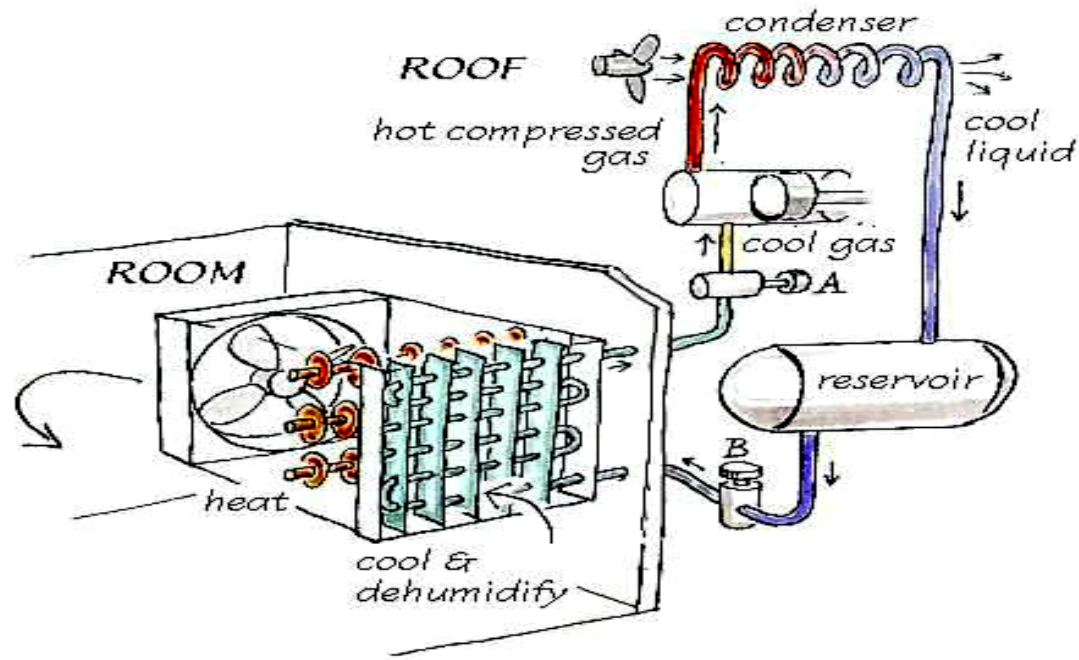
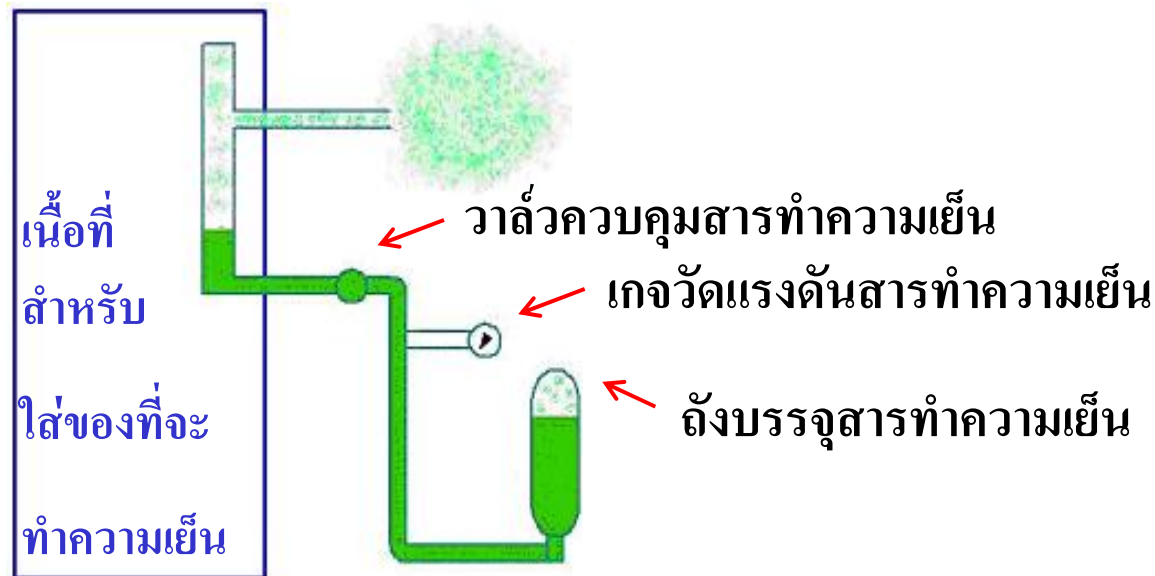


การอนุรักษ์พลังงานระบบ ทำความเย็นและปรับอากาศ



หลักการเบื้องต้นของเครื่องทำความเย็น



การทำความเย็น : เป็นการดูดความร้อนออกจากวัตถุหรืออากาศ เพื่อให้มีอุณหภูมิต่ำ

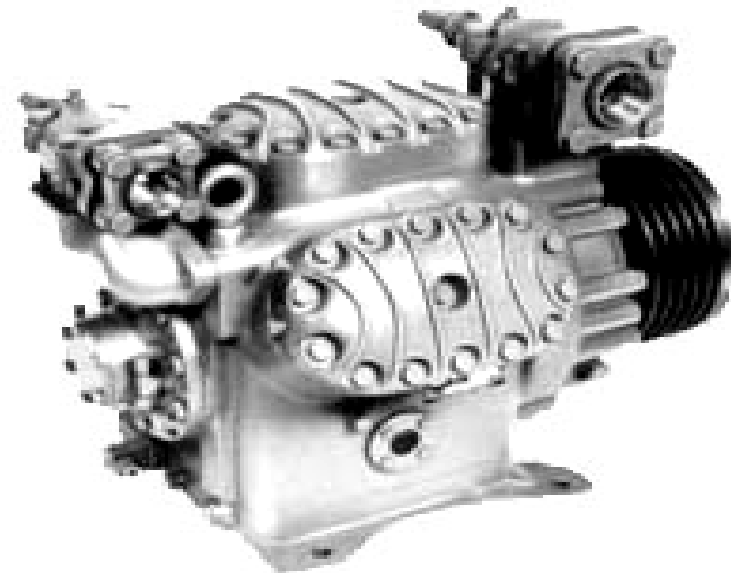
วิธีทำความเย็นแบ่งได้เป็น : การทำความเย็นแบบอัดไอ กับ การทำความเย็นแบบดูดซึม

การบอกขนาดของเครื่องทำความเย็น

หน่วยอังกฤษ : Btu/hr

หน่วยเมตริก : kcal/hr

หน่วย SI : Ton หรือ kW



1 TR (Ton of refrigeration หรือตันความเย็น) คือ ความเย็นที่ได้จากการ
เสียความร้อนในการละลายน้ำแข็ง 1 ตันที่อุณหภูมิ 0°C ภายใน 24 ชม.

$$1 \text{ TR} = 12,000 \text{ Btu/hr} = 3.52 \text{ kW}$$

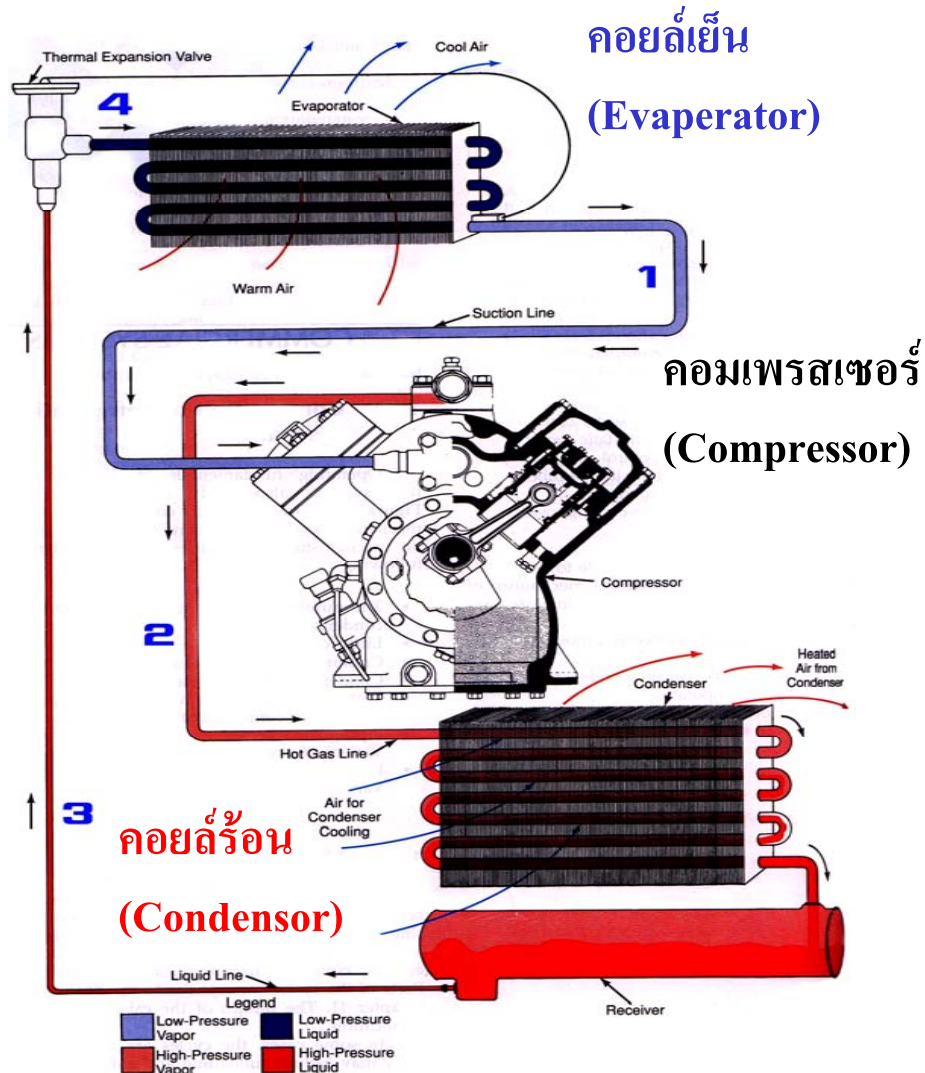
ชนิดของเครื่องทำความเย็น (Type of refrigeration system)

แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

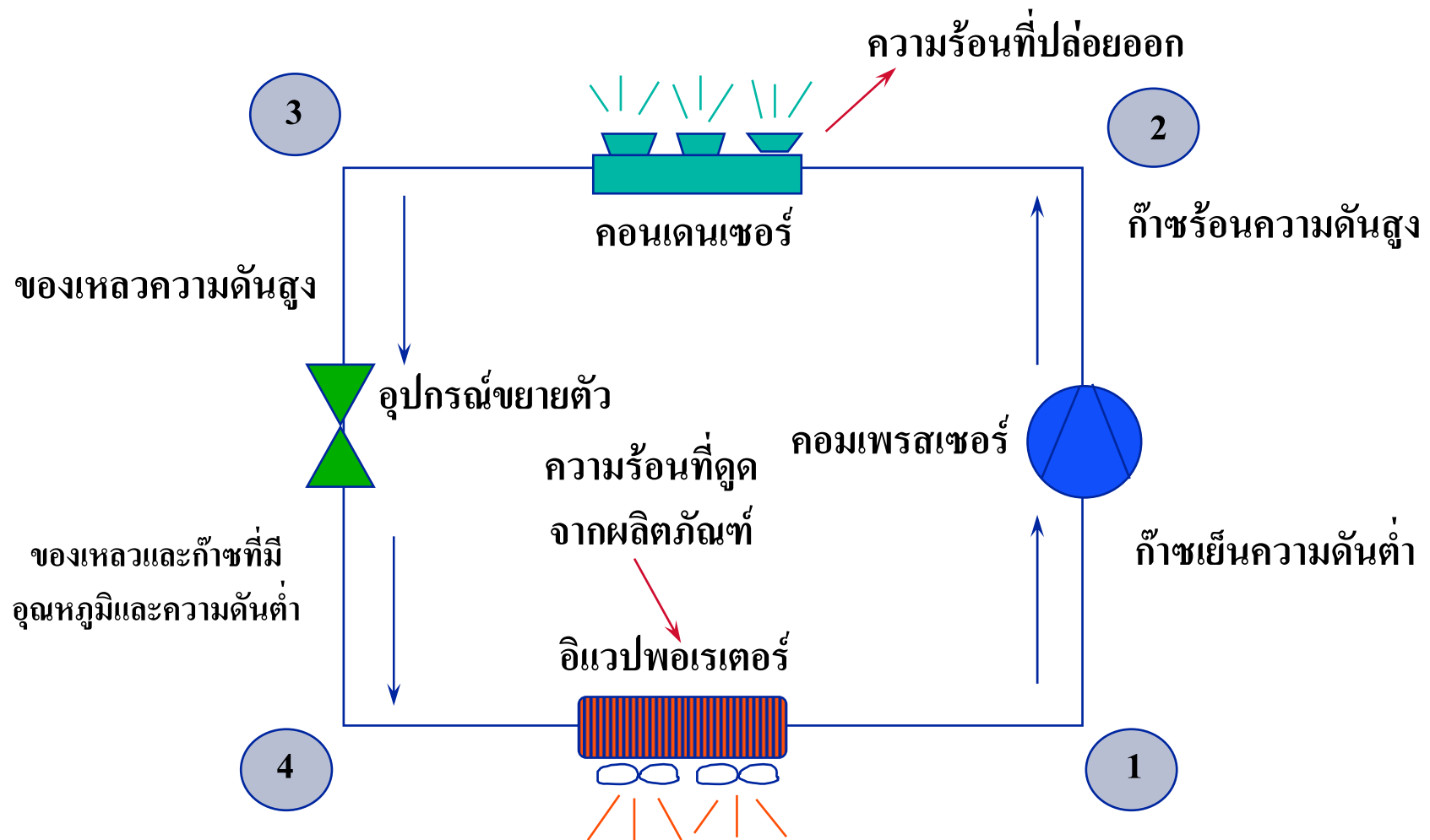
- ประเภทระบบทำความเย็นแบบอัดไอ
- ประเภทระบบทำความเย็นแบบดูดซึม

การทำความเย็นแบบอัดไอ

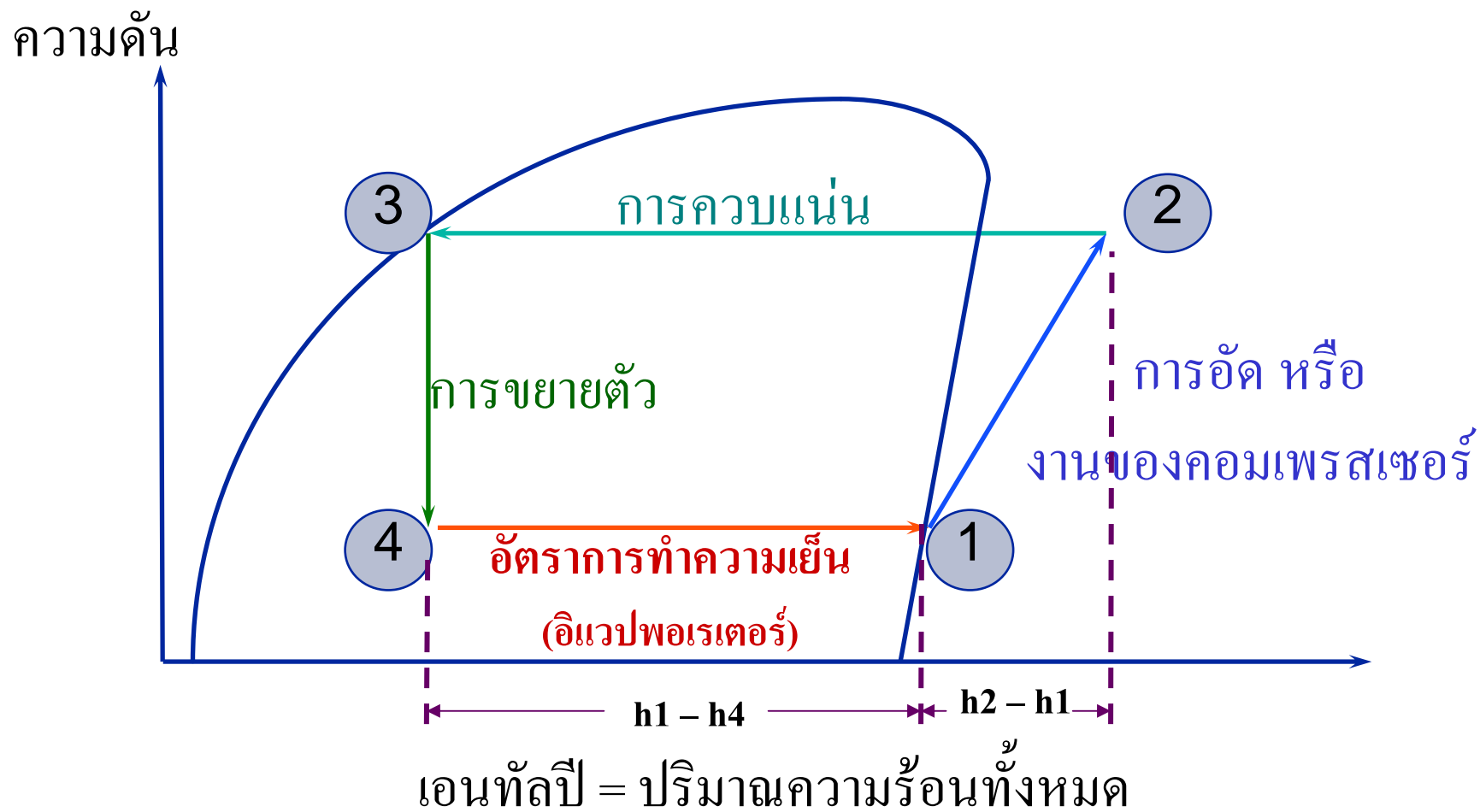
วาล์วลดความดัน



1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) : อัดสารทำความเย็นที่ระเหยแล้ว
2. Condensor หรือคอยล์ร้อน : ใช้ระบายความร้อน และควบแน่นไอของสารทำความเย็นที่ถูกอัดแล้ว ให้เป็นของเหลว
3. Evaporator หรือคอยล์เย็น : ให้ความเย็นแก่น้ำเย็น ด้วยการดูดความร้อนให้กับสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวจนระเหย
4. วาล์วลดความดัน : ลดความดันด้วยคอคอดในวาล์วลดความดัน



วัฏจักรการทำความเย็นโดยการอัดไอ



แผนภาพความดัน-เอนทัลปี

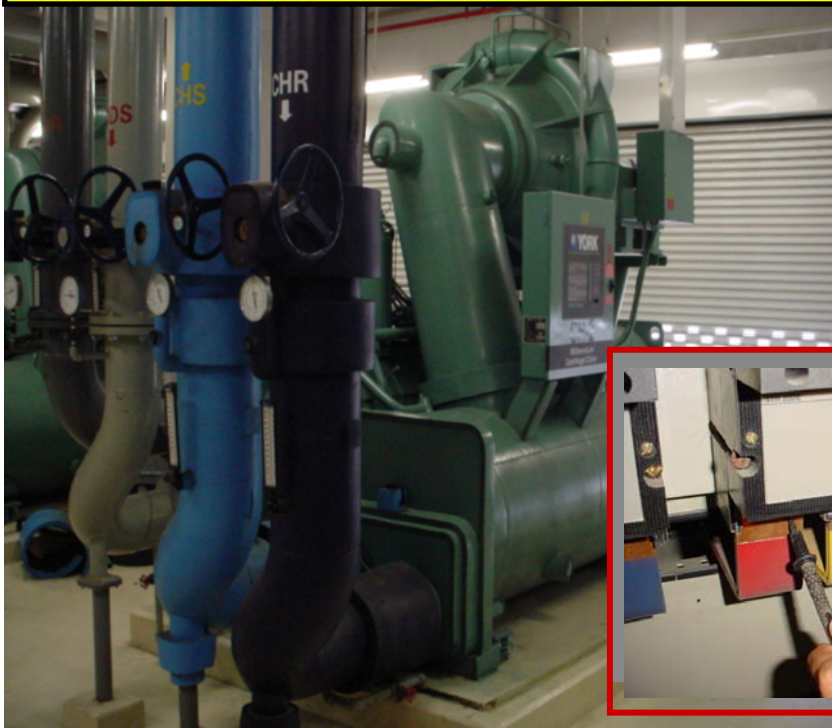
สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (Coefficient of Performance; COP)

COP ของเครื่องทำความเย็น คือค่าที่ใช้แสดงประสิทธิภาพของการทำความเย็น โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่า 2 ค่า ดังนี้

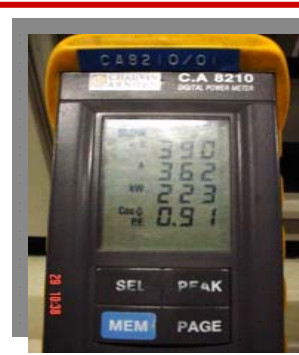
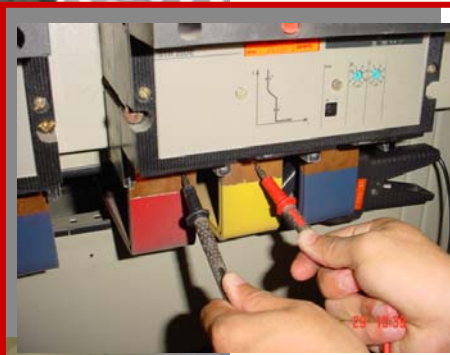
$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{\text{ความเย็นที่ได้จากอีวาพอเรเตอร์ (หน่วยเป็นวัตต์ความเย็น, WR)}}{\text{กำลังไฟฟ้าป้อนเข้าคอมเพรสเซอร์ (หน่วยเป็นวัตต์, W)}} \\ &= \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \end{aligned}$$

กรณีศึกษา การหาสัมประสิทธิ์การทำงาน ของเครื่องทำความเย็น (COP)

ผลการตรวจวัดเครื่องทำน้ำเย็น
ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ



อัตราการไหลของน้ำเย็น 54.81 l/s



กำลังไฟฟ้า
ที่วัดได้ 223 kW



อุณหภูมิน้ำขาเข้า

9.84 °C



อุณหภูมิน้ำขาออก

7.10 °C

ผลต่างอุณหภูมิ, $\Delta T = 9.84 - 7.10$

$= 2.74 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ความจุความร้อนของน้ำ = 4.2 kJ/2kg- $^{\circ}\text{C}$

จาก ความสามารถในการทำความเย็น = $F \times C_p \times \Delta T$

$= 54.81 \times 4.2 \times 2.74$

$= 630.75 \text{ kW}$

$$\begin{aligned}
 \text{COP} &= \frac{\text{ความเย็นที่ได้จากอีวาพอเรเตอร์ (หน่วยเป็นวัตต์ความเย็น, WR)}}{\text{กำลังไฟฟ้าป้อนเข้าคอมเพรสเซอร์ (หน่วยเป็นวัตต์, W)}} \\
 &= \frac{630.75 \text{ kW}}{223 \text{ kW}} \\
 &= 2.83
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ ค่า COP ยังมีค่ามากยิ่งดี แสดงว่าเครื่องทำความเย็นมีประสิทธิภาพสูง

ประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำความเย็น (Energy Efficiency Ratio : EER)

$$\text{ประสิทธิภาพพลังงานเครื่องทำความเย็น} = \frac{\text{ปริมาณความเย็นของเครื่อง (Btu/hr)}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Watt)}}$$

การพิจารณาค่า **ERR** ของเครื่องปรับอากาศที่สูง หมายถึง

การจ่ายค่าไฟฟ้าเท่ากันแต่จะได้รับความเย็นมากกว่า

หรือในทางกลับกัน

หากได้รับความเย็นเท่ากัน แต่จ่ายค่าไฟฟ้าน้อยกว่า

จากตัวอย่างที่ผ่านมา

$$\text{ค่าความสามารถในการทำความเย็น} = 630.75 \text{ kWR}$$

$$= 630.75/3.52$$

$$= 179.19 \text{ TR}$$

$$= 179.19 \times 12,000$$

$$= 2,150,284.09 \text{ Btu/hr}$$

$$\text{จาก } 1 \text{ TR} = 12,000 \text{ Btu/hr} = 3.52 \text{ kWR}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จาก EER} &= \frac{\text{ปริมาณความเย็นของเครื่อง (Btu/hr)}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Watt)}} \\
 &= \frac{2,150,284.09 \text{ (Btu/hr)}}{223,000 \text{ (Watt)}} \\
 &= 9.64 \text{ Btu/hr/W}
 \end{aligned}$$

หมายถึง การใช้ไฟฟ้า 1 วัตต์ ได้ความเย็น 9.64 Btu/hr

ปัจจุบันสำนักงานจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้จำแนกระดับประสิทธิภาพด้านพลังงานออกเป็น 5 ระดับ คือ



| ระดับที่ | ระดับประสิทธิภาพ | ค่า ERR |
|----------|------------------|-----------------------------------|
| 5 | ดีมาก | ตั้งแต่ 10.6 ขึ้นไป |
| 4 | ดี | ตั้งแต่ 9.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10.6 |
| 3 | ปานกลาง | ตั้งแต่ 8.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 9.6 |
| 2 | พอใช้ | ตั้งแต่ 7.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.6 |
| 1 | ต่ำ | ตั้งแต่ 6.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 7.6 |

จะเห็นได้ว่า ระดับที่ 5 เป็นระดับที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานดีที่สุด ดังนั้นจึงมีการทำฉลากติดบนเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้ทราบ

กรณีศึกษา การหาประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (EER)

ผลการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศ
แบบแยกส่วน (Split type)
มีพิกัดขนาด 36,000 Btu/hr (3 Ton)



ด้านลมจ่าย
ตรวจวัดอุณหภูมิ 6.3 (°C)
ความชื้นสัมพัทธ์ 77.3 (%RH)
ขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.576 (m²)



ด้านลมจ่าย
ตรวจวัดความเร็วลม 1.05 (m/s)



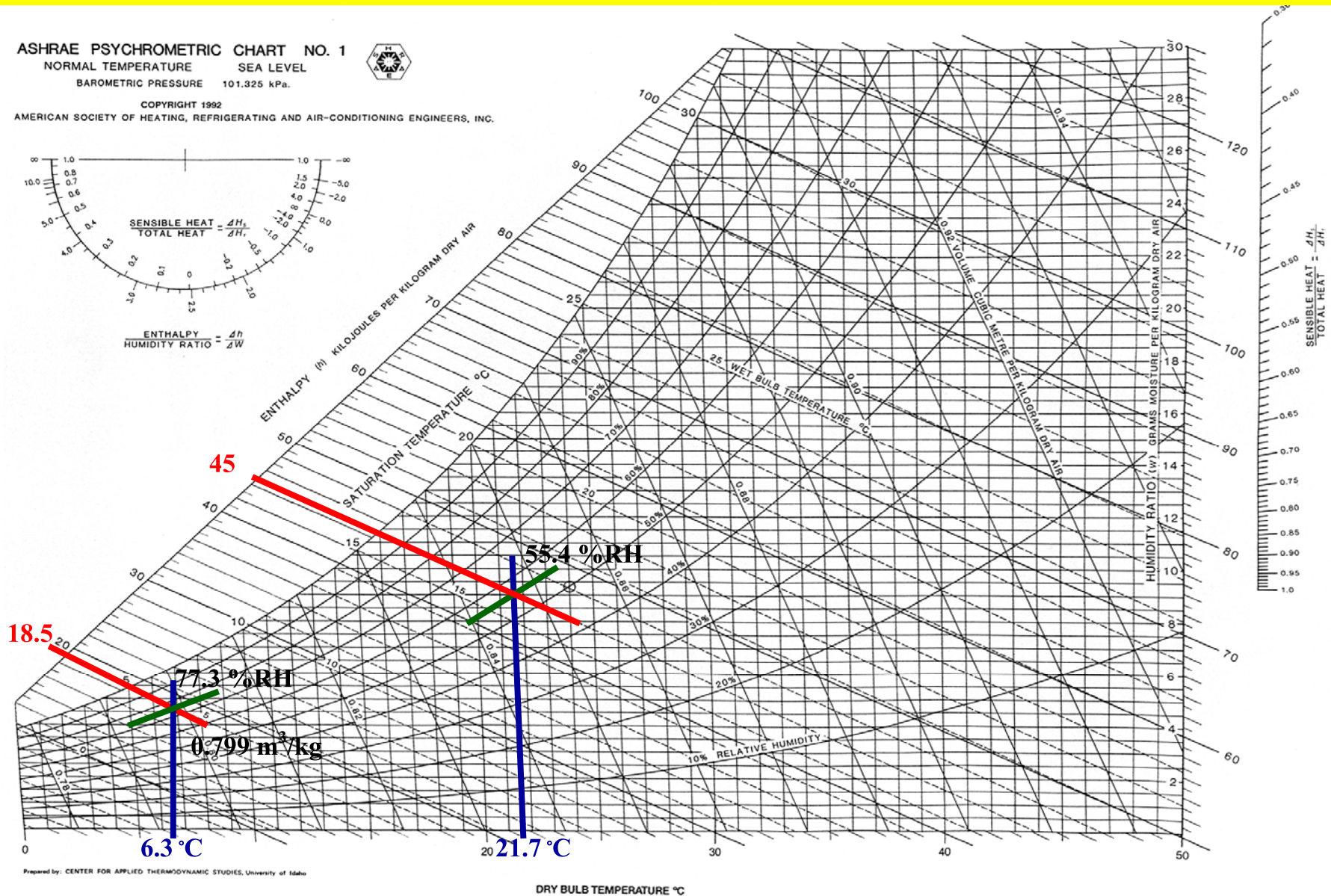
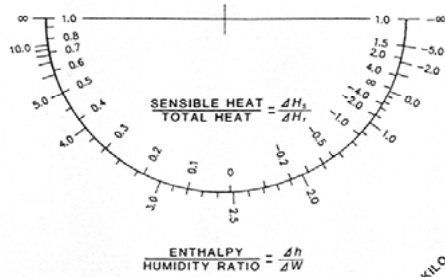
ด้านลมกลับ
ตรวจวัดอุณหภูมิ 21.7 (°C)
ความชื้นสัมพัทธ์ 55.4 (%RH)

วิธีการอ่านค่าเอนทาลปีจาก Psychrometric Chart

ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1
 NORMAL TEMPERATURE SEA LEVEL
 BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa.

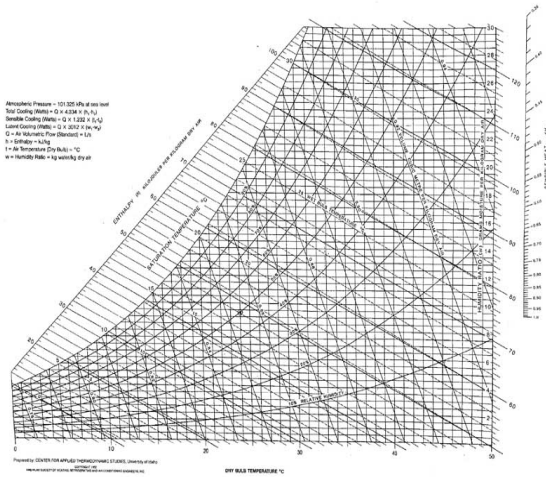


COPYRIGHT 1992
 AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



Prepared by: CENTER FOR APPLIED THERMODYNAMIC STUDIES, University of Idaho.

DRY BULB TEMPERATURE °C



อ่านค่าเอนทาลปีจาก Psychrometric Chart

สำหรับค่าเอนทาลปี $h_o = (18.5/4.187) = 4.41 \text{ kcal/kg}$

และลมกลับ $h_i = (45/4.187) = 10.18 \text{ kcal/kg}$

หมายเหตุ : $1 \text{ kJ/kg} = 4.187 \text{ kcal/kg}$

(ปัจจุบันใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าเอนทาลปี)



ตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องคอมเพรสเซอร์

ค่ากำลังไฟฟ้า 2.47 (kW)

จาก ปริมาณความเย็นของเครื่อง (Btu/hr) = $\frac{\text{ปริมาณของลมจ่ายต่อชั่วโมง} (h_i - h_o)}{\text{ปริมาณจำเพาะของลมจ่าย}}$

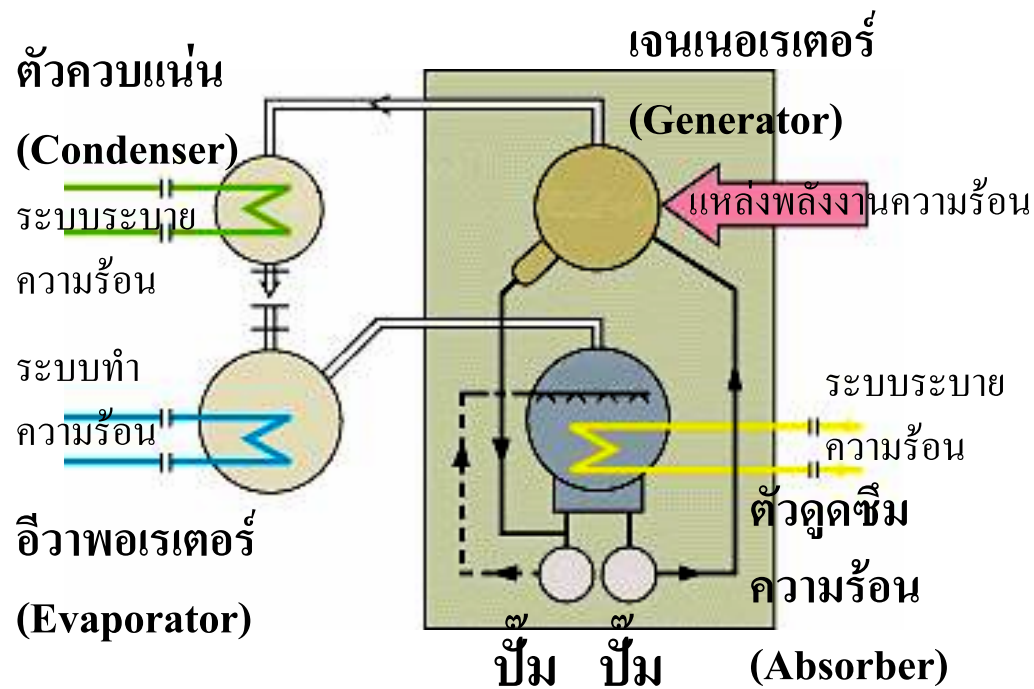
จาก ปริมาณของลมจ่ายต่อชั่วโมง = ความเร็วลมจ่าย \times พื้นที่หน้าตัด $\times 3600$

$$\begin{aligned} \text{จาก ปริมาณความเย็นของเครื่อง (Btu/hr)} &= \frac{1.05 \text{ (m/s)} \times 0.576 \text{ (m}^2\text{)} \times 3,600 \text{ (10.18 - 4.41)}}{0.799 \text{ (m}^3\text{/kg)}} \\ &= 15,723.28 \text{ (Btu/hr)} \end{aligned}$$

