

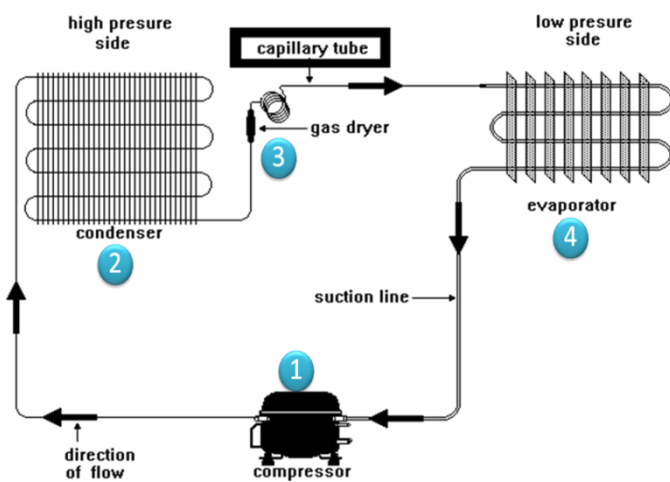
## บทที่ 5 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

การปรับอากาศคือ การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การไหลเวียนของอากาศ ให้เหมาะสมเพื่อให้ผู้ที่อยู่อาศัยเกิดความสบาย และในปัจจุบันได้มีการควบคุม-กำจัดเชื้อโรคต่างๆ ได้อีกด้วย

### 5.1 องค์ประกอบของระบบ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยออกแบบเป็นสองชุดทำงานร่วมกัน ได้แก่ ชุดคอนเดนซิ่ง (Condensing unit) และชุดแฟนคอยล์ (Fan-coil unit) สำหรับใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ไหลผ่านชุดแฟนคอยล์

อุปกรณ์หลักของระบบปรับอากาศ



รูปที่ 5.1 วงจรสารทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)

หลักการการทำงานของวงจรสารทำความเย็นแบบอัดไอ คือเป็นการระเหย - การควบแน่น โดยการเปลี่ยนแปลงความดันในแต่ละสถานะตามต้องการดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่อัดไอสารทำความเย็นให้มีความดันสูง และอุณหภูมิสูง
2. คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อน ออกจากสารทำความเย็นจึงทำให้เกิดการควบแน่นของสารทำความเย็น
3. เอกซ์เพนชันวาล์ว (Expansion Valve) หรือ แคปทิว (Capillary Tube) ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นเพื่อให้สามารถเดือดที่อุณหภูมิต่ำ
4. อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) ทำหน้าที่รับความร้อนจากพื้นที่ปรับอากาศ เพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นจากของเหลวเป็นไอ(การเดือด) และจะถูกอัดอีกครั้งด้วยคอมเพรสเซอร์อีกครั้ง

## 5.2 นิยามประสิทธิภาพหรือสมรรถนะ

### 5.2.1 สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ

สำหรับสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) โดยทั่วไปนิยมใช้กัน 3 แบบ คือ

1. ค่าสัมประสิทธิ์ สมรรถนะ COP (Coefficient of Performance) เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็น (Watt) และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (Watt) โดยค่า COP มีหน่วยเป็น W/W

$$COP = \frac{Q}{W} \quad \text{หรือ} \quad COP = \frac{m \cdot (\Delta h_{out})}{m \cdot (\Delta h_{in})}$$

โดยที่ Q คือ ชีตความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (W)

W คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)

$m \cdot$  คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kJ/kg)

$\Delta h_{out}$  คือ ผลต่างของเอนทาลปีด้านทำความเย็น  $h_1-h_4$  (kJ/kg)

$\Delta h_{in}$  คือ ผลต่างของเอนทาลปีด้าน Compressor  $h_2-h_1$  (kJ/kg)

2. ค่าประสิทธิภาพพลังงาน EER หรือ Energy Efficiency Ratio เป็นค่าอัตราส่วนระหว่าง ชีตความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) รวมสุทธิและกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (Watt) โดยค่า EER มีหน่วยเป็น Btu/hr/Watt

$$EER = \frac{Q}{W}$$

โดยที่ Q คือ ชีตความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (Btu/hr)

W คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)

3. ค่ากำลัง ไฟฟ้าต่อตันความเย็น (CHP) เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (kW) และความสามารถในการทำความเย็น (TR หรือตันความเย็น)

$$CHP = \frac{kW}{TON}$$

โดยที่ CHP คือ ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น มีหน่วยเป็น (kW/TR)

kW คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าที่ภาระเต็มพิกัด (kW)

TON คือ ชีตความสามารถการทำความเย็นรวมที่ภาระเต็มพิกัด (TR)

$$TON(TR) = 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (Hr - Hs)$$

โดยที่ CMM คือ ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ หน่วยเป็น  $m^3/min$

