



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน  
และอนุรักษ์พลังงาน  
กระทรวงพลังงาน

# เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพ ของระบบปรับอากาศ



โครงการส่งเสริมและกำกับการอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่จะ  
ก่อสร้างหรือดัดแปลง

# เนื้อหา

## 1. ระบบปรับอากาศ

- 1.1 ความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal comfort)
- 1.2 การปรับสภาพแวดล้อมในอาคารเพื่อให้เกิดความสบายเชิงอุณหภูมิ
- 1.3 ข้อควรพิจารณาในการออกแบบระบบปรับอากาศ
- 1.4 การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

## 2. เกณฑ์ศักยภาพด้านพลังงานของระบบปรับอากาศ

- 2.1 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (Unitary air-conditioners)
- 2.2 ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ (Large air-conditioning system)
- 2.3 การประเมินศักยภาพพลังงานระบบปรับอากาศ

## 3. เกณฑ์ศักยภาพด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

- 3.1 การทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน
- 3.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

## ความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal comfort)

- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศประกอบเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 40-60 ของปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในอาคาร
- อาคารที่มีพื้นที่ปรับอากาศสูงทำให้ระบบปรับอากาศมีต้นทุนที่สูงไปด้วย
- เป้าหมายสำคัญในการออกแบบ คือ การปรับให้อาคารมีสถานะที่ผู้ใช้อาคารเกิดความสบายเชิงอุณหภูมิ
  - อุณหภูมิกระเปาะแห้งอากาศระหว่าง 24-27°C
  - ความชื้นสัมพัทธ์อากาศระหว่าง 30-70%
  - อุณหภูมิผิวของสภาวะแวดล้อมเท่ากับอุณหภูมิอากาศ
  - ความเร็วลมน้อยกว่า 0.15 เมตร/วินาที
  - ผู้อยู่อาศัยสวมเสื้อผ้าเบา (ไม่ใส่สูท) และทำงานในสำนักงาน

## เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (Unitary air-conditioners)

- เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่ใช้ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) หรือ อัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EER) ขั้นต่ำเป็นไปตามตาราง

ประเภทและขนาด	สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ COP [EER ( $Btu \cdot h^{-1} \cdot W^{-1}$ )]
<b>ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (แบบแยกส่วนและแบบเป็นชุด)</b>	
น้อยกว่า 3,500 วัตต์ (0.995 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
ตั้งแต่ 3,500 วัตต์ แต่ไม่เกิน 17,600 วัตต์ (5.00 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
เกินกว่า 17,600 วัตต์ (5.00 ตันความเย็น)	2.56 [8.74]
<b>ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ</b>	
ทุกขนาดทำความเย็น	3.99 [13.62]

หมายเหตุ 1 ตันความเย็น (RFT) เท่ากับ 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง ( $BTU \cdot h^{-1}$ ) และเท่ากับ 3,516.7 วัตต์ความร้อน ( $W_{th}$ )

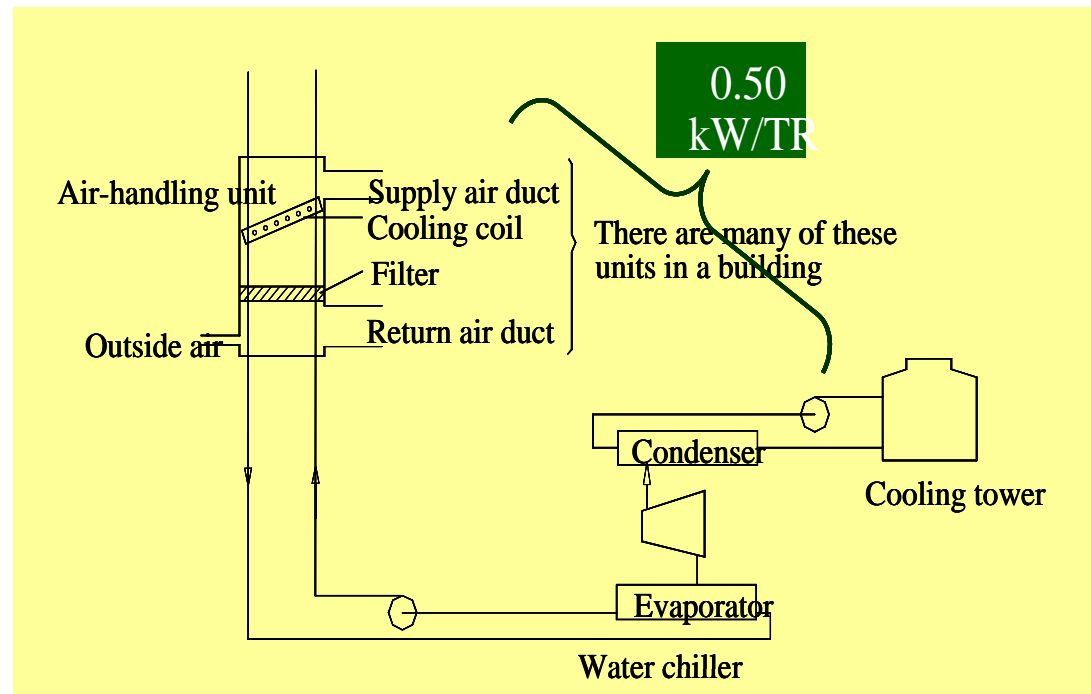
## เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (Unitary air-conditioners)