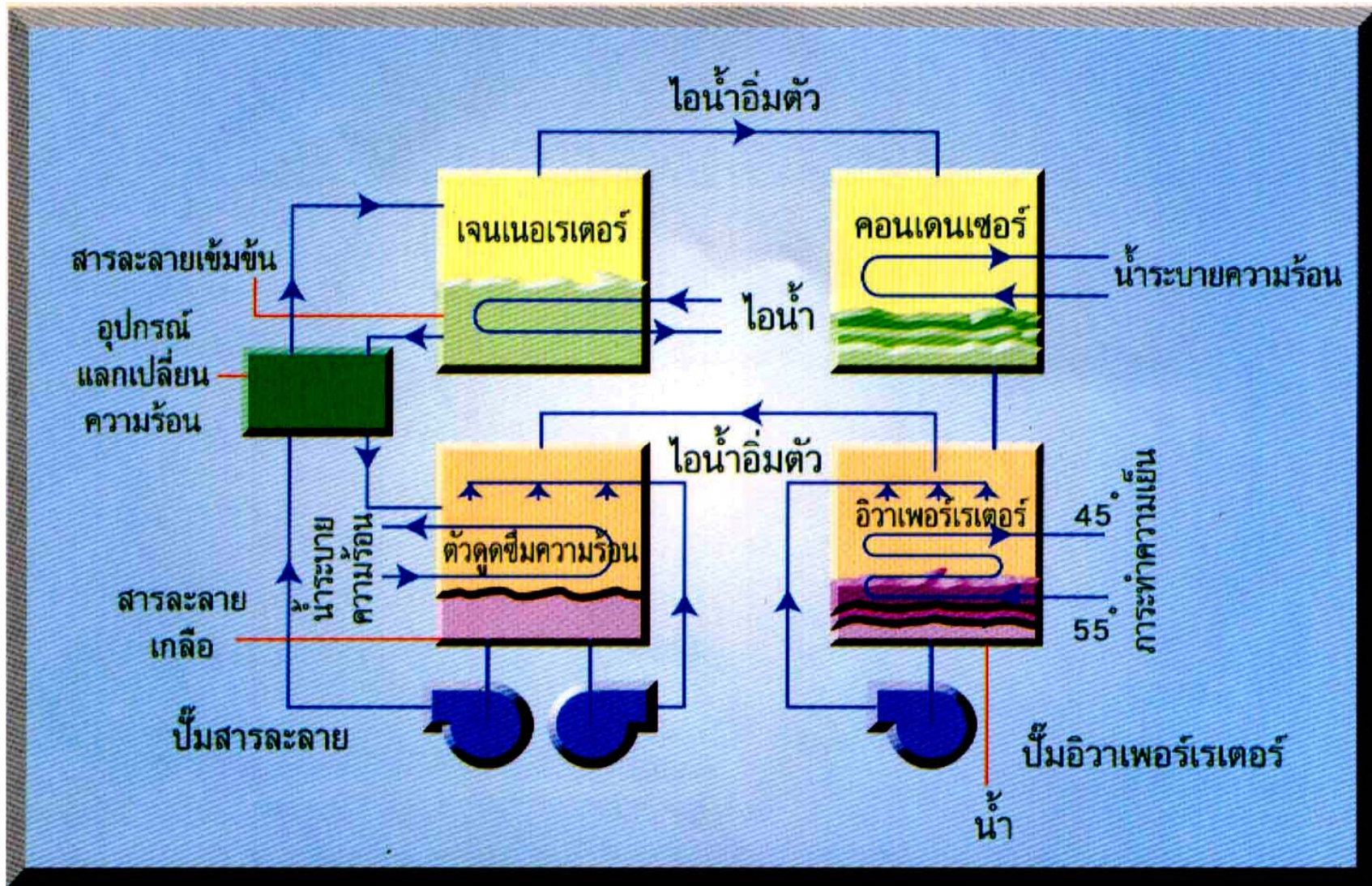
$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น EER} &= \frac{\text{ปริมาณความเย็นของเครื่อง (Btu/hr)}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Watt)}} \\ &= \frac{15,723.28 \text{ (Btu/hr)}}{2,470 \text{ (Watt)}} \\ &= 6.36 \end{aligned}$$

**เมื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศแล้วพบว่า
มีค่า ERR = 6.03 ถ้าจัดระดับจะได้ที่ 1 ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพต่ำ**

ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม



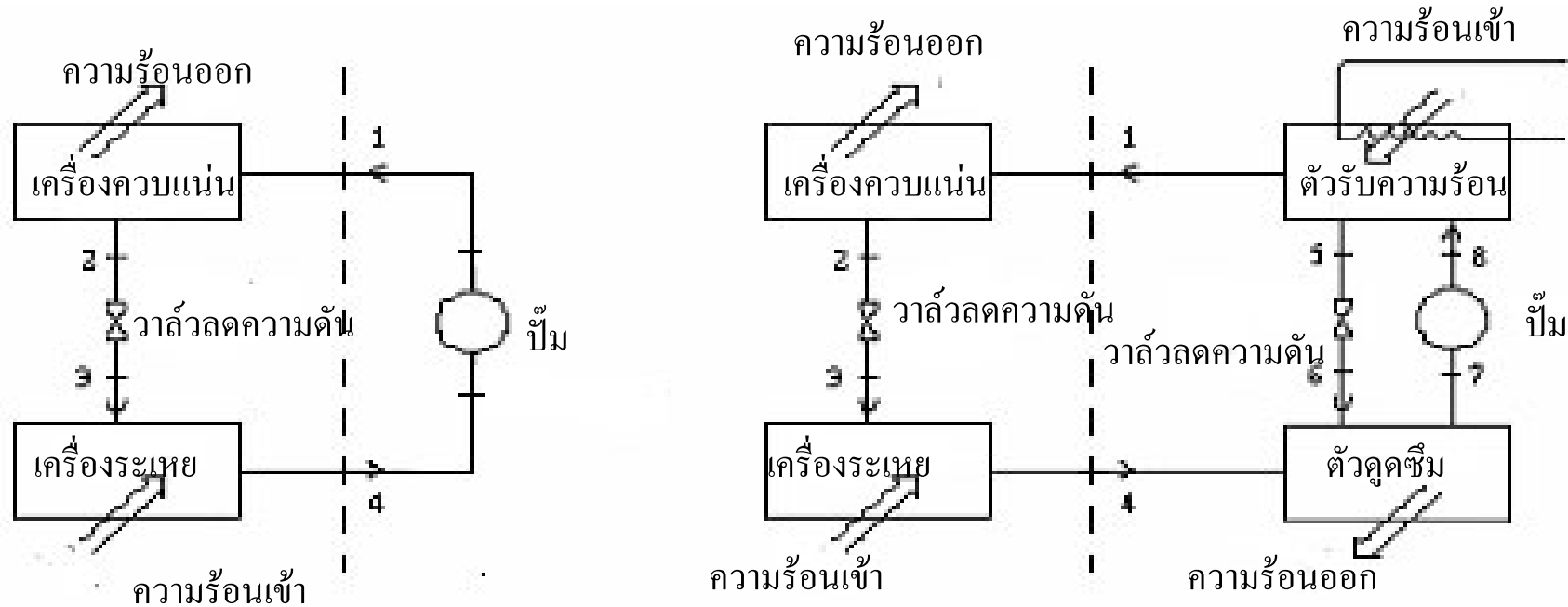
1. ตัวดูดซึมความร้อน เป็นที่บรรจุสารละลายเกลือ
2. อีวาพอเรเตอร์ เป็นที่บรรจุน้ำบริสุทธิ์ ทำหน้าที่เป็นน้ำยาทำความเย็น
3. เจเนอเรเตอร์ เป็นที่สารละลายเกลือในตัวดูดซึมความร้อนถูกสูบลำรับความร้อนทำให้ระเหยกลายเป็นไอ
4. คอนเดนเซอร์ เป็นที่ไอน้ำจากเจเนอเรเตอร์คายความร้อนแล้วกลั่นตัวเป็นน้ำ ส่งไปที่อีวาพอเรเตอร์



วงจรการทำความเย็นแบบดูดซึม

ความแตกต่างระหว่าง

Vapor Compression Cycle และ Absorption Chiller



ก. ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

ข. ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน

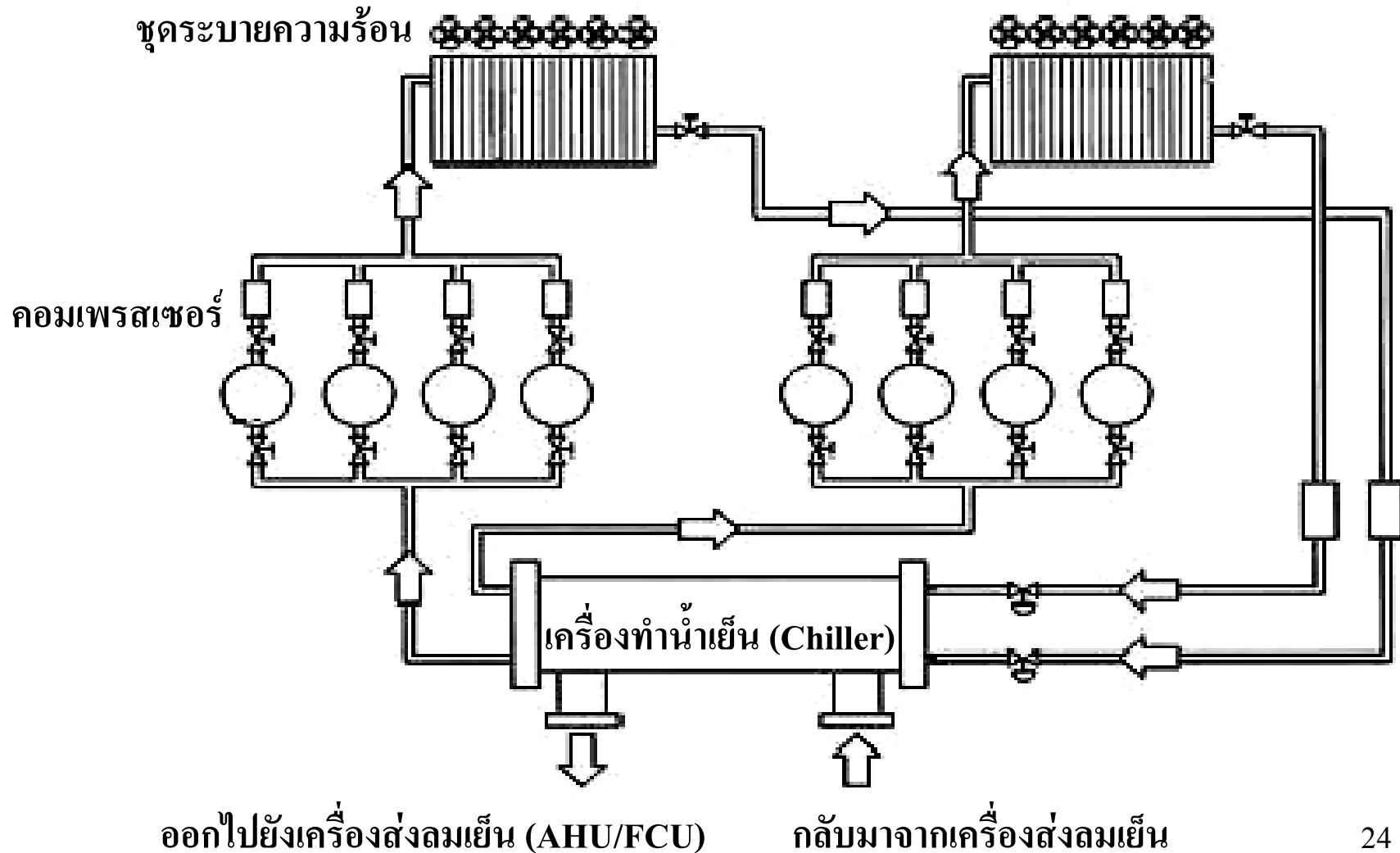
แสดงวงจรการทำงานของระบบทำความเย็นเบื้องต้น