Hr คือ เอนทาลปีของอากาศด้านลมกลับ หน่วยเป็น  $kJ/kg \text{ dry air}$

Hs คือ เอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่าย หน่วยเป็น  $kJ/kg \text{ dry air}$

จากค่าจำกัดความของทั้ง 3 ค่าในข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่านิยามของ EER, kW/TR และ COP เป็นส่วนกลับซึ่งกันและกัน โดย EER และ COP ยังมีค่าสูงเท่าไรก็หมายความว่าเครื่องปรับอากาศมีสมรรถนะการทำงานที่ดี ในขณะที่ค่า kW/TR ยังมีค่าต่ำเท่าไร เครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นก็ยังมีค่าสมรรถนะการทำงานที่ดีเท่า นั้นด้วย โดยทั้งนี้สามารถกำหนดความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$\frac{kW}{TR} = \frac{12}{EER}, COP = \frac{EER}{3.412}$$

หมายเหตุ : ที่ประสิทธิภาพมอเตอร์ และประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อน = 100 %

### 5.2.2 แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychometric chart.)

ในการหาค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ จำเป็นต้องทราบถึงสภาวะอากาศรอบๆ ตัวเราเสียก่อน อากาศประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจนประมาณ 78 % ออกซิเจนประมาณ 21 % และก๊าซอื่นๆ อีก 1% นอกจากก๊าซต่างๆ แล้วอากาศยังมีไอน้ำปนอยู่ด้วยเสมอ

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature : DB ) แสดงบนแกนนอนของแผนภูมิ อุณหภูมิกระเปาะแห้งสามารถวัดและอ่านได้ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ปกติ

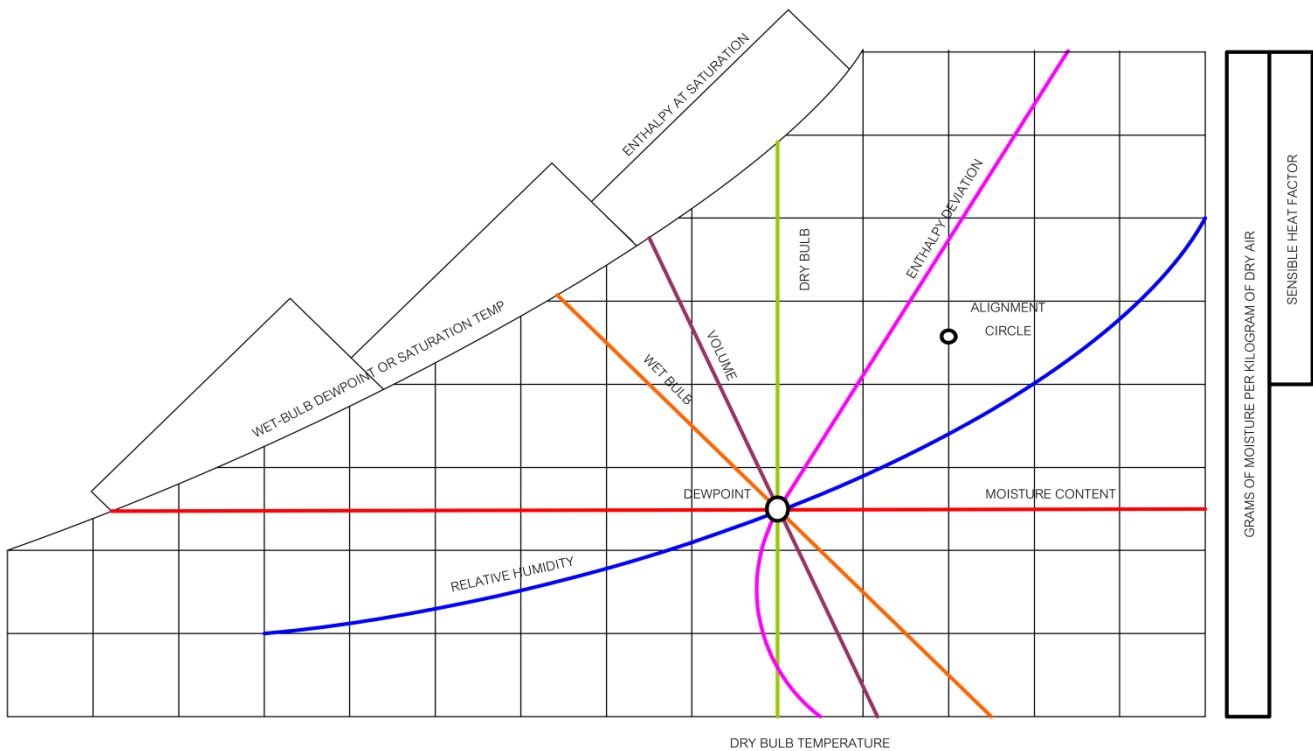
อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb Temperature : WB) คืออุณหภูมิอากาศอิมตัว โดยแสดงบนเส้นแนวทแยงของแผนภูมิ อุณหภูมิกระเปาะเปียกสามารถวัดและอ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งกระเปาะของหลอดแก้วถูกหุ้มด้วยผ้าเปียก

