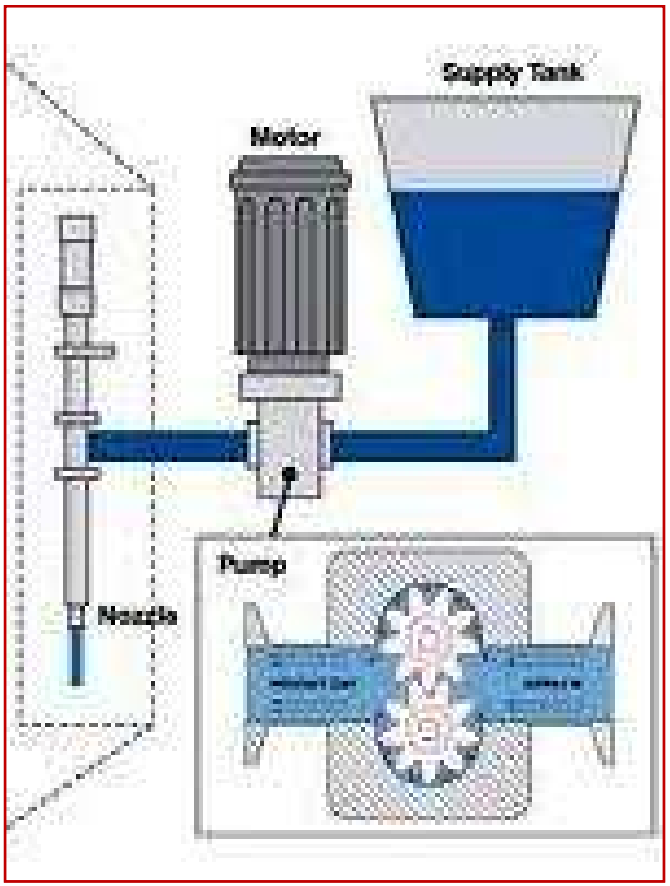
3. เครื่องสูบน้ำ (Water Pump)

ทำหน้าที่สร้างความดัน เพื่อเอาชนะความต้านทานการไหล ของ ของไหลในระบบท่อ

ปั๊มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

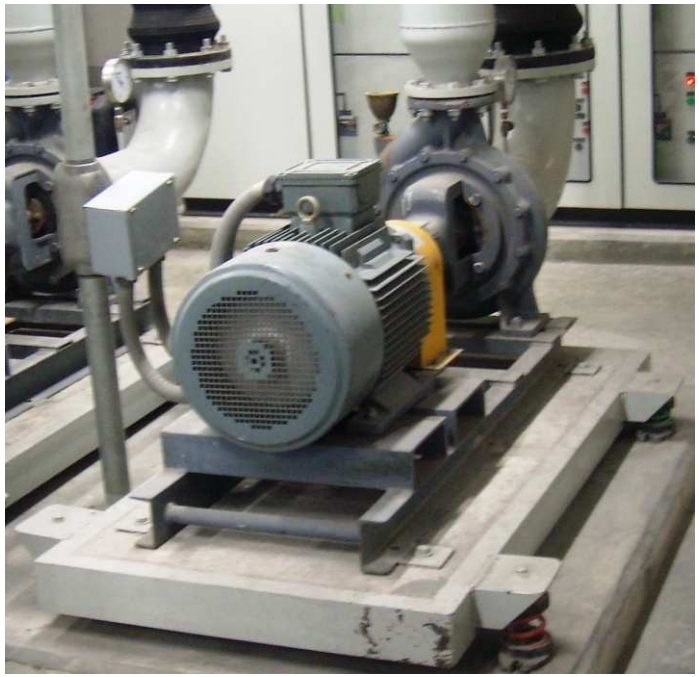
1. ปั๊มที่สร้างความดันโดยวิธีการแทนที่เชิงบวก (Positive displacement Pump)

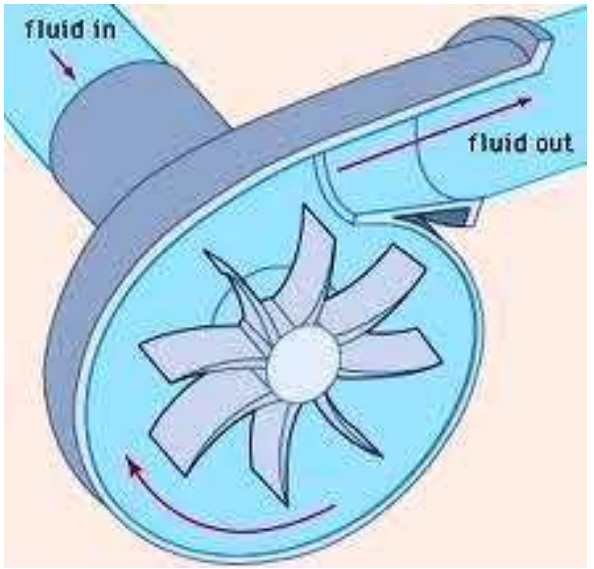
เช่น ปั๊มลูกสูบ ปั๊มเกียร์ ปั๊มใบพัด ปั๊มสกูร และปั๊มโรตารี่



2. ปั๊มที่สร้างความดันโดยวิธีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