ระบบ Vapor compression cycle นั้นใช้ไฟฟ้าขับ compressor ในระบบทำความเย็น

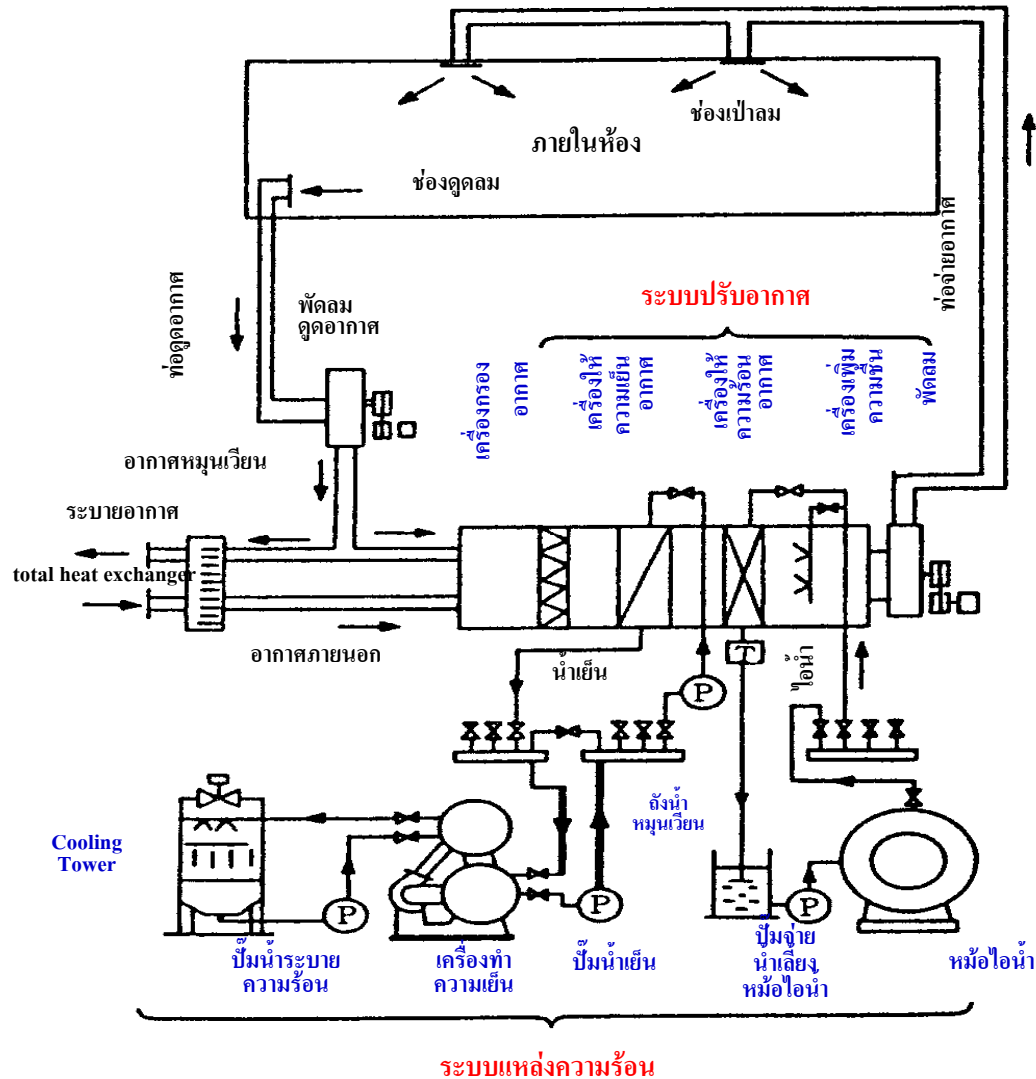
สำหรับ Absorption chiller นั้นใช้ความร้อนป้อนเข้าที่ Generator สามารถนำมาจากแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น

- หม้อไอน้ำที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ
- หม้อไอน้ำที่ติดตั้งสำหรับระบบทำความเย็นโดยเฉพาะ
- การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ เช่น ก๊าซที่ปล่อยทิ้งจากเครื่องยนต์ก๊าซหรือกังหันก๊าซ ในรูปของระบบผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม
- ใช้ไอน้ำความดันต่ำจากการปล่อยทิ้งของกังหันไอน้ำ
- นำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์

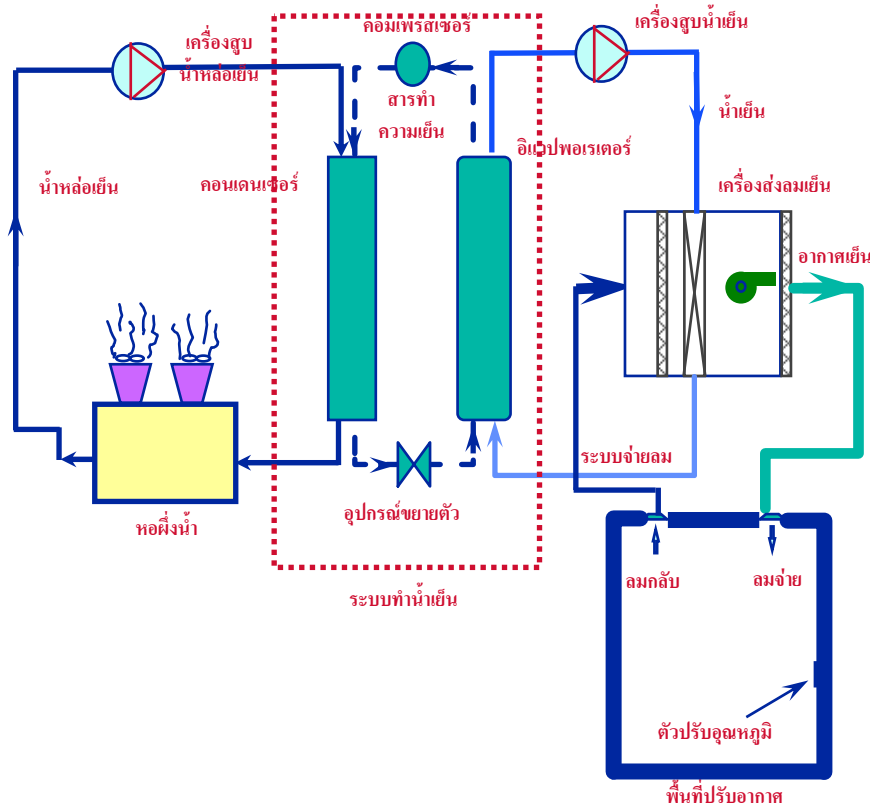


โครงสร้างของระบบปรับอากาศ

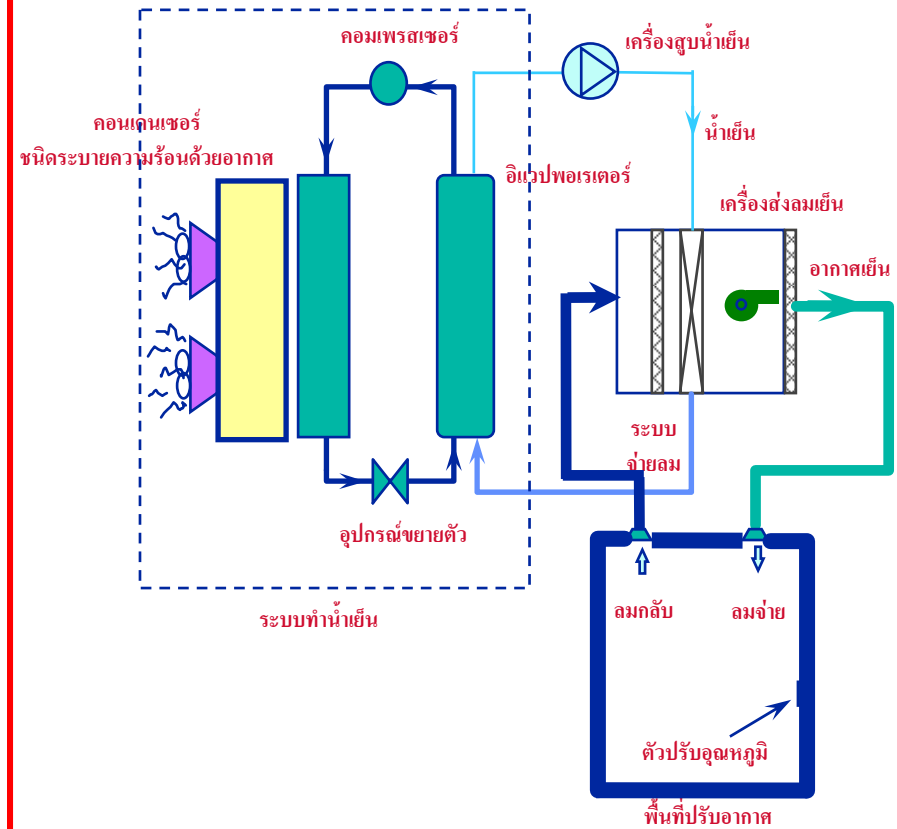


อาคารขนาดใหญ่ส่วนใหญ่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในระบบปรับอากาศ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานได้มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ โดยการจัดการใช้งานให้ถูกต้องและเหมาะสม