- เครื่องทำน้ำเย็นต้องค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) หรือค่ากิโลวัตต์/ตัน ความเย็น (kW.RFT<sup>-1</sup>) ดังตาราง

ประเภทและขนาด	สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ, COP (kW.RFT)
<b>ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ</b>	
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 351.7 กิโลวัตต์ (100 ตันความเย็น)	2.70 (1.30)
เกินกว่า 351.7 กิโลวัตต์ (100 ตันความเย็น)	2.93 (1.20)
<b>ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ</b>	
น้อยกว่า 527.5 กิโลวัตต์ (150 ตันความเย็น)	3.91 (0.90)
ตั้งแต่ 527.5 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 703.3 กิโลวัตต์ (200 ตันความเย็น)	4.69 (0.75)
ตั้งแต่ 703.3 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 879.2 กิโลวัตต์ (250 ตันความเย็น)	5.25 (0.67)
ตั้งแต่ 879.2 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 1,758.3 กิโลวัตต์ (500 ตันความเย็น)	5.40 (0.65)
เกินกว่า 1,758.3 กิโลวัตต์ (500 ตันความเย็น)	5.67 (0.62)

## ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ (Large air-conditioning system)

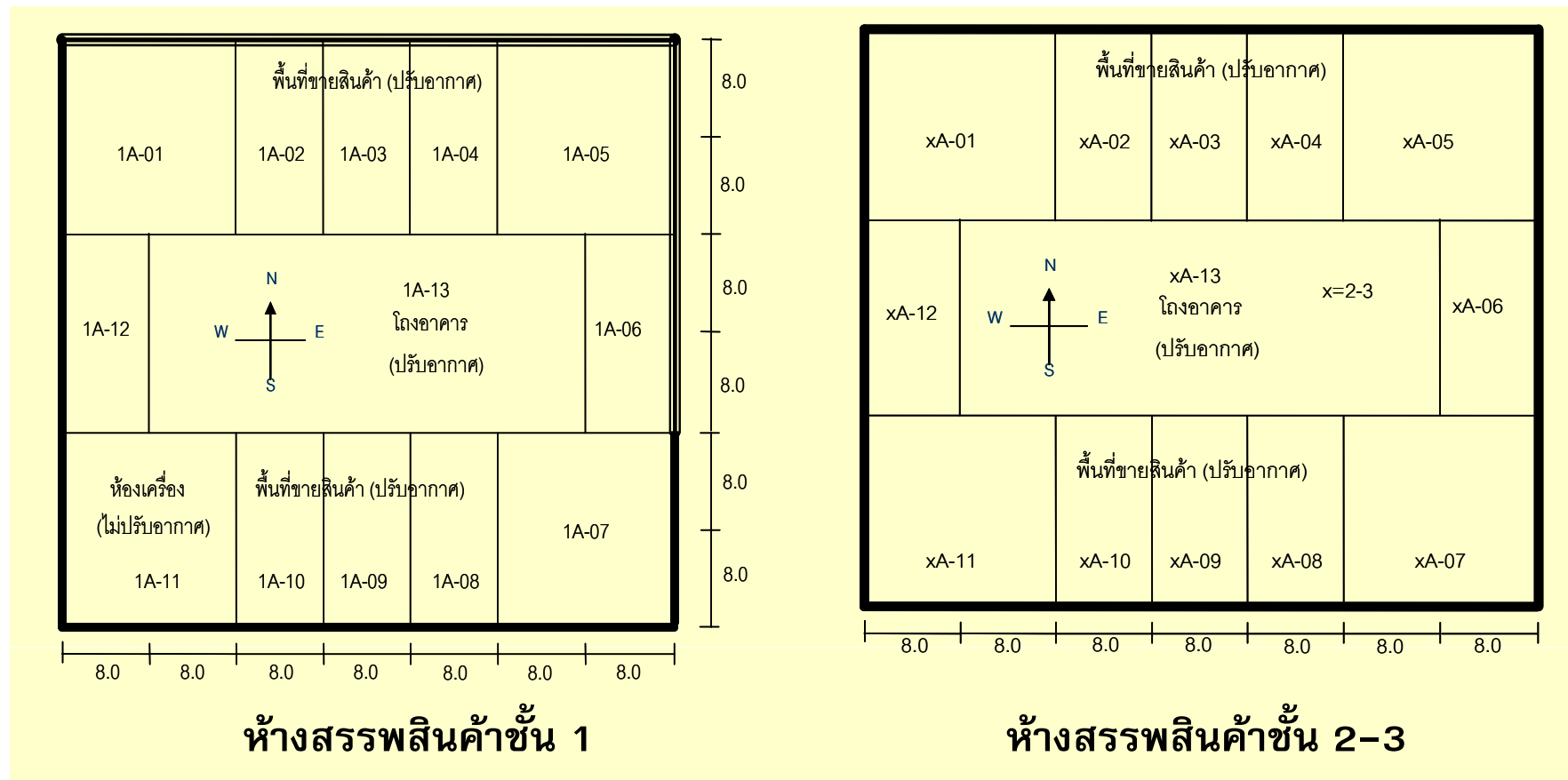
- อุปกรณ์อื่นๆ ยกเว้นเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศ ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย
  - ระบบระบายความร้อน
  - ระบบจ่ายน้ำเย็น และ
  - ระบบส่งลมเย็น