อุณหภูมิจุดกลั่นตัว หรือ จุดน้ำค้าง (Dew Point : DP) คืออุณหภูมิที่ทำให้ไอน้ำในอากาศเริ่มกลั่นตัวอ่านได้โดยการลากเส้นแนวนอนจากสภาวะนั้นๆ ไปทางซ้ายของแผนภูมิจนตัดเส้นโค้งความชื้นสัมพัทธ์ 100%

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity : %RH) คืออัตราส่วนของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศเทียบกับปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารถรับได้ ณ อุณหภูมินั้นๆ

เกรนของความชื้น (Grain of Moisture) คือหน่วยวัดปริมาณไอน้ำในอากาศ ต่ออากาศแห้ง

เอนทัลปี (Enthalpy) คือพลังงานความร้อนที่มีอยู่ในอากาศ ประกอบด้วย ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) และ ความร้อนแฝง (Latent Heat)



รูปที่ 5.2 ค่าสมบัติต่างๆ ของแผนภาพไซโครเมตริก

### 5.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

#### 5.3.1 ประกาศกระทรวงพลังงาน

ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ .ศ. 2552 ได้กำหนดค่าสมรรถนะไว้ดังนี้ (ข้อ 2 (1))

ตารางการกำหนดค่าสมรรถนะขั้นต่ำ (COP) และค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น (EER)

ขนาดของ เครื่องปรับอากาศ (วัตต์)	ค่าสัมประสิทธิ์ สมรรถนะ ; COP (วัตต์ต่อวัตต์)	อัตราส่วนประสิทธิภาพ พลังงาน ; EER (บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์)
ไม่เกิน 12,000	3.22	11

5.3.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 2134-2553)

เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง : ประสิทธิภาพพลังงาน ได้กำหนดประสิทธิภาพพลังงาน ไว้ดังนี้

- 1 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้
  - 2 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานไม่น้อยกว่า ร้อยละ 93 ของค่าที่ระบุ
  - 3 ชีตความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องไม่น้อยกว่า ร้อยละ 95 ของชีตความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องที่ระบุ
  - 4 กำลังไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกินร้อยละ 110 ของกำลังไฟฟ้าที่ระบุ
- ตารางการกำหนดค่าสมรรถนะขั้นต่ำ (COP)

แบบของเครื่องปรับอากาศ สำหรับห้อง	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน	
	ชีตความสามารถทำความเย็นไม่เกิน 8,000 W	ชีตความสามารถทำความเย็น 8,001 W ถึง 12,000 W
แบบไม่แยกส่วน	2.82	2.53
แบบแยกส่วน	2.82	2.82

5.3.3 การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)

โครงการฉลากเบอร์ 5 ได้ปฏิบัติการตามเกณฑ์ดังกล่าว โดยได้มีการทดสอบและกำหนดค่าจากสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (สฟอ.)

ตารางค่ามาตรฐานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

สำหรับเครื่องขนาดไม่เกิน 8,000 W (27,296 Btu/hr)

ระดับประสิทธิภาพ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)
เบอร์ 5	มากกว่าหรือเท่ากับ 11.60
เบอร์ 4	มากกว่าหรือเท่ากับ 11.00 – น้อยกว่า 11.59
เบอร์ 3	มากกว่าหรือเท่ากับ 10.60 – น้อยกว่า 11.00

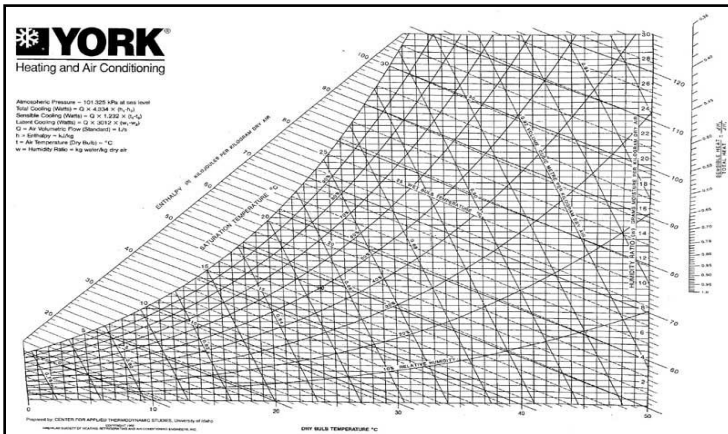
สำหรับเครื่องขนาดมากกว่า 8,000 W (27,296 Btu/hr)