(Centrifugal Pump) เช่น ปั๊มแบบเซ็นติฟูกอล หรือปั๊มแบบหอยโข่ง



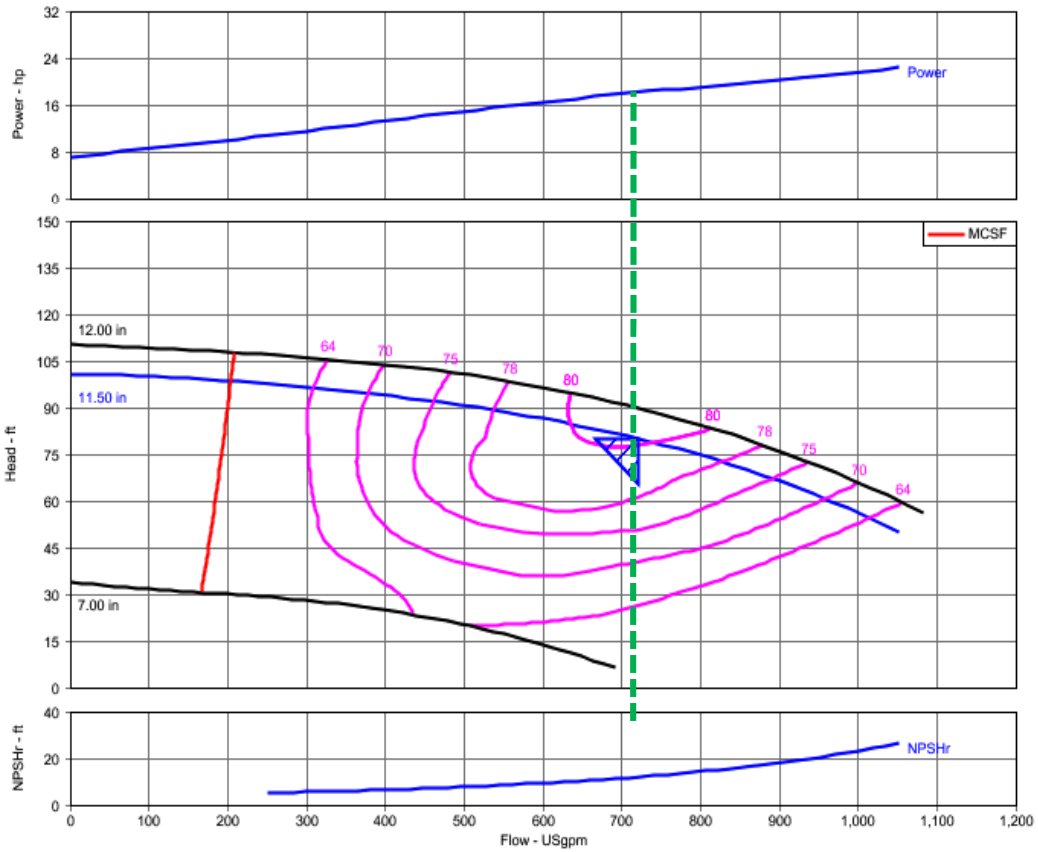


โดยทั่วไป เครื่องทำน้ำเย็นต้องการอัตราการไหลของน้ำที่คงที่

=> อัตราการไหลของน้ำเย็นประมาณ 2.0-2.5 GPM /TON

=> อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนประมาณ 2.8 - 3.2 GPM /TON

การลดอัตราการไหล โดยการหรี่วาล์ว ทำให้กำลังขับปั๊มลดลง เพียงเล็กน้อยเนื่องจากจะไปเพิ่มเฮดให้กับระบบ ดังนั้นวิธีการที่ถูกต้อง คือ การเปลี่ยนปั๊มชุดใหม่ หรือลดขนาดใบพัดหรือลดรอบของปั๊ม



4. เครื่องส่ง-จ่ายลมเย็น (AHU and FCU)

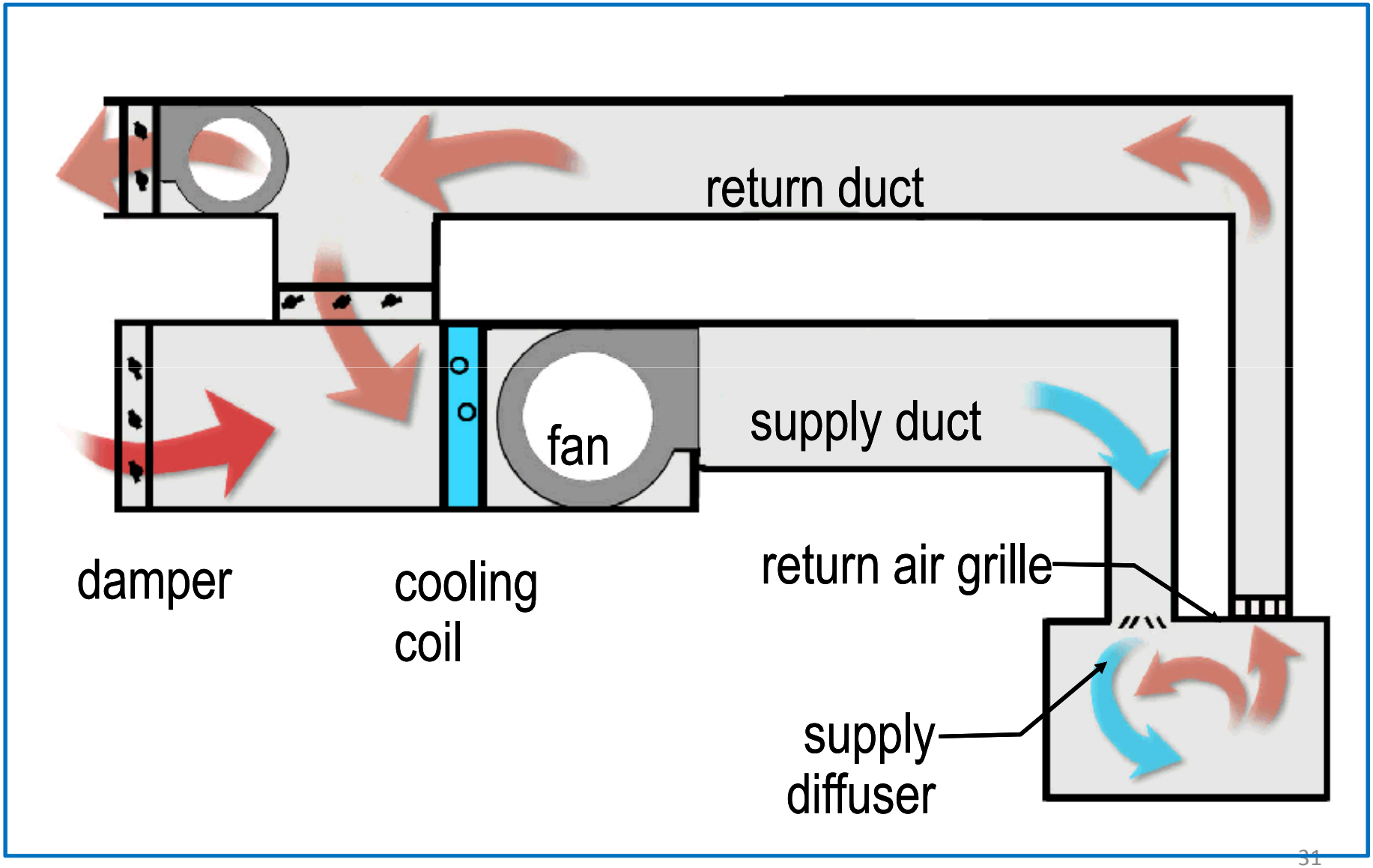
พัดลมทำหน้าที่สร้างความดันให้กับลม เพื่อเอาชนะความเสียดทานจากการไหลของลมในระบบท่อต่างๆ

พัดลมแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ

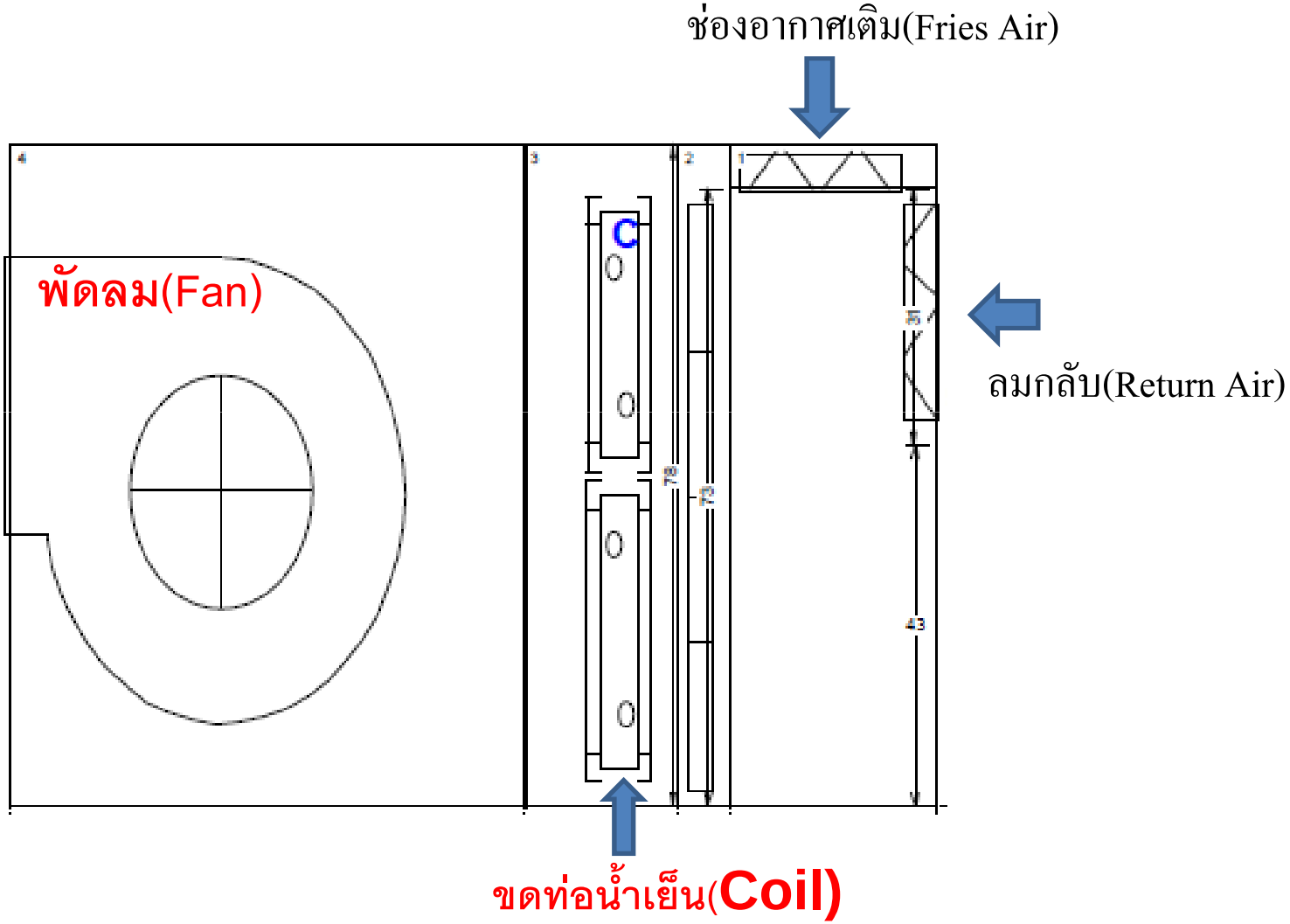
1. พัดลมแบบใช้แรงเหวี่ยง หรือ แบบหอยโข่ง (Centrifugal Fan) นิยมใช้กับระบบปรับอากาศ
2. พัดลมแบบไหลตามแนวแกน

การนำไปใช้งาน ต้องเลือกชนิด ความดัน และอัตราการไหล ให้ได้ตามต้องการของงานแต่ละลักษณะ