ระบบปรับอากาศชนิด ระบายความร้อนด้วยน้ำ

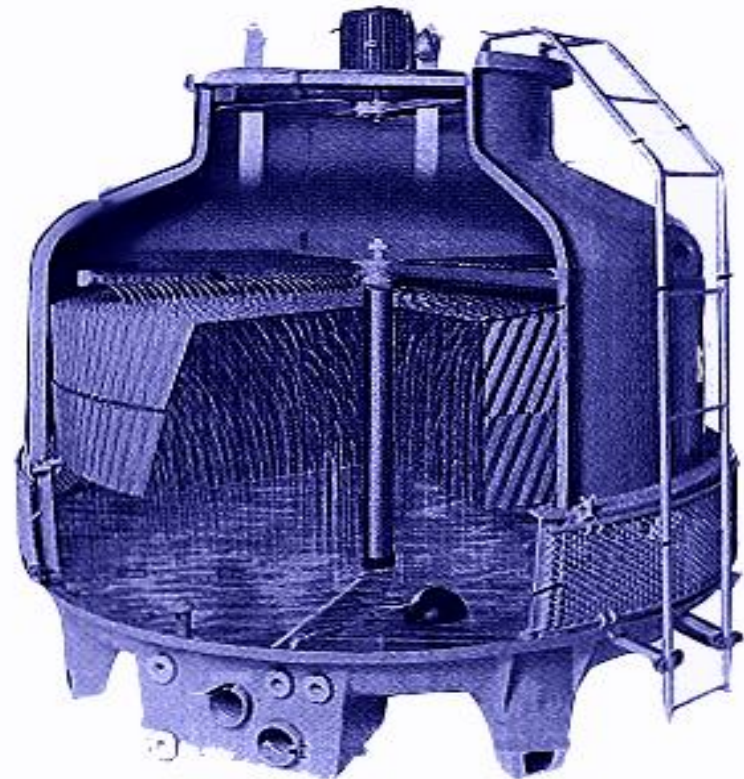


ระบบปรับอากาศชนิด ระบายความร้อนด้วยอากาศ



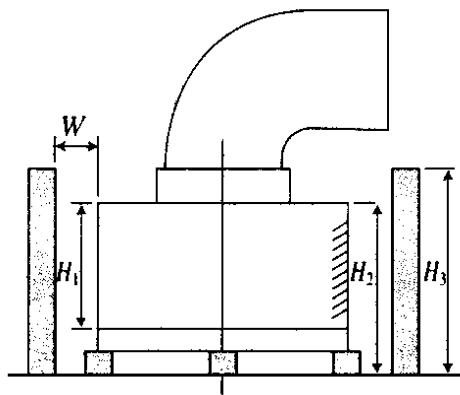
หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)

ช่วยในการระบายความร้อนให้กับ Condenser โดยนำน้ำที่ร้อน จาก Condenser มาฉีดให้เป็นฝอย แล้วปล่อยลงมาจากด้านบน ขณะที่น้ำไหลลงมาอุณหภูมิของน้ำจะลดลง และไหลลงสู่ด้านล่าง เพื่อนำไปใช้ในการระบายความร้อนให้กับ Condenser ต่อไป

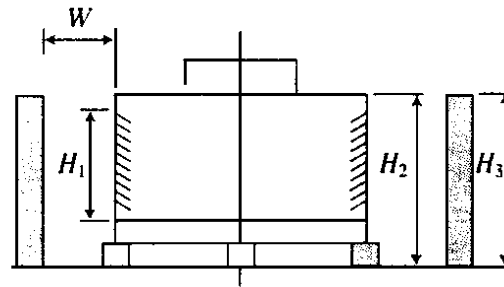


การอนุรักษ์พลังงานของหอผึ่งน้ำ

- การกำหนดสถานที่ติดตั้ง

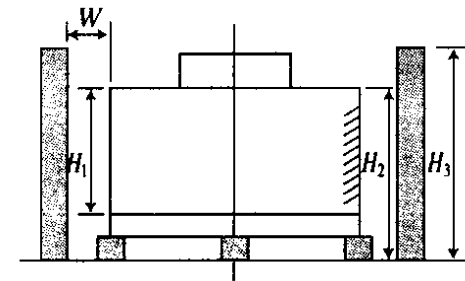


$$W < H_1 \quad H_2 < H_3$$



$$W \geq \frac{H_1}{2} \quad H_2 \geq H_3$$

(ดี)



$$W < H_1 \quad H_2 < H_3$$

(ไม่ดี)

คู่มือติดตั้งทาวเวอร์ก็บระยะห่างจากผนัง

- การเดินเครื่อง쿨ลิ่งทาวเวอร์

Cooling Tower (ขนาดใหญ่)



Cooling Tower (ขนาดเล็ก)



การควบคุมคุณภาพน้ำระบายความร้อน หากคุณภาพน้ำมีความสกปรก
มากทำให้มีความสิ้นเปลืองพลังงานสูงขึ้น

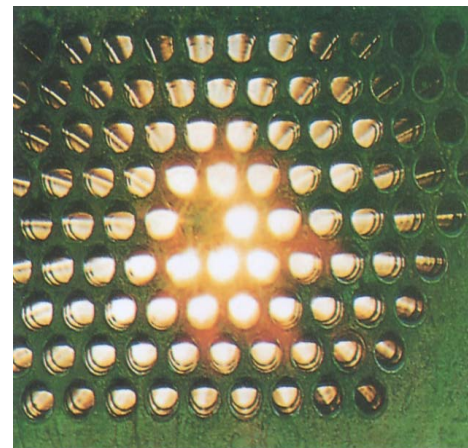
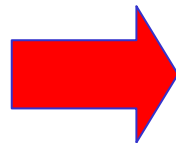
- ออกแบบแผงขยายฟิล์มน้ำและระบบกระจายน้ำให้เหมาะสม
- เลือกขนาดของพัดลมเพื่อควบคุมการไหลของอากาศให้เหมาะสม
- ออกแบบเพื่อลดการสูญเสียของละอองน้ำ
- นำค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ อุณหภูมิน้ำร้อนที่ทางเข้า อุณหภูมิน้ำเย็นที่ทางออก มาพิจารณาให้สัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำที่ต้องทำความเย็น



แนวทางการประหยัดค่าใช้จ่ายในระบบทำความเย็น (Guidelines for energy conservation in refrigeration system)

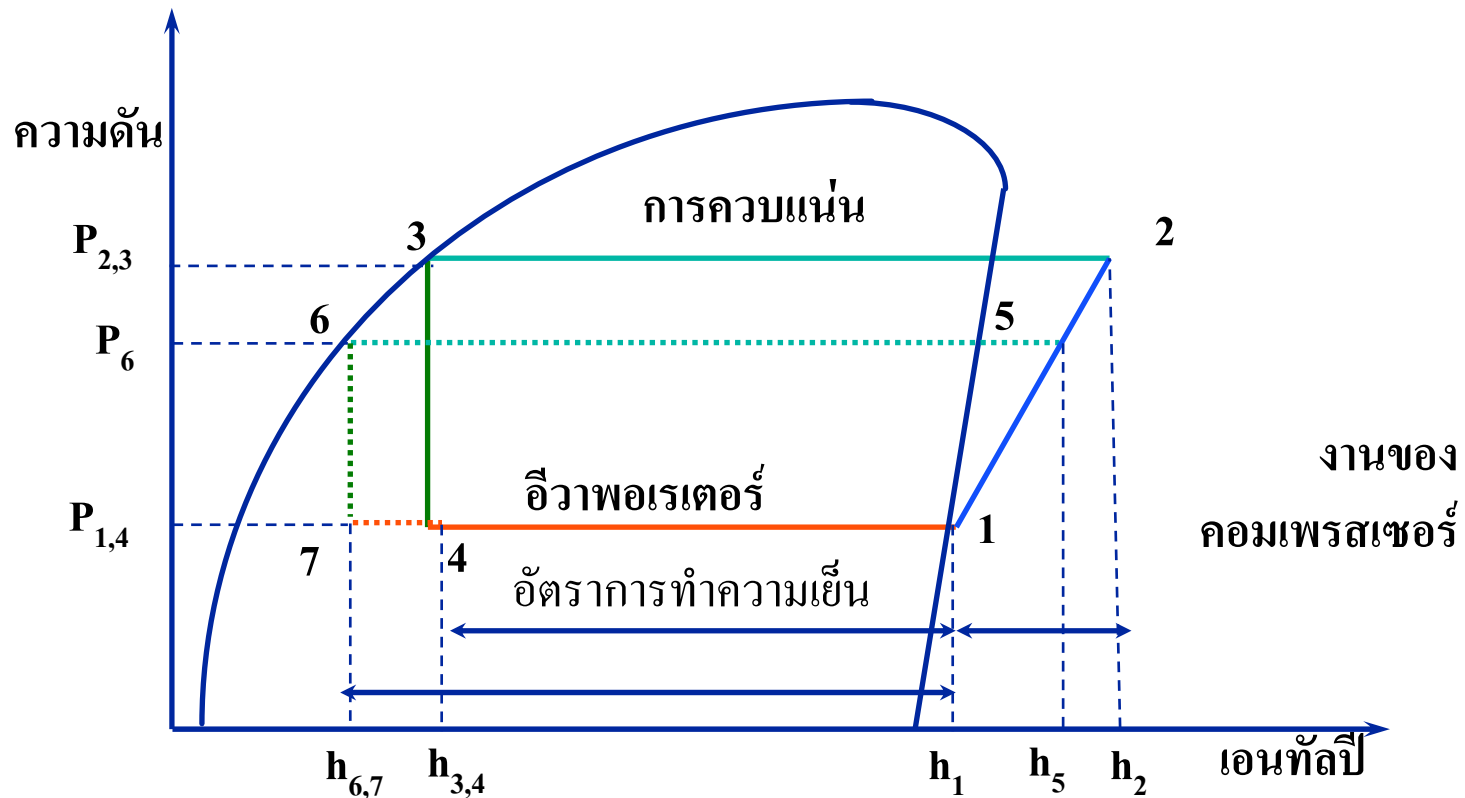
การติดตาม ตรวจสอบระบบทำความเย็น และบำรุงรักษาอุปกรณ์
ต่างๆ เป็นประจำจะช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. การทำความสะอาดคอนเดนเซอร์



สิ่งสกปรก หินปูน หรือตะกอนที่จับผิวที่คอนเดนเซอร์ ทำให้ระบายความร้อนไม่ดี

การลดอุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์สามารถทำให้ความดันของการควบแน่นลดลงได้ ผลลัพธ์ คือ ลดงานของคอมเพรสเซอร์ลง