ระดับประสิทธิภาพ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)
เบอร์ 5	มากกว่าหรือเท่ากับ 11.00
เบอร์ 4	มากกว่าหรือเท่ากับ 10.60 – น้อยกว่า 10.99
เบอร์ 3	มากกว่าหรือเท่ากับ 9.60 – น้อยกว่า 10.59

## 5.4 แนวทางการสำรวจและการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

### 5.4.1 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ต้องใช้

1. เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)
2. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Thermometer และ Hygrometer)
3. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)
4. ตลับเมตร
5. แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)/ โปรแกรมการคำนวณค่าเอนทัลปี (Enthalpy)



Psychrometric Calculations	
Dry Bulb Temp	58.5 F = 14.7 C
Relative Humidity	82.6 %
Dew Point	53.2 F = 11.8 C
Humidity Ratio	.008691 kg/kg = 8.691 g/kg
Enthalpy	54.627 kJ/kg
Sat. Pressure @ Dry Bulb	1.66831 kPa
Sat. Pressure @ Dew Point	1.37802 kPa
Sat. Vapor Pressure Ratio	82600
<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Print"/> <input type="button" value="Exit"/>	

รูปที่ 5.3 ตัวอย่างแผนภาพไซโครเมตริก และโปรแกรมการคำนวณ

### 5.4.2 ข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องทราบ

1. ขนาดพิกัดการทำความเย็น (Btu/hr , kcal/hr , kW, TR)
2. ขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องคอมเพรสเซอร์ (kW)
3. ชั่วโมงการทำงาน
4. อายุการใช้งาน
5. สถานที่ใช้งาน
6. ยี่ห้อ , รุ่น

### 5.4.3 ขั้นตอนการตรวจวัด

1. วัดขนาดความกว้างและความยาวของช่องลมกลับด้วยตลับเมตร เพื่อใช้คำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัด
2. วัดอุณหภูมิ (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านลมกลับ (Return Air) โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
3. วัดอุณหภูมิ (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านลมจ่าย (Supply Air) โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น Return – Supply

4. วัดความเร็วของลมที่ผ่านเข้าทางด้านช่องลมกลับ (V) โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม และควรทำการวัดหลายๆจุดบนหน้าตัดของช่องลมกลับ (อย่างน้อย 3 จุด) เพื่อคำนวณผลเป็นค่าความเร็วลมเฉลี่ย ทั้งนี้เหตุผลในการเลือกวัดค่าดังกล่าวทางด้านลมกลับแทนที่จะเป็นด้านลมจ่าย ประกอบด้วย

- ด้านลมกลับมีขนาดพื้นที่หน้าตัดที่ใหญ่กว่าด้านลมจ่าย ทำให้การไหลของลมมีลักษณะแบบราบเรียบ (Laminar Flow) และความเร็วของลมที่วัดได้จะมีค่าที่แน่นอนและไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับด้านลมจ่ายที่เป็นแบบการไหลปั่นป่วน (Turbulent Flow)
- ทิศทางของลมกลับมีทิศทางที่แน่นอนคือตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด ซึ่งต่างจากด้านลมจ่ายที่ทิศทางไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับว่าผู้ใช้งานจะปรับในทิศทางใด ทำให้ค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดได้ค่อนข้างมาก



รูปที่ 5.5 ตัวอย่างการตรวจวัดความเร็วลม



5. วัดกำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศในช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน โดยใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างการตรวจวัดกำลังไฟฟ้า

6. หาเปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์โดยการจับเวลาช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงานและไม่ทำงาน

**ข้อควรระวัง**

1 ในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งด้านลมกลับและลมจ่าย ในเวลาเดียวกัน กับการทำงานของคอมเพรสเซอร์

2 ในขณะที่ตรวจวัดให้ปรับความเร็วลมของ Fan Coil Unit สูงสุดตามพิกัด

3 ปรับ Set Point ที่ 24-25 °C



ตารางแบบบันทึกผลตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

รายการ	สัญลักษณ์	ข้อมูล	ที่มาของข้อมูล
หมายเลขเครื่อง	-		-
ค่าพิกัด	Cooling Capacity (Btu/hr)	-	Nameplate
	กำลังไฟฟ้า (kW)	-	
	ผู้ผลิต	-	
รุ่น	Condensing Unit	-	
ปีที่ติดตั้งใช้งาน	-		ปีที่ติดตั้ง
เวลาเปิดใช้งาน	เวลา	-	ข้อมูล เปิด-ปิด
	วัน/ปี	-	
เทอร์โมสตัท	Set Point (°C)	-	-
ผลการตรวจวัด			
Ambient Condition	อุณหภูมิ (°C) / % RH	-	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้น
อากาศด้านจ่าย	อุณหภูมิ (°C)	ts	
	% RH	% RH	
	Enthalpy Supply	Hs	Psychrometric Chart/Software
อากาศด้านกลับ	อุณหภูมิ (°C)	tr	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้น
	% RH	% RH	
	Enthalpy Return	Hr	Psychrometric Chart/Software
	พื้นที่หน้าตัดคอยล์เย็น (m <sup>2</sup> )	A	ตลับเมตร
	ความเร็วลม (m/s)	V	เครื่องมือวัดความเร็วลม
	อัตราการไหล	CMM	$CMM = A \times V \times 60$
ไฟฟ้า	V	-	Power Meter
	Amp	-	
	kW	-	
	P.F.	-	
Cooling Capacity	TR		$TR = 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (Hr - Hs)$
สมรรถนะการทำความเย็น	kW/TR		-