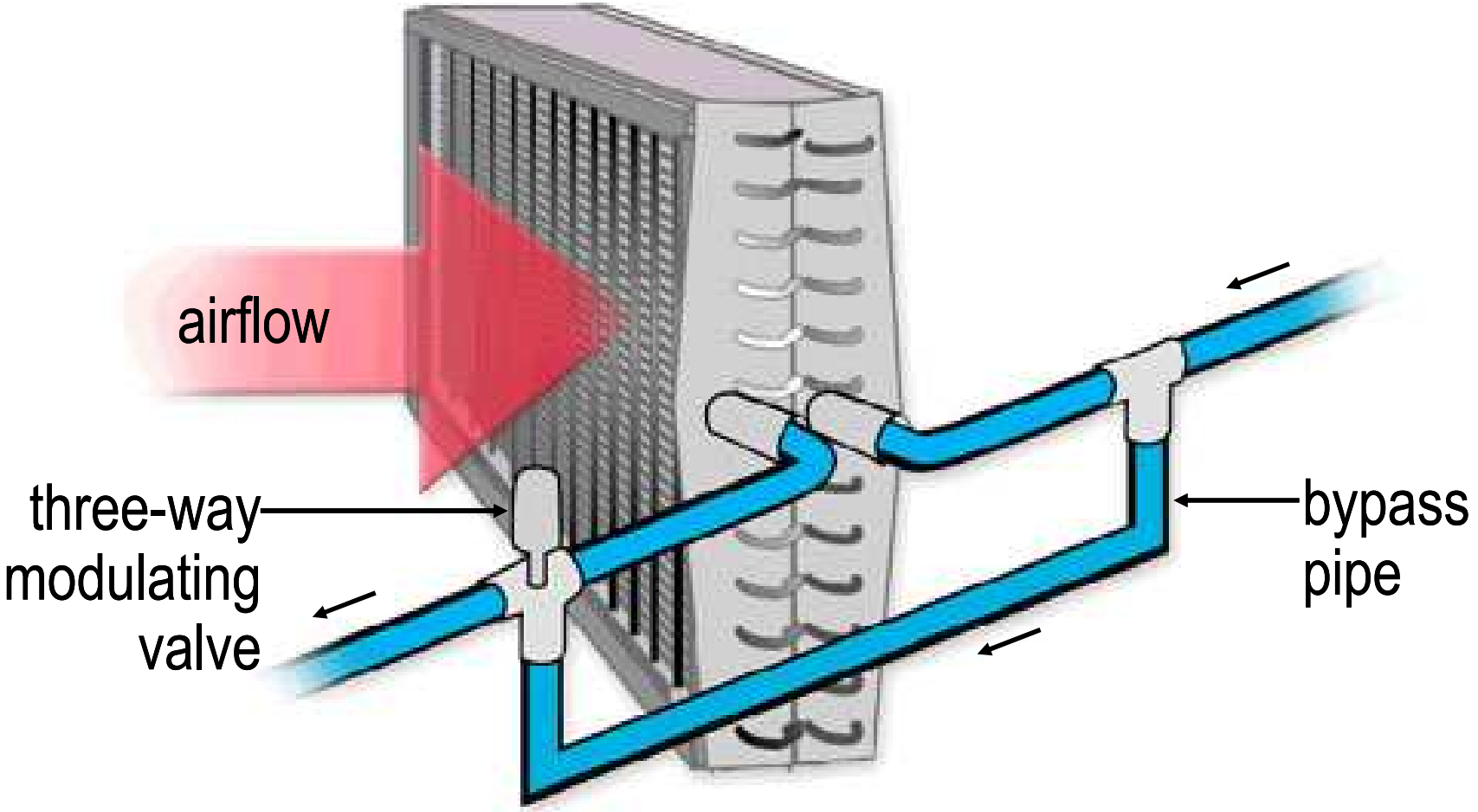
System Resistance



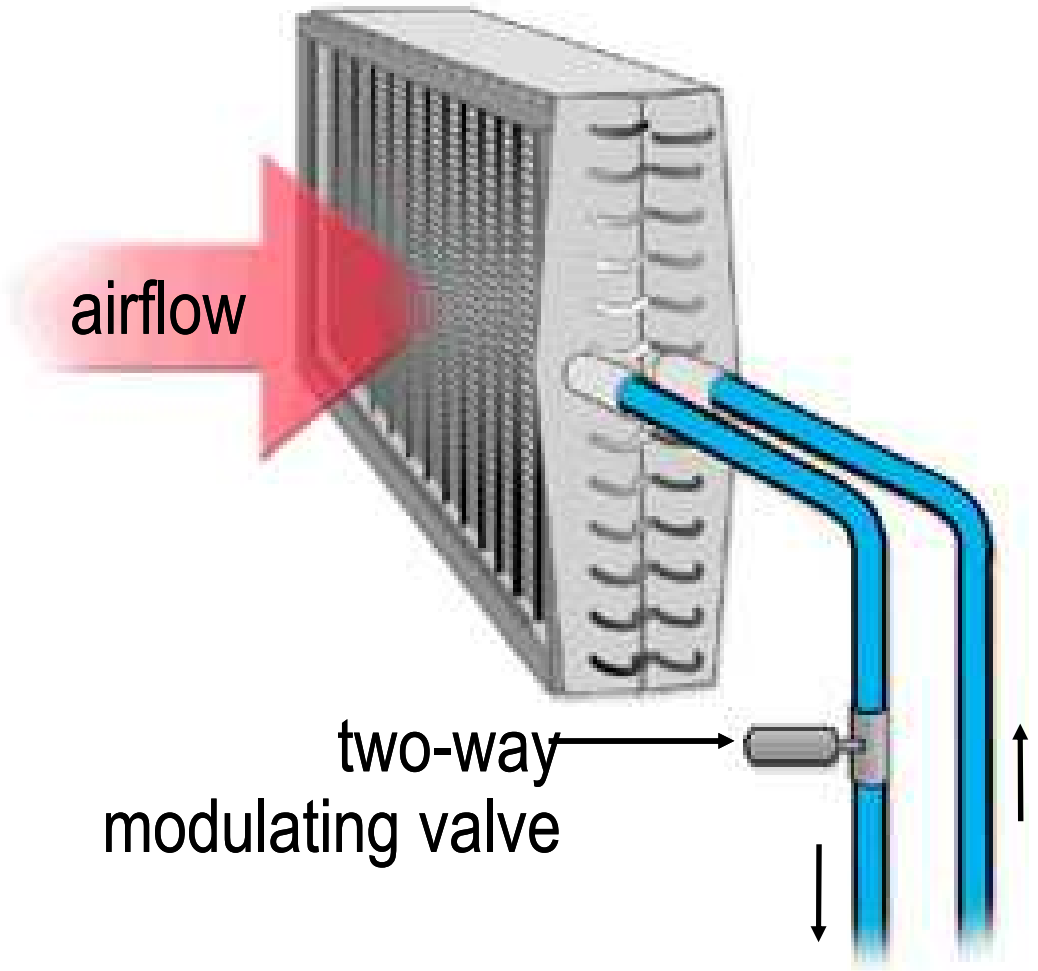
ส่วนประกอบของ AHU



Three-Way Valve Control



Two-Way Valve Control



มาตรการทำความสะอาด Condenser Tube

สาเหตุของการเกิดตะกรัน (Scale Formation)