ต้องมีสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำรวมกัน (COP) 7.03 หรือ 0.5 กิโลวัตต์/  
ตันความเย็น

# การประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

ตัวอย่างที่ 1 ห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งมีการจัดพื้นที่ใช้สอยดังรูป



## การประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

### ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ห้างสรรพสินค้ามีการติดตั้งระบบปรับอากาศ 2 ระบบ คือ เครื่องปรับอากาศ  
Package air cooled ตามร้านค้า (ขนาด 8.5, 10.0 และ 14.0 ตัน)

เครื่องปรับอากาศ แบบเป็นชุด	xPAU-01-08 x=1-3	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	10 15.5 8	พื้นที่ขายสินค้า xA-02-04, 06,08-10, 12 x=1-3
เครื่องปรับอากาศ แบบเป็นชุด	xPAU-01a-04a x=1-3	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	8.5 14.0 11	พื้นที่ขายสินค้า 1A-01, 05, 07 2A-01, 05, 07, 11
เครื่องปรับอากาศ แบบเป็นชุด	xPAU-01b-04b x=1-3	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	14 18.9 11	3A-01, 05, 07, 11

## การประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

### ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยอากาศสำหรับบริเวณโถงอาคาร

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	CH-03	ประเภทเครื่องทำน้ำเย็น ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	Scroll 120 132 1	เฉพาะพื้นที่โถง อาคารชั้น 1-3
ปั๊มน้ำเย็น (Chilled water pump)	CHP-03	ปริมาณน้ำเย็น (แกลลอนต่อนาที) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	48 4.5 1	
เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling unit)	xAHU-01-04 (x=1-3)	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	15 3.0 12	

## การประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

### ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

การประเมินศักยภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุด

xPAU-01-08 (10 ตัน)  $COP = (10 \times 3.517) / 15.5 = 2.27$  (EER = 7.74)

xPAU-01a-04a (8.5 ตัน)  $COP = (8.5 \times 3.517) / 14.0 = 2.14$  (EER = 7.29)

xPAU-01b-04b (14 ตัน)  $COP = (14 \times 3.517) / 18.9 = 2.60$  (EER = 8.89)

ชื่ออุปกรณ์	ประสิทธิภาพการทำความเย็น, COP (EER)		ผลประเมิน
	เกณฑ์การอนุรักษ์พลังงาน	อาคารตัวอย่าง	
xPAU-01-08	2.56 (8.74)	2.27 (7.74)	ไม่ผ่าน
xPAU-01a-04a	2.56 (8.74)	2.14 (7.29)	ไม่ผ่าน
xPAU-01b-04b	2.56 (8.74)	2.60 (8.89)	ผ่าน

## การประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

### ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

- การประเมินศักยภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์
- เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 120 ตัน
  - กำลังไฟฟ้า 132 กิโลวัตต์ ระบายความร้อนด้วยอากาศ
  - สมรรถนะ  $132/120 = 1.1$  กิโลวัตต์ต่อตัน (COP = 3.191)
- ส่วนอื่นของระบบปรับอากาศ
  - เครื่องส่งน้ำเย็น กำลังไฟฟ้า 4.5 กิโลวัตต์
  - เครื่องส่งลมเย็น กำลังไฟฟ้า  $[120/(12 \times 15)] \times (12 \times 3.0) = 24$  กิโลวัตต์
  - กำลังไฟฟ้าส่วนอื่นๆ =  $4.5 + 24 = 28.5$  กิโลวัตต์
  - สมรรถนะ  $28.5/120 = 0.238$  กิโลวัตต์ต่อตัน (COP = 14.777)

## การประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

### ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ผลประเมินศักยภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อน  
ด้วยอากาศ

ระบบปรับอากาศ	ประสิทธิภาพ, COP (kW.RFT <sup>-1</sup> )		ผล ประเมิน
	เกณฑ์การอนุรักษ์ พลังงาน	อาคารตัวอย่าง	
เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Air-cooled water chillers ขนาดมากกว่า 100 ตัน	2.93 (1.20)	3.191 (1.10)	ผ่าน
กำลังไฟรวมของเครื่องส่งน้ำเย็น เครื่องส่งน้ำระบายความร้อน หอผึ่งลมเย็น และ เครื่องส่งลมเย็น	7.03 (0.5)	14.78 (0.238)	ผ่าน

## การประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

### โจทย์ที่ 1

อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำ  
รายละเอียดของระบบแสดงดังตาราง จงประเมินศักยภาพภาพของระบบปรับอากาศ

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	CH-01 CH-02	ประเภทเครื่องทำน้ำเย็น ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	โรตารี 300 190 2
ปั๊มน้ำเย็น (Chilled water pump)	CHP-01 CHP-02	ปริมาณน้ำเย็น (แกลลอนต่อนาที) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	720 20 2
ปั๊มน้ำระบายความร้อน (Condenser water pump)	CDP-01 CDP-02	ปริมาณน้ำระบายความร้อน (แกลลอนต่อนาที) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	900 33 2

## การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

### โจทย์ที่ 1

อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำ  
รายละเอียดของระบบแสดงดังตาราง จงประเมินศักยภาพของระบบปรับอากาศ

หอผึ่งลมเย็น (Cooling tower)	CT-01	ขนาดทำความเย็น (ตัน)	375
	CT-02	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	7.5 2
เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling unit)	xAHU-01-06	ขนาดทำความเย็น (ตัน)	13
	x=1-9	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	1.9 54

เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ

- ขนาดทำความเย็น \_\_\_\_\_ ตัน
- กำลังไฟฟ้า \_\_\_\_\_ กิโลวัตต์
- สมรรถนะ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ กิโลวัตต์ต่อตัน  
(COP = \_\_\_\_\_)

## การประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

### โจทย์คำถามที่ 1 (ต่อ)

#### ส่วนอื่นของระบบปรับอากาศ

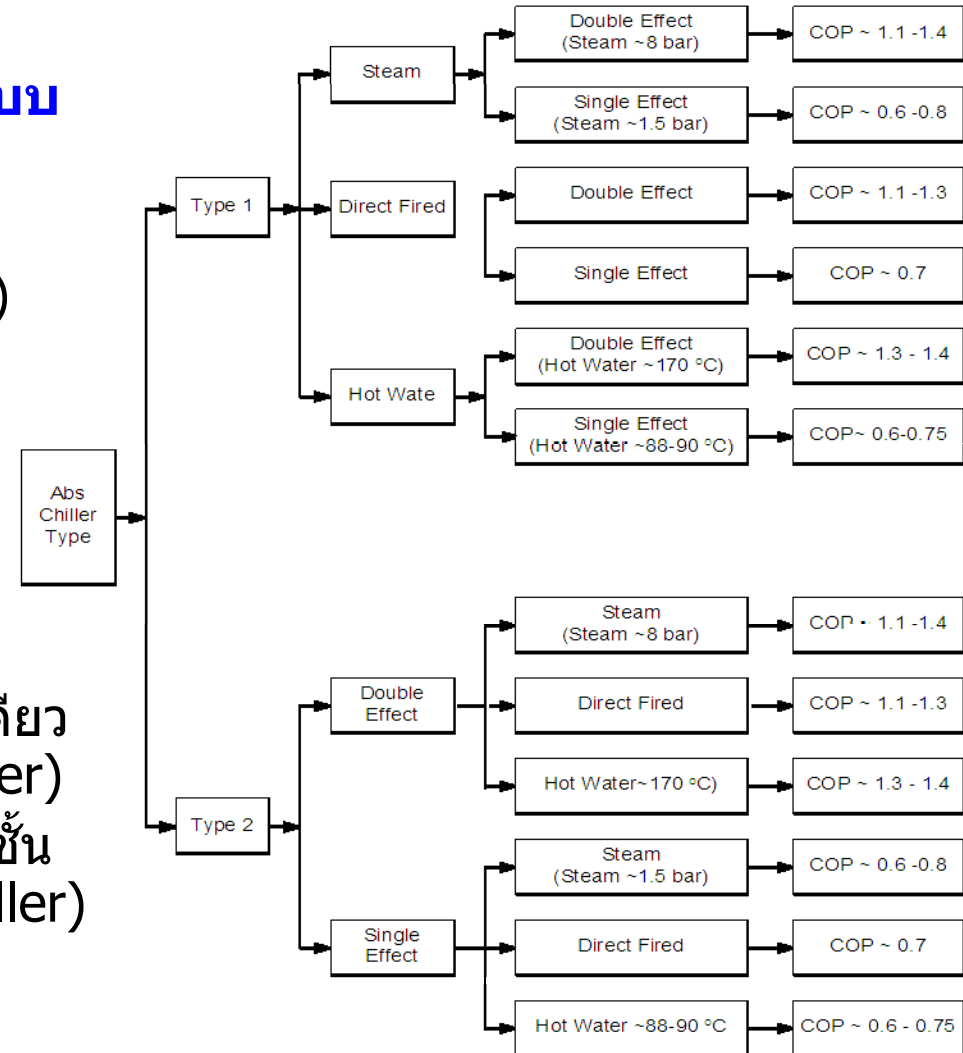
- ปั๊มน้ำเย็น กำลังไฟฟ้ารวม \_\_\_\_\_ กิโลวัตต์
- ปั๊มน้ำระบายความร้อน กำลังไฟฟ้ารวม \_\_\_\_\_ กิโลวัตต์
- หอฝึงลมเย็น กำลังไฟฟ้ารวม \_\_\_\_\_ กิโลวัตต์
- เครื่องส่งลมเย็น กำลังไฟฟ้ารวม \_\_\_\_\_ กิโลวัตต์
- กำลังไฟฟ้ารวมส่วนอื่นๆ ของระบบปรับอากาศ \_\_\_\_\_ กิโลวัตต์
- สมรรถนะ \_\_\_\_\_ กิโลวัตต์ต่อตัน (COP = \_\_\_\_\_)

ระบบปรับอากาศ	ประสิทธิภาพ, COP (kW.RFT <sup>-1</sup> )		ผลประเมิน
	เกณฑ์มาตรฐาน	อาคารตัวอย่าง	
เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Water-cooled water chillers ขนาด 300 ตัน			
กำลังไฟฟ้ารวมของเครื่องส่งน้ำเย็น เครื่องส่งน้ำระบายความร้อน หอฝึงลม เย็น และเครื่องส่งลมเย็น			

## เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

### การจำแนกประเภทเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

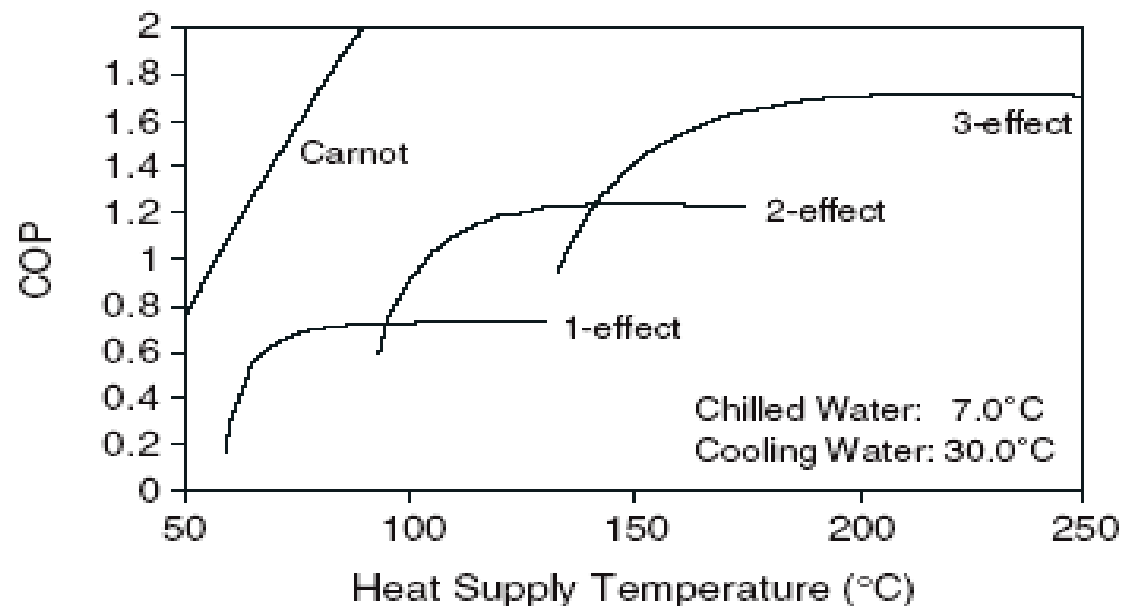
- แหล่งพลังงานที่ใช้ (Energy source)
  - ไอน้ำ
  - ก๊าซเชื้อเพลิง
  - น้ำร้อน
- วงจรการทำงาน (Absorption cycle)
  - เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนชั้นเดียว (Single Effect Absorption Chiller)
  - เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนสองชั้น (Double Effect Absorption Chiller)



## เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

การกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนมักเลือกตาม  
วงจรถาทำงาน เนื่องจาก

- วงจรถาทำงานมีอิทธิพลชัดเจน และ
- มีความต้องการระดับอุณหภูมิของแหล่งพลังงานต่างกันชัดเจน



# เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

## ประสิทธิภาพขั้นต่ำเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

### รูปแบบที่ 1

ชนิดของเครื่อง ทำน้ำเย็น แบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				สัมประสิทธิ์ สมรรถนะขั้นต่ำ (Minimum COP)
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิ น้ำเย็นออก	อุณหภูมิน้ำเข้า เครื่องควบแน่น	อัตราการไหล ของน้ำเข้า เครื่องควบแน่น	
ก. ชั้นเดียว (Single Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	5.85 GPM.Ton <sup>-1</sup>	0.65
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	0.105 L.s <sup>-1</sup> .kW <sup>-1</sup>	
ข. สองชั้น (Double Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	4.4 GPM.Ton <sup>-1</sup>	1.10
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	0.079 L.s <sup>-1</sup> .kW <sup>-1</sup>	

หมายเหตุ

- 1) ประสิทธิภาพเชิงพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (COP) คิดเฉพาะความร้อนที่ใช้เท่านั้น ไม่รวมกำลังไฟฟ้าอื่นในระบบ
- 2) ไม่มีการนับรวมพลังงานที่ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนกับพลังงานอื่น เนื่องจากเป็นความร้อนทิ้ง

## เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

### ประสิทธิภาพขั้นต่ำเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

#### รูปแบบที่ 2

ชนิด เครื่องทำน้ำเย็น แบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				สัมประสิทธิ์ สมรรถนะขั้นต่ำ (Minimum COP)
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิ น้ำเย็นออก	อุณหภูมิน้ำเข้า เครื่องควบแน่น	อุณหภูมิน้ำออก เครื่องควบแน่น	
ก. ชั้นเดียว (Single Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	99.5 °F	0.65
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	37.5 °C	
ข. สองชั้น (Double Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	99.5 °F	1.10
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	37.5 °C	

#### หมายเหตุ

- 1) ประสิทธิภาพเชิงพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (COP) คิดเฉพาะความร้อนที่ใช้เท่านั้น ไม่รวมกำลังไฟฟ้าอื่นในระบบ
- 2) ไม่มีการนับรวมพลังงานที่ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนกับพลังงานอื่น เนื่องจากเป็นความร้อนทิ้ง