จากข้อมูลที่เราได้จากผลการตรวจวัดทั้งหมดในหัวข้อข้างต้น เราสามารถนำมาใช้คำนวณหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณหาปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ (CMM) จากสมการ

$$CMM = 60 \times V \times A$$

โดยที่ V = ความเร็วลมเฉลี่ยด้านลมกลับ หน่วยเป็น m/s  
 A = พื้นที่หน้าตัดของช่องลมกลับ หน่วยเป็น m<sup>2</sup>

2. หาค่าเอนทาลปี (Enthalpy) ของอากาศทั้งด้านลมจ่ายและลมกลับ โดยค่าเอนทาลปีสามารถหาได้ 2 วิธี คือ

2.1 เปิดแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychometric Chart) ของอากาศ โดยมีวิธีหาค่าเอนทาลปีของลมจ่าย (Hs) และเอนทาลปีของลมกลับ (Hr)

2.2 หาค่าเอนทาลปีของลมจ่ายและลมกลับโดยใช้ Software

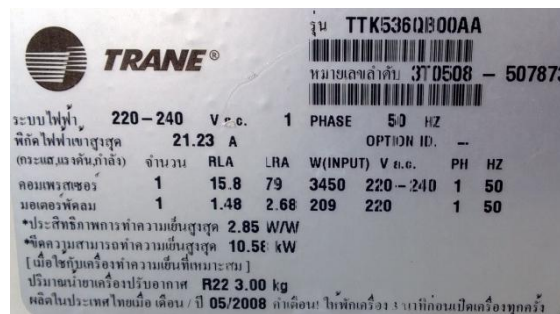
3. คำนวณหาความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (TR) จากสมการ

$$TR = 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (Hr - Hs)$$

4. คำนวณหาสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (kW/TR หรือ EER) ตามนิยามในข้างต้น

### 5.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

**ตัวอย่างที่ 1 :** จาก Nameplate เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีพิกัด ทำความเย็น ขนาด 10.58 kW และกำลังไฟฟ้าเข้าที่คอมเพรสเซอร์ 3.45 kW เมื่อดำเนินการตรวจวัดสมรรถนะการทำความเย็น สามารถเก็บข้อมูลเบื้องต้นได้ดังนี้



รูปที่ 5.7 ตัวอย่าง Nameplate เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

- กำลังไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ใช้จริงเท่ากับ 3.33 kW
- ความเร็วลมด้านลมกลับเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 m/s
- อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านจ่ายลมเย็น 14.7 °C , 82.6 %RH
- อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับ 24.8 °C , 52.5 %RH
- พื้นที่หน้าตัดด้านลมกลับ 1.8 x 0.32 m<sup>2</sup>