สาเหตุการเกิดตะกรันในผิวแลกเปลี่ยนความร้อนและในหอผึ่งน้ำ มี 2 ชนิด

1. **จากความร้อน**

   น้ำที่มีแคลเซี่ยมคาร์บอเนตหรือแมกนีเซี่ยมไฮดรอกไซด์ในรูปสารละลายเมื่อกระทบผิวที่ร้อนจะเปลี่ยนเป็นของแข็งและยึดติดที่ผิว

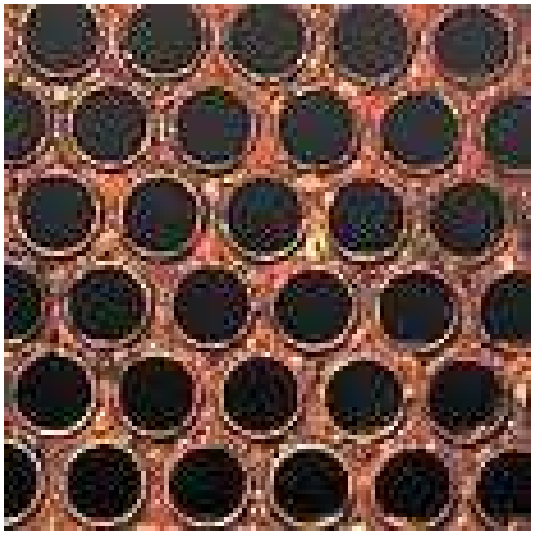
2. **จากสิ่งมีชีวิต**

   สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เจริญเติบโตมีการขับสารเป็นเมือกออกมา จะทำให้เกิดไบโอฟิล์ม(Bio-film) และแร่ธาตุต่างๆ เมื่อจับตัวกับไบโอฟิล์มจะทำให้ตกผลึกและเป็นสาเหตุการเกิดตะกรัน