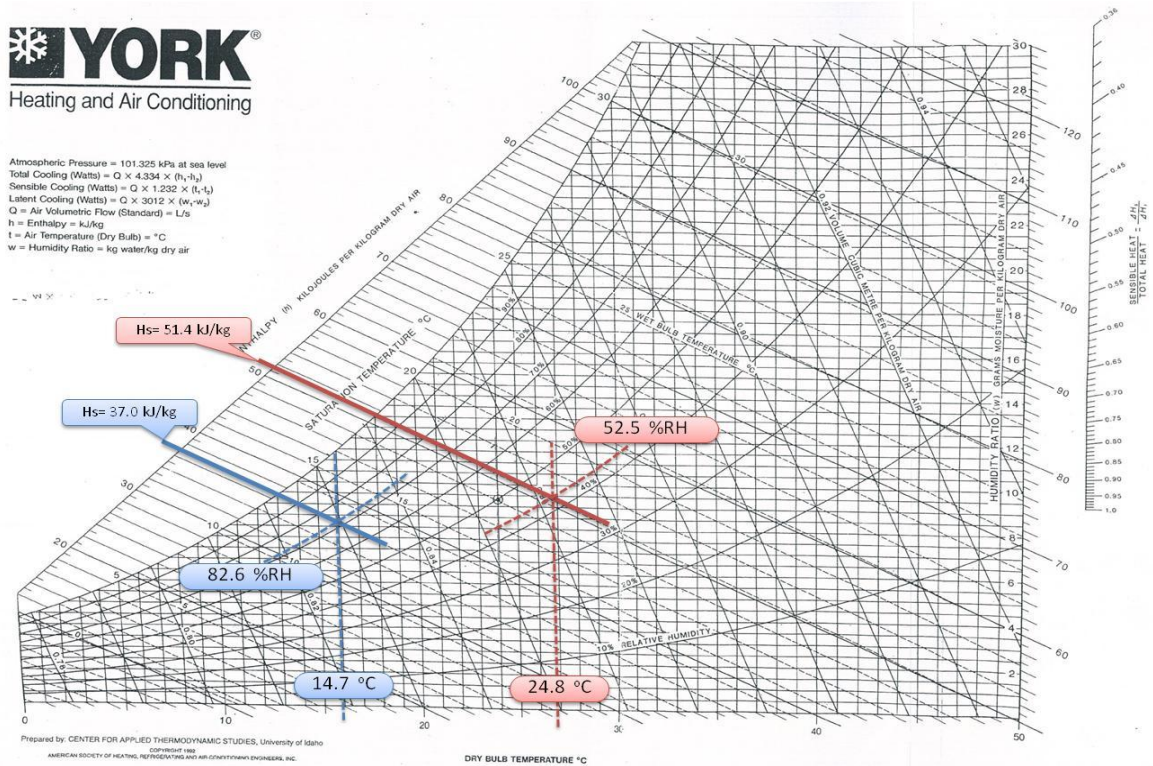
วิธีการคำนวณ

1. คำนวณหา CMM

$$\begin{aligned} \text{CMM} &= 60 \times 0.91 \text{ m/s} \times (1.8 \times 0.32) \text{ m}^2 \\ &= 31.45 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

2. จากแผนภูมิไซโครเมตริกสามารถเปิดหาค่าเอนทาลปีได้ดังนี้

$$\begin{aligned} H_r &= 51.4 \text{ kJ/kg dry air} \\ H_s &= 37.0 \text{ kJ/kg dry air} \end{aligned}$$



3. คำนวณความสามารถในการทำความเย็น

$$\begin{aligned} \text{TR} &= 5.707 \times 10^{-3} \times 31.45 \text{ m}^3/\text{min} \times (51.4 - 37.0) \text{ kJ/kg dry air} \\ &= 2.58 \text{ TR} \\ &= 30,960 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

4. คำนวณหาสมรรถนะการทำความเย็น

$$\begin{aligned} \text{kW/TR} &= \frac{3.33 \text{ kW}}{2.58 \text{ TR}} \\ &= 1.28 \text{ kW/TR} \end{aligned}$$

หรือ

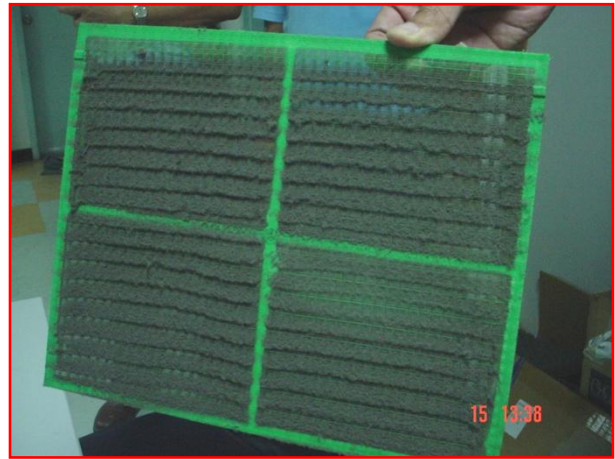
$$\begin{aligned} \text{EER} &= \frac{12}{1.28 \text{ kW/TR}} \\ &= 9.375 \text{ Btu/hr/Watt} \end{aligned}$$

## 5.6 ตัวอย่างมาตรการที่ประสบความสำเร็จ

**ตัวอย่างที่ 1 :** มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

### ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ในบริเวณสำนักงานของโรงงานมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศขนาด 52,000 Btu/Hr จำนวน 12 เครื่อง โดยจากการใช้งานที่ผ่านมาเครื่องปรับอากาศดังกล่าวขาดการบำรุงรักษาทั้งทางด้าน Fan coil และ Condenser ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (EER) มีค่าต่ำกว่าค่าพิกัดมาก จึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 5.8 เครื่องปรับอากาศและลักษณะ Filter ก่อนปรับปรุง

### ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

ขาดผู้รับผิดชอบและความเข้าใจถึงประโยชน์ของการดูแลรักษาเครื่องปรับอากาศ

### แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการมีคณะทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงาน ทางคณะทำงานจึงมีแนวคิดที่จะกำหนดเรื่องการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศให้เป็นแผนงานประจำของโรงงาน โดยการดำเนินการเพื่อนำเสนอผู้บริหารพิจารณา มีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER) ของเครื่องปรับอากาศตัวอย่าง ก่อนและหลังทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ (filter)
2. คำนวณผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า
3. นำเสนอผู้บริหาร
4. จัดเป็นแผนงานประจำของโรงงานและจัดหาผู้รับเหมาเพื่อเข้ามาดำเนินการล้างเป็นประจำ

หมายเหตุ: เครื่องปรับอากาศในบริเวณสำนักงานทางโรงงานได้ให้เจ้าหน้าที่ดำเนินการล้างเรียบร้อยแล้ว



### สภาพหลังปรับปรุง

หลังดำเนินการพบว่าเครื่องที่ทดลองมีประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER) เพิ่มขึ้น 77 - 91% และการตัดต่อ ของ Compressor ของเครื่องปรับอากาศก็เพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 5.9 การทำความสะอาด Filter

### วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ผลการตรวจวัดและผลการประหยัดพลังงานแสดงดังตาราง

ตารางผลตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

รายการ	หน่วย	FCU-102/1 (IT Section)		FCU-102/4 (IT Section)	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
พิกัด (Nameplate)					
ยี่ห้อ	-	Daikin	Daikin	Daikin	Daikin
การทำความเย็น	Btu/hr	52,000	52,000	52,000	52,000
กำลังไฟฟ้า	kW	5.72	5.72	5.72	5.72
kW/TR	-	1.32	1.32	1.32	1.32
ประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER)	-	9.09	9.09	9.09	9.09
อายุการใช้งาน	ปี	-	-	-	-
ผลการตรวจวัด					
ด้านจ่าย (Supply Air)					
อุณหภูมิ	°C	15.70	15.00	16.70	15.00
ความชื้นสัมพัทธ์	%	98.30	90.00	92.30	97.20
Enthalpy	kJ/kg	43.39	39.19	44.43	41.15
ด้านกลับ (Return Air)					
อุณหภูมิ	°C	25.00	23.90	24.60	24.00
ความชื้นสัมพัทธ์	%	62.10	66.00	60.90	65.00
Enthalpy	kJ/kg	56.60	55.30	54.82	55.11
ปริมาณอากาศหมุนเวียน	CMM	32.31	44.67	27.09	41.34
อุณหภูมิอากาศภายนอก	°C	32.00	32.00	32.00	32.00
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	°C	19.68	19.27	19.16	19.22
กำลังไฟฟ้า	kW	5.66	5.42	5.09	5.45
ความสามารถในการทำความเย็น	Btu/hr	29,230.01	49,283.39	19,275.86	39,522.55
kW/TR	-	2.32	1.32	3.17	1.65
EER	-	5.16	9.09	3.79	7.25



ตารางผลประหยัดพลังงาน

รายละเอียด	หน่วย	FCU-102/1 (IT Section)		FCU-102/4 (IT Section)	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การทำความเย็น	Btu/hr	29,230.01	49,283.39	19,275.86	39,522.55
กำลังไฟฟ้า	kW	5.66	5.42	5.09	5.45
kW/TR	-	2.32	1.32	3.17	1.65
% Comp	%	100.00	63.28	100.00	78.91
ชั่วโมงใช้งาน	hr/yr	8,760	8,760	8,760	8,760
Demand Factor	%	100	90	100	90
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	฿/kWh	2.90	2.90	2.90	2.90
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	kWh/yr	49,581.60	33,383.15	44,588.40	41,859.12
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	฿/yr	143,786.64	96,811.14	129,306.36	121,391.46
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	kWh/yr	16,198.45		2,729.28	
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	฿/yr	46,975.50		7,914.90	

ดำเนินการปรับปรุงในบริเวณสำนักงานทั้งหมด 12 เครื่อง ดังนี้ (ตารางคำนวณแสดงตัวอย่างจำนวน 2 เครื่อง)

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	113,566.33	kWh/yr
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	329,342.37	฿/yr
คิดเทียบเป็นน้ำมันดิบได้	=	$113,566.33 \times 85.21/10^9$	
	=	0.00968	ktoe

## ตัวอย่างที่ 2 : มาตรการการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง

### ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

จากการสำรวจการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของโรงงานพบว่า มีเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 8 ปี และมีประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER) ต่ำ ซึ่งสมควรปรับปรุงโดยการเปลี่ยนเป็นเครื่องใหม่ที่มีประสิทธิภาพการทำความเย็นสูงดังนี้

1. ห้องประชาสัมพันธ์ (z1-c5-h5) ขนาด 25,000 btu/hr
2. ห้อง QA (z1-c13-h13) ขนาด 32,000 btu/hr
3. ห้องคุณบุญชู (z1-c6-h6) ขนาด 35,000 btu/hr
4. ห้องซ่อมบำรุง (z5-c1-h1) ขนาด 35,000 btu/hr