การทำความสะอาด Condenser tube

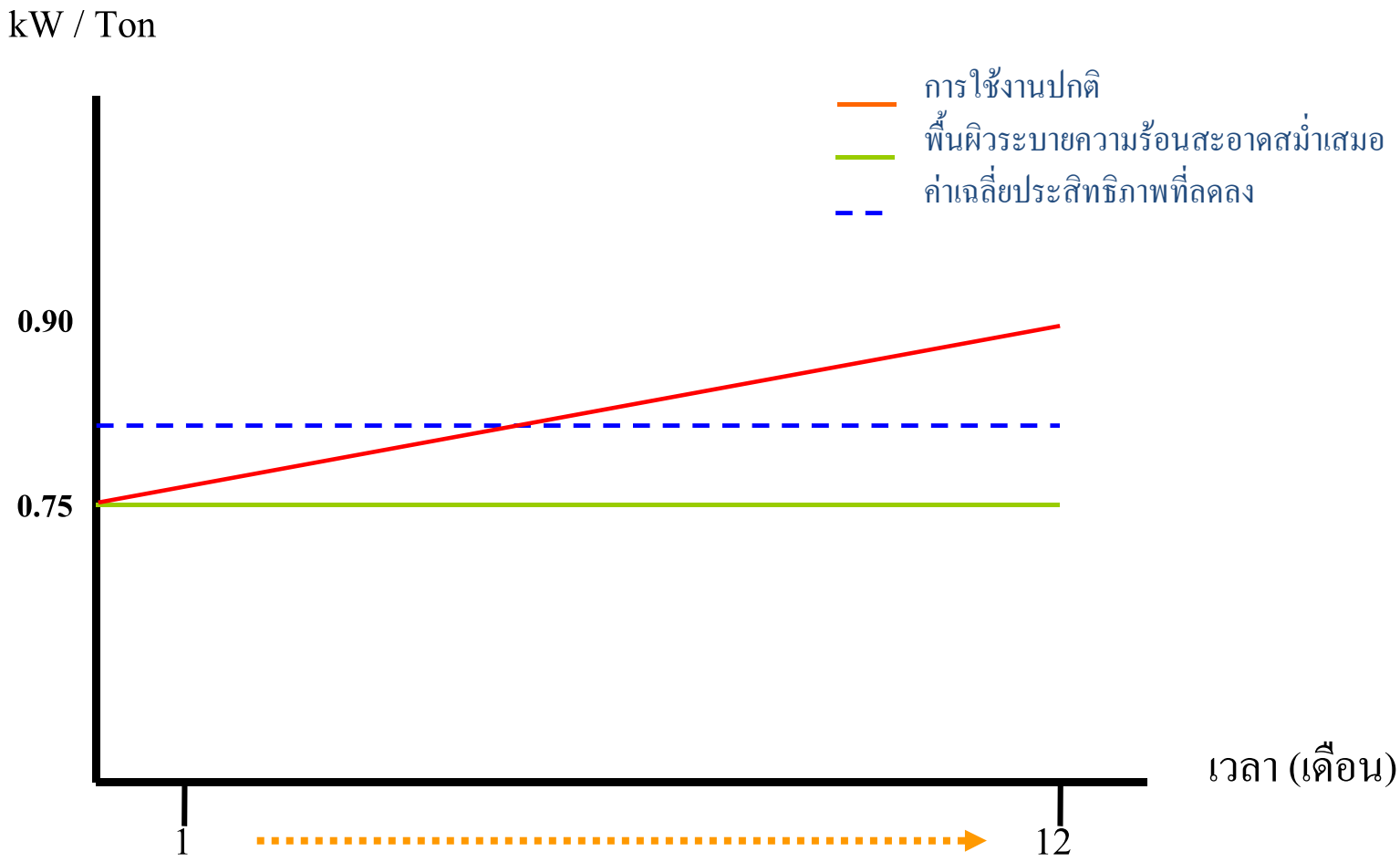
ก่อนล้าง

การล้าง



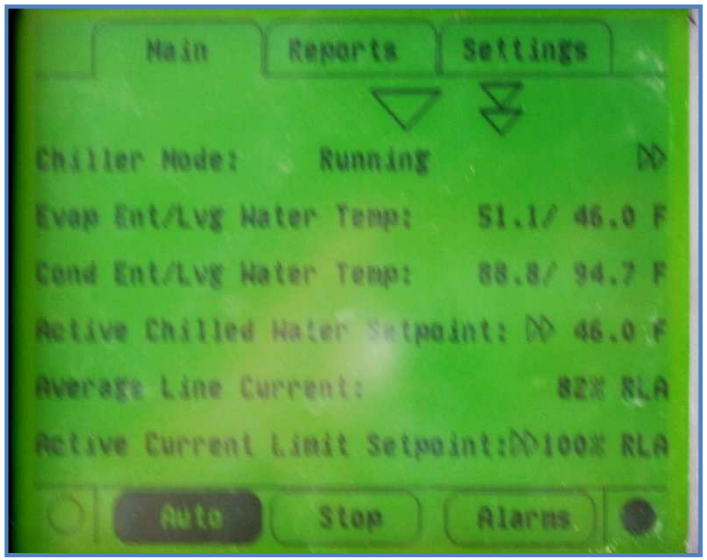
หลังล้าง

ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเมื่อผิวแลกเปลี่ยนความร้อนสะอาดสม่ำเสมอ



- ผลของประสิทธิภาพลดลงตามความหนาของตะกรัน ประมาณ 10 - 30 %

การปรับตั้งอุณหภูมิใช้งานระบบปรับอากาศให้สูงที่สุด

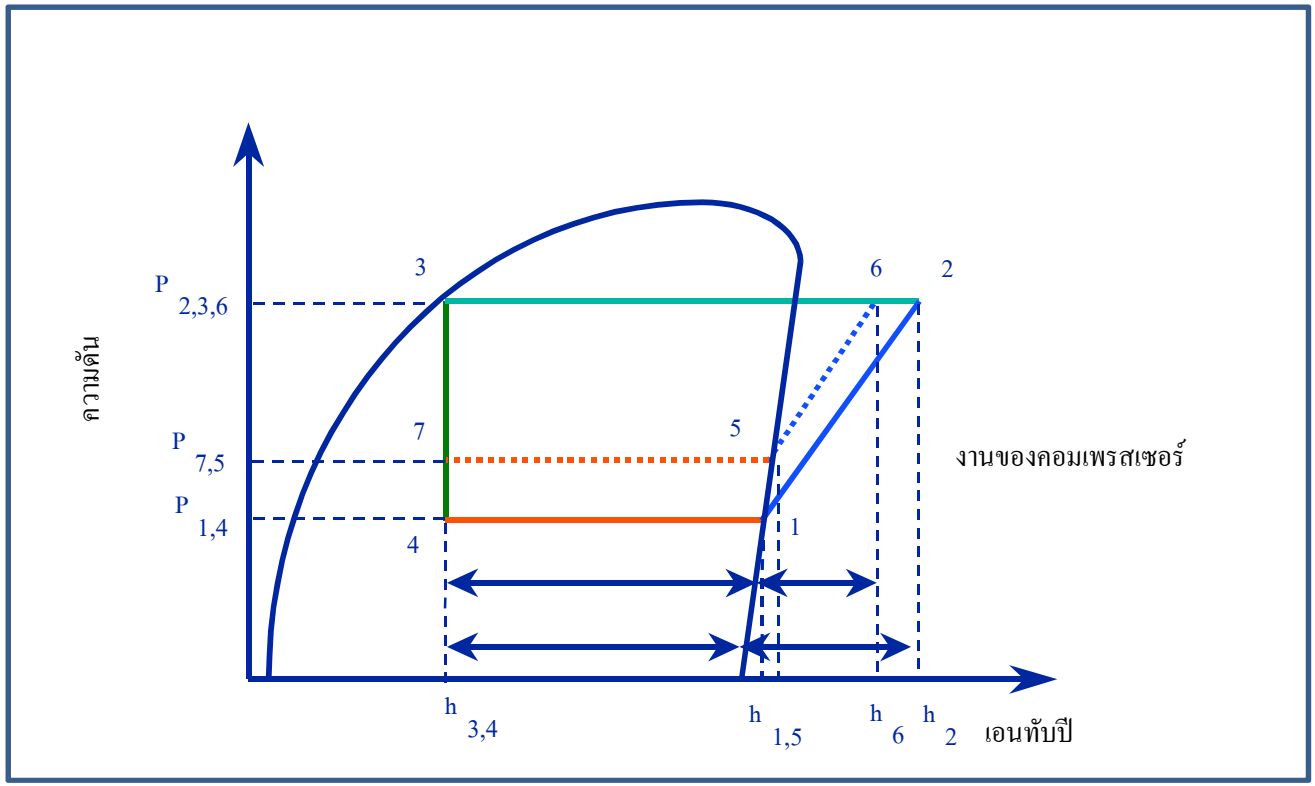


สามารถทำได้โดย

- เพิ่มอุณหภูมิสารทำความเย็นด้านอีแวปปอเรเตอร์ให้สูงที่สุด โดยการปรับตั้งเทอร์โมสแตทสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้(สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก)

- และปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้(สำหรับเครื่องทำน้ำเย็น) จะส่งผลให้ความดันตกคร่อมเครื่องอัดไอ(Compressor)ลดลงและการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ขับเครื่องอัดไอลดลง

วัฏจักรทำความเย็นที่เปลี่ยนแปลง



กระบวนการระเหยจะเกิดขึ้นในช่วง 4 และ 1 เมื่อความร้อนถูกดูดจากผลิตภัณฑ์ สารทำความเย็นจะมีค่าเอนทัลปีสูงขึ้น (ที่ความดันคงที่)ถ้าความดันในอิแวปพอเรเตอร์สูงขึ้นจาก 4-1 เป็น 7-5 (ดูในแผนภาพ) งานของคอมเพรสเซอร์ที่ทำจะเปลี่ยนจาก 1-2 เป็น 5-6 ผลที่ได้คือ งานของคอมเพรสเซอร์ที่ทำจะลดลง และอัตราการทำความเย็นจะ สูงขึ้นเล็กน้อย มีผลทำให้ค่า COP สูงขึ้น ค่าความดันของอิแวปพอเรเตอร์สามารถเพิ่มได้ โดยการเพิ่มอุณหภูมิของอิแวปพอเรเตอร์

ถ้าท่านสามารถเพิ่มอุณหภูมิของอิแวปพอเรเตอร์ ท่านจะได้ประสิทธิภาพดีขึ้น และใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง

ตัวอย่าง

ศูนย์การค้าแห่งหนึ่งใช้งานเครื่องปรับอากาศขนาด 150 ตัน จำนวน 2 ชุด ปรับตั้งอุณหภูมิ น้ำเย็น 44 F (6.7 C)ระบบทำงาน 16 ชั่วโมง/วัน และ 320 วันต่อปี

หลังการทดสอบปรับตั้งอุณหภูมิที่ภาระปรับอากาศสูงสุดและตรวจสอบวาล์วของเครื่องจ่ายลมเย็น พบว่าสามารถปรับตั้งน้ำเย็นเป็นอุณหภูมิ 47 F (8.3 C)

อุณหภูมิน้ำเย็นจ่าย F (C)	ความสามารถในการทำความเย็น (Ton)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)	ประสิทธิภาพ (kW/Ton)
44 (6.7)	112.5	106.1	0.943
46 (7.8)	117.0	107.8	0.922
47 (8.3)	118.3	108.3	0.915
48 (8.9)	120.5	109.2	0.905
50 (10.0)	125.5	111.1	0.886

ค่าการแสดงการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำความเย็นโดยคิดอุณหภูมิกลับคงที่และอัตราการไหลน้ำเย็น 2.4-2.6 GPM/Ton

<u>จากตารางแสดงประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น</u>

ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นที่ลดลง = 0.943-0.915

= 0.028 kW/Ton

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 0.028 x (150 x 2) x16 x 320

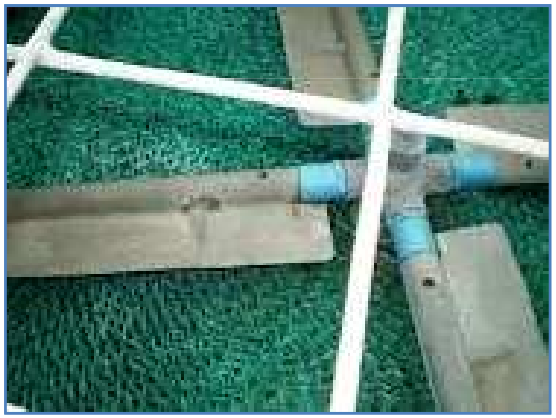
= **43,008 kWh/ปี**

การลดอุณหภูมิด้านระบายความร้อน

เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

สามารถทำได้โดย

- ทำความสะอาดหอผึ่งน้ำเย็น(Cooling Tower)
- เปิดใช้งานหอผึ่งน้ำเย็นเพิ่มขึ้น 1 ชุด (ควรตรวจสอบพลังงานที่เพิ่มขึ้นของพัดลมและเครื่องสูบน้ำด้วย)



อุณหภูมิด้านระบายความร้อนมีผลกับประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น

Condition 1

% Load	Capacity	LWT Evap	EWT Evap	Flow Evap	WPD Evap	EWT Cond	LWT Cond	Flow Cond	WPD Cond	Kw	Eff.
100	375	45	55	895.9	14.5	90	98.8	1200	11.2	219.2	0.584
75	281.3	45	52.3	895.9	14.6	90	96.6	1200	11.2	162.2	0.577
50	187.5	45	49.8	895.9	14.6	90	94.5	1200	11.3	119.4	0.637
25	93.8	45	47.3	895.9	14.7	90	92.5	1200	11.3	99.4	1.060

Condition 2

% Load	Capacity	LWT Evap	EWT Evap	Flow Evap	WPD Evap	EWT Cond	LWT Cond	Flow Cond	WPD Cond	Kw	Eff.
100	375	45	54.8	895.9	14.6	85	93.7	1200	11.3	199.3	0.531
75	281.3	45	52.3	895.9	14.6	85	91.5	1200	11.4	149.7	0.532
50	187.5	45	49.8	895.9	14.6	85	89.4	1200	11.4	109.7	0.585
25	93.8	45	47.3	895.9	14.7	85	87.4	1200	11.4	89.5	0.954

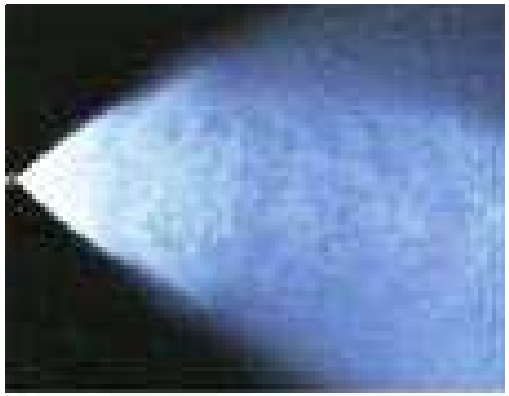
หมายเหตุ : ตัวอย่าง Chiller ขนาด 375 Ton และ ความแตกต่างของน้ำระบายความร้อนที่ 5 F (3 C) ส่งผลให้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้น 8-10 %

เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Aircooled Chiller)

สามารถทำได้โดย การใช้น้ำร่วมในการระบายความร้อน มี 2 แบบ

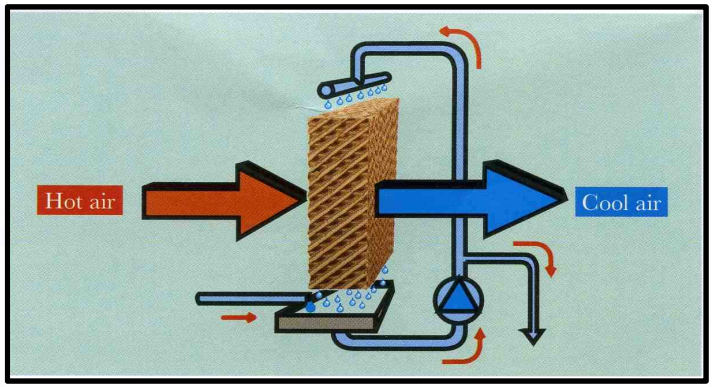
1. การสเปรย์หมอก (Fogging)

- ใช้หลักการฉีดน้ำแรงดันสูงผ่านหัวฉีดเพื่อให้น้ำเป็นละอองหมอก
- ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิสูง (ขึ้นอยู่กับหัวฉีด)

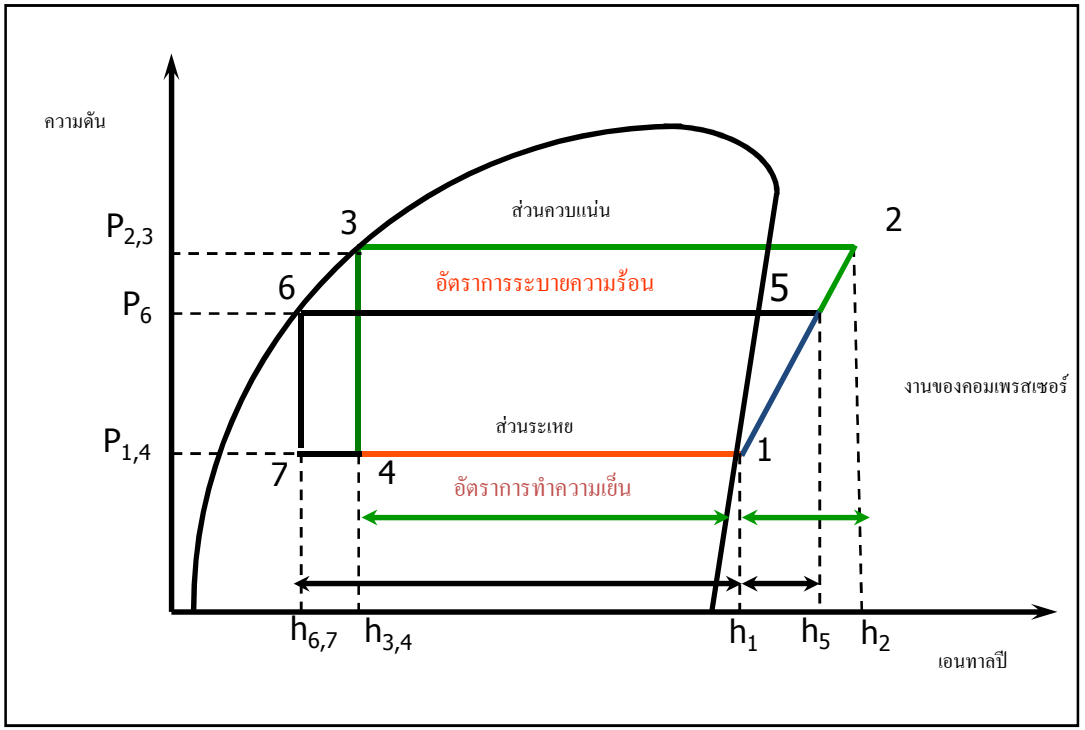


2. การใช้แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative Cooling Pad)

- ใช้หลักการแผ่นแยกน้ำช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวแบ่งน้ำ ออกเป็นอนุภาคที่เล็ก
- อากาศร้อนและน้ำบางส่วนที่ขนาดเล็กผสมกัน
- อากาศที่ได้อุณหภูมิต่ำ ปริมาณน้ำในอากาศเพิ่มขึ้น 30 %
- ละอองน้ำมีขนาดเล็กมาก สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นไอได้ง่ายเมื่อสัมผัสความร้อนเพียงเล็กน้อย
-ใช้ประโยชน์จากหลักการนี้ได้มากมาย



การประหยัดพลังงานในระบบแลกเปลี่ยนความร้อนด้านระบายความร้อน



การควบแน่นเกิดขึ้นระหว่างช่วง 2 และ 3 ถ้าลดอุณหภูมิลง(ความดันลด) การควบแน่นจะเกิดขึ้น ระหว่างช่วง 5 และ 6 การทำงานของคอมเพรสเซอร์จะเปลี่ยนจาก 1-2 มาเป็น 1-5 และอัตราการทำความเย็นก็จะเปลี่ยนจาก 4-1 เป็น 7-1 เช่นกันผลลัพธ์ คือ ลดงานของคอมเพรสเซอร์ลงแต่เพิ่มอัตราการทำความเย็นและทำให้ค่า COP เพิ่มขึ้นด้วยความดันของการควบแน่น สามารถลดลงได้โดยการลดอุณหภูมิของคอนเดนเซอร์ลง

ถ้าสามารถลดอุณหภูมิของคอนเดนเซอร์ จะได้ประสิทธิภาพดีขึ้นและใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง ประหยัดพลังงานได้มากกว่า 15 %

...ขอบคุณครับ....