รูปที่ 5.10 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (ก่อนปรับปรุง)

### ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เครื่องหมดอายุการใช้งานรวมทั้ง Filler ด้านระบายความร้อนชำรุด จึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นต่ำ

### แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ในการดำเนินงานของทีมงานเพื่อเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเดิมที่หมดอายุการใช้งานเป็นเครื่องปรับอากาศใหม่ที่ประสิทธิภาพดีขึ้น มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพประสิทธิภาพในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่จะเปลี่ยน
2. คำนวณผลประโยชน์และความคุ้มค่าในการดำเนินการ
3. นำเสนอผู้บริหารเพื่อพิจารณา
4. คัดเลือกผู้ผลิตและผู้รับเหมาเข้ามาดำเนินการ

### สภาพหลังปรับปรุง



รูปที่ 5.11 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (หลังปรับปรุง)

### วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางผลการตรวจวัดและประหยัดพลังงานแสดงดังตาราง

รายการ	หน่วย	ห้อง ประชาสัมพันธ์ (z1-c5-h5)	ห้อง QA (z1- c13-h13)	ห้องคุณบุญชู (z1-c6-h6)	ห้องซ่อม บำรุง (z1- c1-h1)
พิกัด (Nameplate)					
ยี่ห้อ	-	Uni-Aire	Uni-Aire	Uni-Aire	Uni-Aire
การทำความเย็น	Btu/Hr	25,000	32,000	35,000	35,000
กำลังไฟฟ้า	kW	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
kW/TR	-	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
ประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER)	-	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
อายุใช้งาน	ปี	>8	>8	>8	>8
ผลการตรวจวัด					
ด้านจ่าย (Supply Air)					
อุณหภูมิ	°C	13.7	12.8	13.0	9.0
ความชื้นสัมพัทธ์	%	87.8	93.6	90.5	88.0
Enthalpy	kJ/kg	35.37	34.60	34.34	24.91
ด้านกลับ (Return Air)					
อุณหภูมิ	°C	25.5	24.0	25.6	26.8
ความชื้นสัมพัทธ์	%	60.4	54.8	64.6	52.3
Enthalpy	kJ/kg	57.17	50.17	59.72	56.40
ปริมาณอากาศหมุนเวียน	CMM	16.17	16.74	8.76	10.80
อุณหภูมิอากาศภายนอก	°C	30	30	30	30
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	°C	19.86	17.79	20.55	19.75
กำลังไฟฟ้า	kW	3.68	3.7	3.24	3.31
ความสามารถในการทำความเย็น	Btu/Hr	<b>24,146.99</b>	<b>17,854.48</b>	<b>15,219.40</b>	<b>23,289.87</b>
kW/TR	-	<b>1.83</b>	<b>2.49</b>	<b>2.55</b>	<b>1.71</b>
ประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER)	-	<b>6.56</b>	<b>4.83</b>	<b>4.70</b>	<b>7.04</b>

ตารางผลการคำนวณการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER)

รายการ	หน่วย	ห้องประชุมสัมพันธ์ (z1-c5-h5)	ห้อง QA (z1-c13-h13)	ห้องคุณบุญชู (z1-c6-h6)	ห้องซ่อมบำรุง (z1-c1-h1)	Total
ก่อนปรับปรุง						
ขนาดเครื่องปรับอากาศ	Btu/Hr	25,000	32,000	35,000	35,000	127,000
ประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER)	-	6.56	4.83	4.70	7.04	-
หลังปรับปรุง						
ขนาดเครื่องปรับอากาศ	Btu/Hr	24,225	29,830	33,438	29,830	117,323
ประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER)	-	10.05	11.09	9.09	11.09	-
kW/TR	-	1.19	1.08	1.32	1.08	-
กำลังไฟฟ้า	kW	2.41	2.69	3.68	2.69	11.47
การใช้งาน	Hr/yr	3150	3780	3780	8760	-
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	฿/kWh	3.17	3.17	3.17	3.17	-
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	kWh/yr	4,024.95	7,899.91	5,915.84	10,597.62	28,438.32
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	฿/yr	12,759.08	25,042.73	18,753.22	33,594.44	90,149.47
เงินลงทุน	฿	29,000.00	37,000.00	45,500.00	45,500.00	157,000.00
ระยะเวลาคืนทุน	yr	<b>2.27</b>	<b>1.48</b>	<b>2.43</b>	<b>1.35</b>	<b>1.74</b>

$$\begin{aligned} \text{คิดเทียบเป็นน้ำมันดิบได้} &= 28,438 \times 85.21 / 10^9 \\ &= 0.00243 \text{ ktoe} \end{aligned}$$