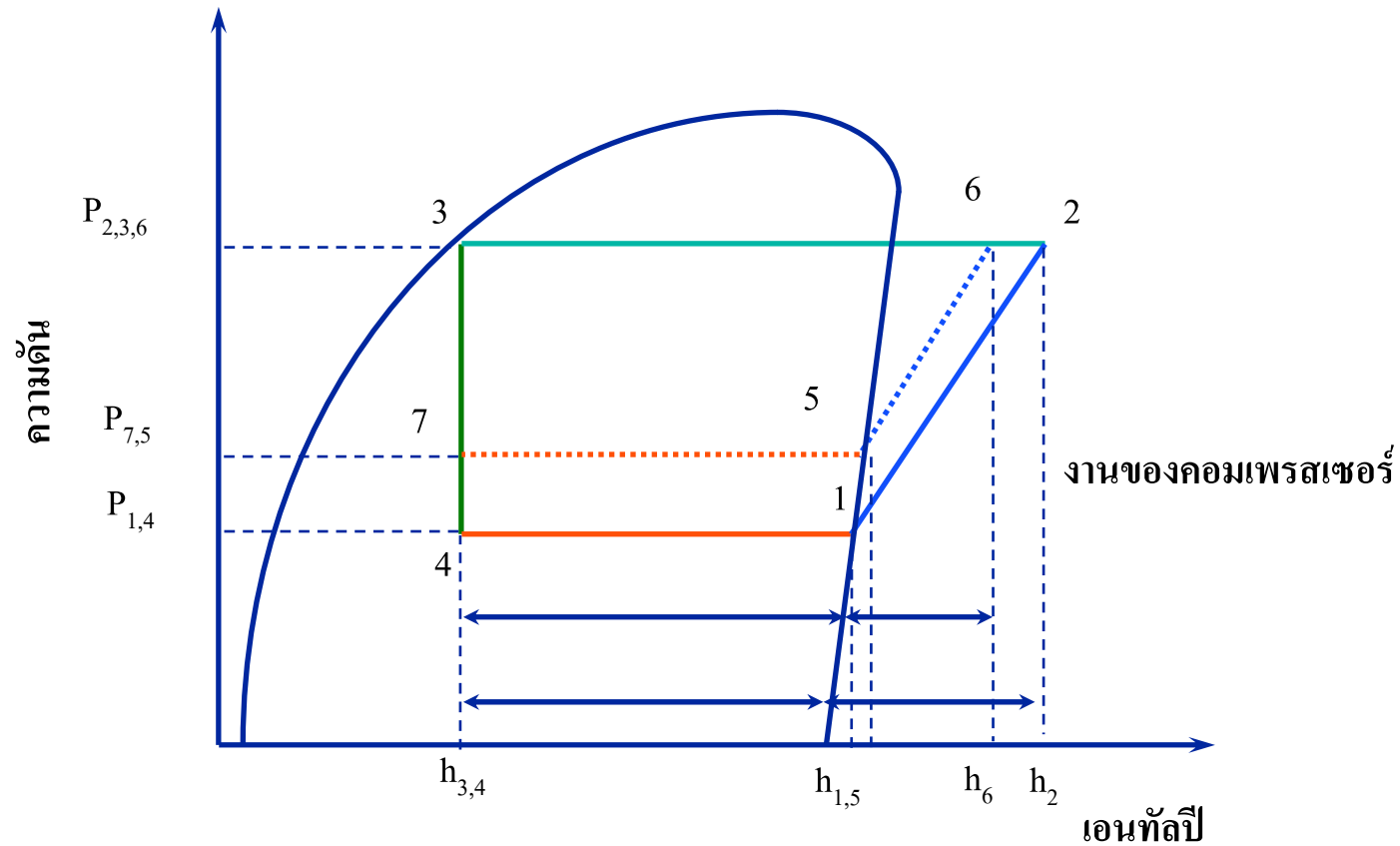
แผนภาพความดัน-เอนทัลปีของคอมเพรสเซอร์

2. การทำความสะอาดอีวาพอเรเตอร์



อีวาพอเรเตอร์จะทำงานได้โดยมี**ประสิทธิภาพสูงสุด**เมื่อแผงอีวาพอเรเตอร์สะอาด ไม่มีน้ำแข็งไปเกาะที่แผงอีวาพอเรเตอร์มากเกินไป การที่มีน้ำแข็งมาเกาะมาก แสดงว่ามีความผิดพลาดจากการละลายน้ำแข็งเกิดขึ้น ต้องรีบแก้ไขทันที

ค่าความดันสามารถเพิ่มได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นที่อีวาพอเรเตอร์
 ผลที่ได้คือ งานของคอมเพรสเซอร์ที่จะลดลง



แผนภาพความดัน-เอนทัลปีในอีวาพอเรเตอร์

3. การตรวจสอบห้องเย็น และตู้เย็น

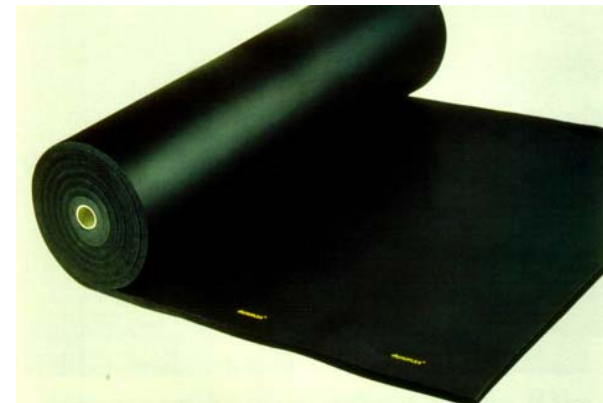
- จัดวางภาระหรือผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม ให้
อากาศเย็นไหลเวียนได้อิสระ
- ทำเครื่องหมายหรือระดับด้านหน้าตู้ความเย็น
เพื่อไม่ให้วางภาระหรือผลิตภัณฑ์มากเกินไป
- ไม่ควรวางภาระหรือผลิตภัณฑ์บริเวณหน้า
อีวาพอเรเตอร์จนปิดบังมิดชิด จนทำให้การ
ไหลของอากาศเย็นไม่ดี



4. การเสื่อมสภาพของเครื่องและ โครงสร้างของฉนวน

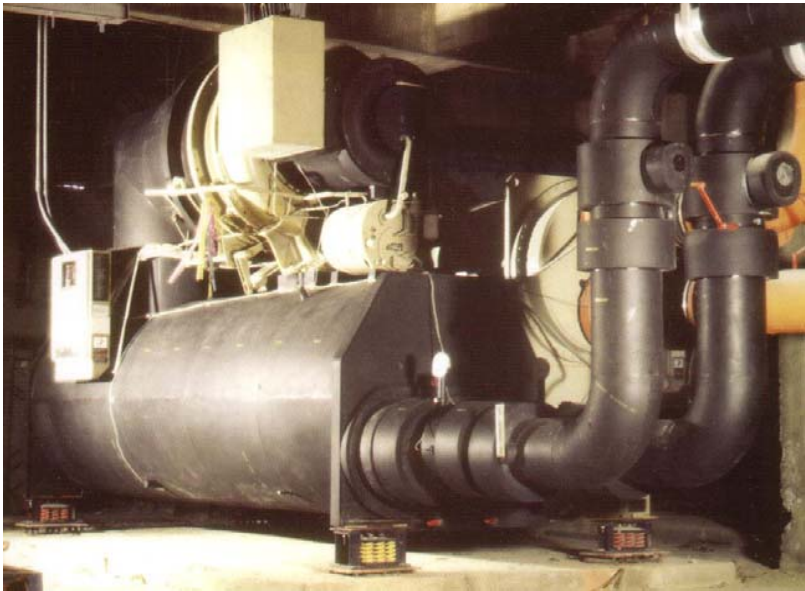
การขาดของฉนวนจะส่งผลกระทบต่อ

- หากฉนวนห้องเย็นหรือตู้ทำความเย็นชำรุด จะทำให้รับเอาความร้อนในปริมาณมากเข้ามาในพื้นที่ทำความเย็น **เป็นการเพิ่มภาระให้ระบบ**
- การขาดของฉนวนห่อหุ้มท่อ ทำให้อุณหภูมิของก๊าซทำความเย็นไหลย้อนกลับจากคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้น **ทำให้คอมเพรสเซอร์มีประสิทธิภาพลดลง**

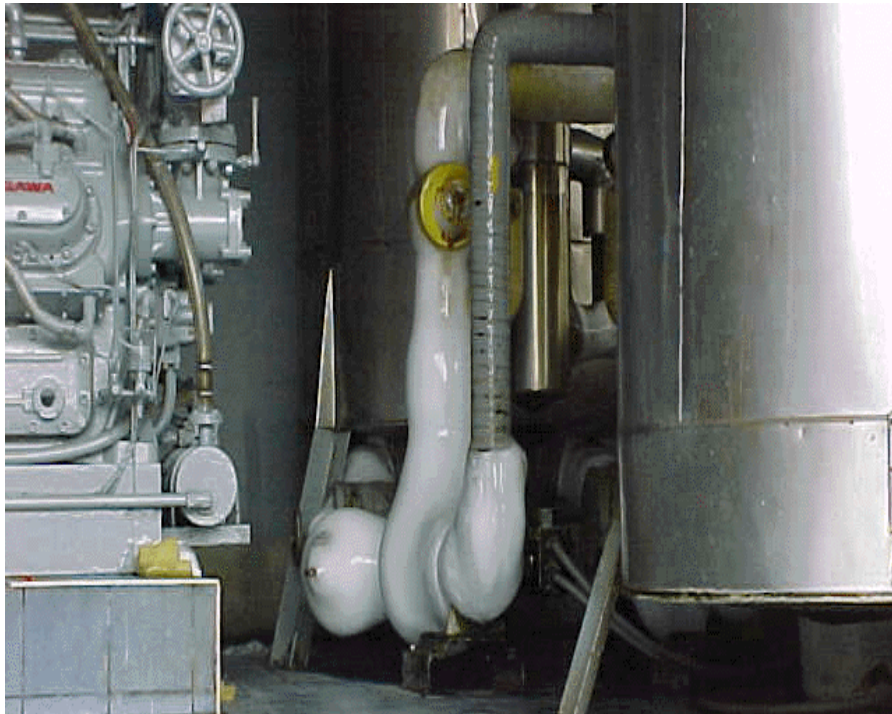


ลักษณะ โฟมชนิดยืดหยุ่นแบบแผ่น
และแบบสำหรับหุ้มท่อ

การติดตั้งฉนวน โฟมชนิดยืดหยุ่นหุ้มเครื่องปรับอากาศ ซึ่งควรติดตั้งให้
ครอบคลุมทุกส่วน และปิดรอยต่อด้วยวัสดุที่มีความเป็นฉนวน



ถ้าไม่มีฉนวน จะเกิดการรั่วไหลของความเย็น



การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่

สามารถแยกวิธีการได้เป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 การใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบปรับอากาศ
อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 2 การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

ส่วนที่ 1 การใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

- ✓ ควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นให้มีอุณหภูมิต่ำที่สุดทำได้โดยเปิดหอพียงขึ้นอีก 1 ชุด
- ✓ จัดระบบให้เครื่องปรับอากาศทำงานเป็นช่วงๆ สลับกัน และควรปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อไม่มีการใช้งาน
- ✓ ปรับความเย็นให้เหมาะสม โดยทั่วไปควรปรับอุณหภูมิที่ 25– 26 °C
- ✓ เลือกขนาดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน
- ✓ ดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

ส่วนที่ 2 การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

- ✓ ปรับแต่งระบบให้สมบูรณ์ตามกำหนดเวลาที่ตั้งไว้
ตลอดการใช้งานของระบบ
- ✓ หมั่นตรวจสอบการทำงานของเทอร์โมสแตทว่าเป็นปกติหรือไม่
- ✓ ทำความสะอาดแผงกรองอากาศและขดทำความเย็น (Cooling Coil)
ของเครื่องส่งลมเย็นเป็นประจำ
- ✓ หมั่นทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อน
ด้วยอากาศเป็นประจำ
- ✓ ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ

- ✓ ทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ เพื่อให้ผิวระบายความร้อนสะอาด รวมทั้งทำความสะอาด หัวกระจายน้ำตามกำหนด
- ✓ มีการบำบัดคุณภาพน้ำในระบบน้ำหล่อเย็นเพราะความสกปรก จะลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อนให้น้อยลง
- ✓ หล่อลื่นพัดลมทุกตัวโดยการอัดจารบี หรือหยอดน้ำมันอย่างสม่ำเสมอ ตามระยะเวลา
- ✓ ตรวจสอบความตึงของสายพานพัดลมที่ขับเคลื่อนด้วยสายพานให้พอเหมาะเสมอ
- ✓ ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและซ่อมแซมฉนวนท่อน้ำ รวมทั้งแก้ไขการรั่วของน้ำเย็นที่อุปกรณ์ต่าง ๆ
- ✓ ตรวจสอบการรั่วของท่อส่งลมที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงการซ่อมแซมฉนวนท่อลม ที่ฉีกขาด
- ✓ ตรวจสอบรอยรั่วตามหน้าต่างและประตูของอาคารซึ่งจะทำให้อากาศร้อน ภายนอกเข้าสู่อาคารได้

ตัวอย่างและกรณีศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1. ระบบทำความเย็นอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยการทำความเย็นได้โดยการลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นให้ต่ำลง



| อุณหภูมิ น้ำหล่อเย็น (°C) | กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ของเครื่องทำน้ำเย็น | |
|---------------------------------|---|-------|
| | kW/kWR | kW/TR |
| 29.4 | 0.274 | 0.967 |
| 28.3 | 0.254 | 0.897 |
| 25 | 0.243 | 0.855 |
| 23.9 | 0.228 | 0.802 |
| 20 | 0.200 | 0.704 |
| 18.9 | 0.196 | 0.690 |

2. การปรับปรุงการใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงสุดมาใช้งาน ทำให้โรงงานสามารถประหยัดการใช้พลังงานได้มาก โดยพิจารณาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (kW/Ton) ที่ต่ำที่สุดจากการใช้งานตามปกติ



| เครื่องที่ | ขนาด (Ton) | จำนวน (เครื่อง) | พลังงานไฟฟ้า (kW / Ton) (ค่าที่ตรวจวัด) | พลังงานที่ใช้ (kWh / y) |
|------------|------------|-----------------|---|-------------------------|
| Chiller 1 | 350 | 1 | 0.66 | 860, 980.52 |
| Chiller 2 | 350 | 1 | 0.79 | 836, 972.14 |
| Chiller 3 | 350 | 1 | 0.83 | 1,043,510.67 |
| Chiller 4 | 350 | 1 | 0.79 | 836, 972.14 |

ผลการปรับปรุง : ให้ Chiller 1 ทำงานตลอดเวลา

ส่วน Chiller 2 และ Chiller 4 ช่วยขณะที่มีโหลดมากหรือมีโหลดเพิ่มขึ้นเป็นช่วงๆ

ส่วน Chiller 3 เป็นเครื่องทำน้ำเย็นสำรอง จะนำมาใช้เมื่อมีการซ่อมบำรุง Chiller ตัวอื่นๆ

3. โรงงานแห่งหนึ่งติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 500 ตัน จำนวน 5 ชุด โดยอาคารต้องการภาระการปรับอากาศ 1,200 ตัน ดังนั้น จึงเลือกใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นที่ 80% จำนวน 3 ชุด

ผลการตรวจวัดพลังงานเครื่องทำน้ำเย็น มีดังนี้

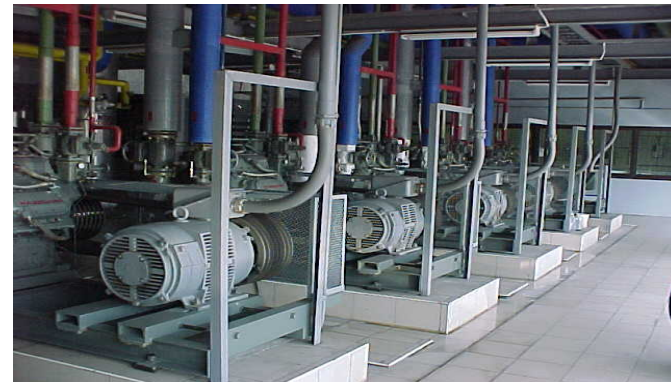
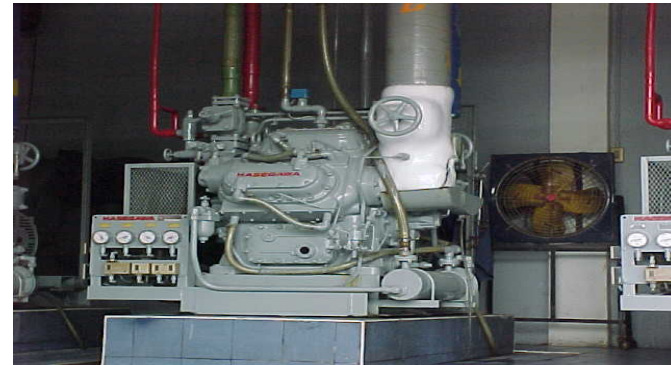
เครื่องที่ 1 : 0.7 kW/TON

เครื่องที่ 2 : 0.68 kW/TON

เครื่องที่ 3 : 0.95 kW/TON

เครื่องที่ 4 : 0.98 kW/TON

เครื่องที่ 5 : 0.72 kW/TON



ถ้าโรงงานทำงานวันละ 12 ชั่วโมง 300 วัน/ปี ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.5 บาท/kWh

กรณีที่เลือกเดินเครื่องที่ 3, 4, 5

$$\text{ใช้กำลังไฟฟ้า} = (0.95 + 0.98 + 0.72) \times (1200/3) = 1,060 \text{ kW}$$

กรณีที่เลือกเดินเครื่องที่ 1, 2, 5

$$\text{ใช้กำลังไฟฟ้า} = (0.72 + 0.68 + 0.72) \times (1200/3) = 848 \text{ kW}$$

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ลดลง} = 1,060 - 848 \text{ kW} = 212 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง} &= 212 \text{ (kW)} \times 12 \text{ (ชม/วัน)} \times 300 \text{ (วัน/ปี)} \times 2.5 \text{ บาท/kWh} \\ &= 1,908,000 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

**ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการลำดับการใช้เครื่องให้ถูกต้องจะลดกำลังไฟฟ้า
และประหยัดพลังงานได้มาก**

4. อาคารแห่งหนึ่งมีจำนวนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจำนวน 148 เครื่อง

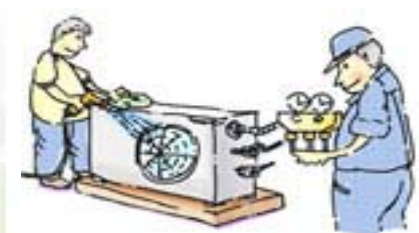
โดยมี ขนาด 12,000 บีทียู จำนวน 136 เครื่อง

ขนาด 18,000 บีทียู จำนวน 12 เครื่อง

คิดเป็นความสามารถในการทำ ความเย็น 154 ตัน

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 901,046 kWh/ปี

เครื่องปรับอากาศที่ไม่มีการบำรุงรักษาและ
ทำความสะอาดเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องที่มี
การทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอจะมีค่า
การใช้พลังงานต่างกัน ดังนี้



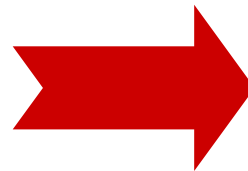
| จุดที่ตรวจวัด | สภาพเครื่องปรับอากาศที่ไม่มีการบำรุงรักษา | สภาพเครื่องปรับอากาศที่มีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ | ผลต่าง |
|---------------|---|---|--------|
| Evap. Temp. | 7.2 °C | 7.2 °C | - |
| Cond. Temp. | 54.4 °C | 51 °C | 3.4 |
| Ambient Temp. | 35 °C | 35 °C | - |
| Power (W) | 3,700 | 3,590 | 110 |
| Btu/hr | 27,900 | 29,340 | 1,440 |
| Btu/hr/Watt | 7.52 | 8.17 | 0.63 |

$$\text{ผลต่างที่ประหยัดได้} = (0.63/8.17) \times 100 = 7.7 \%$$

ดังนั้น หลังจากล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทั้งหมด คาดว่าจะประหยัดพลังงานได้ = 901,046 (kWh/ปี) \times 0.077 = 69,308.5 kWh/ปี

คิดเป็นเงิน = 69,308.5 kWh/ปี \times 2.5 บาท/ปี = 173,451.25 บาท/ปี

5. โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งติดตั้งระบบควบคุมใหม่เพื่อให้ได้ความเย็นตามต้องการ โดยเลือกใช้ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งต้องมีการลงทุนเพิ่ม 1,600 บาท เพื่อปรับปรุงระบบทำความเย็นของ Chillers ขนาด 10 Ton และปรับให้อุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 25 °C ทำให้ประหยัดได้ ดังนี้



(จากผลการตรวจวัดในเวลา 1 วัน คิดอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.5 บาท/หน่วย)

ก่อนทำ : วัดได้ $P = 3.881 \text{ kW}$, ใช้พลังงานไฟฟ้า = 44.7 kWh

หลังทำ : วัดได้ $P = 2.369 \text{ kW}$, ใช้พลังงานไฟฟ้า = 28.8 kWh

ดังนั้น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า = $(44.7 - 28.8) = 15.9 \text{ kWh/วัน}$

ผลการประหยัดได้ = $15.9 \text{ (kWh)} \times 2.5 \text{ (kWh/ปี)} \times 26 \text{ (วัน/เดือน)} \times 12 \text{ (เดือน/ปี)}$
= 12,402 บาท/ปี

ลงทุน = 1,600 บาท

คืนทุน = $(1600 / 12,402) \times 12 = 1.5 \text{ เดือน}$

6. ห้องทำงานในโรงงานแห่งหนึ่ง เมื่อทำการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแล้ว ปรากฏผลดังนี้ (ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.5 บาท/kWh)

เครื่องเดิม: ขนาด 25,000 BTU/hr,

กำลังไฟฟ้าจริง 5.84 kW, ใช้งาน 12 ชม./วัน

$$\begin{aligned}\text{ใช้พลังงานไฟฟ้า/ปี} &= 5.84 \times 12 \times 30 \times 12 \\ &= 25,228.80 \text{ kWh/ปี}\end{aligned}$$

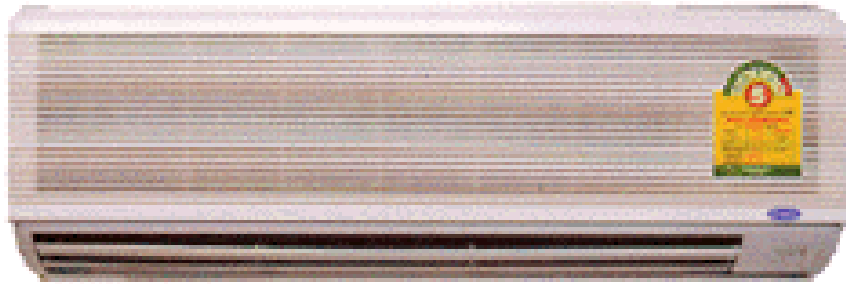
$$\begin{aligned}\text{ค่าไฟฟ้า/ปี} &= 25,228.80 \text{ (kWh/ปี)} \times 2.5 \text{ (บาท/kWh)} \\ &= 63,072 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

เมื่อ คำนวณค่าการใช้ไฟฟ้าต่อการทำความเย็นพบว่า = 2.81 kW/Ton ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ

จึงเปลี่ยนเครื่องใหม่ทั้งชุด



เปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง (EER ระดับที่ 5)



เครื่องใหม่: ขนาด 25,000 BTU/hr, กำลังไฟฟ้าจริง 2.35 kW, ใช้งาน 12 ชม.

จำนวนการใช้ไฟฟ้า/ปี = $2.35 \times 12 \times 30 \times 12 = 10,152$ kWh/ปี

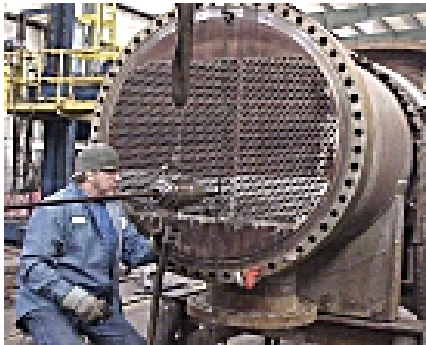
ค่าไฟฟ้า/ปี = $10,152$ (kWh/ปี) \times 2.5 (บาท/kWh) = 25,380 บาท/ปี

เครื่องใหม่ประหยัดได้ : $63,072 - 25,380 = 37,692$ บาท/ปี

ราคาเครื่องใหม่ : 37,825 บาท/เครื่อง

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน : $37,825/37,692 = 1.0$ ปี

7. โรงงานแห่งหนึ่งได้วางแผนการทำความสะอาาระบบทำความเย็น
ของ Chillers ขนาด 100 Tons ทำให้ประหยัดได้ดังนี้



(ผลการตรวจวัดในเวลา 7 วัน คิดอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.5 บาท/kWh)

ก่อนทำ : วัดได้ $P = 113.9 \text{ kW}$, ใช้พลังงานไฟฟ้า = 2,420 kWh

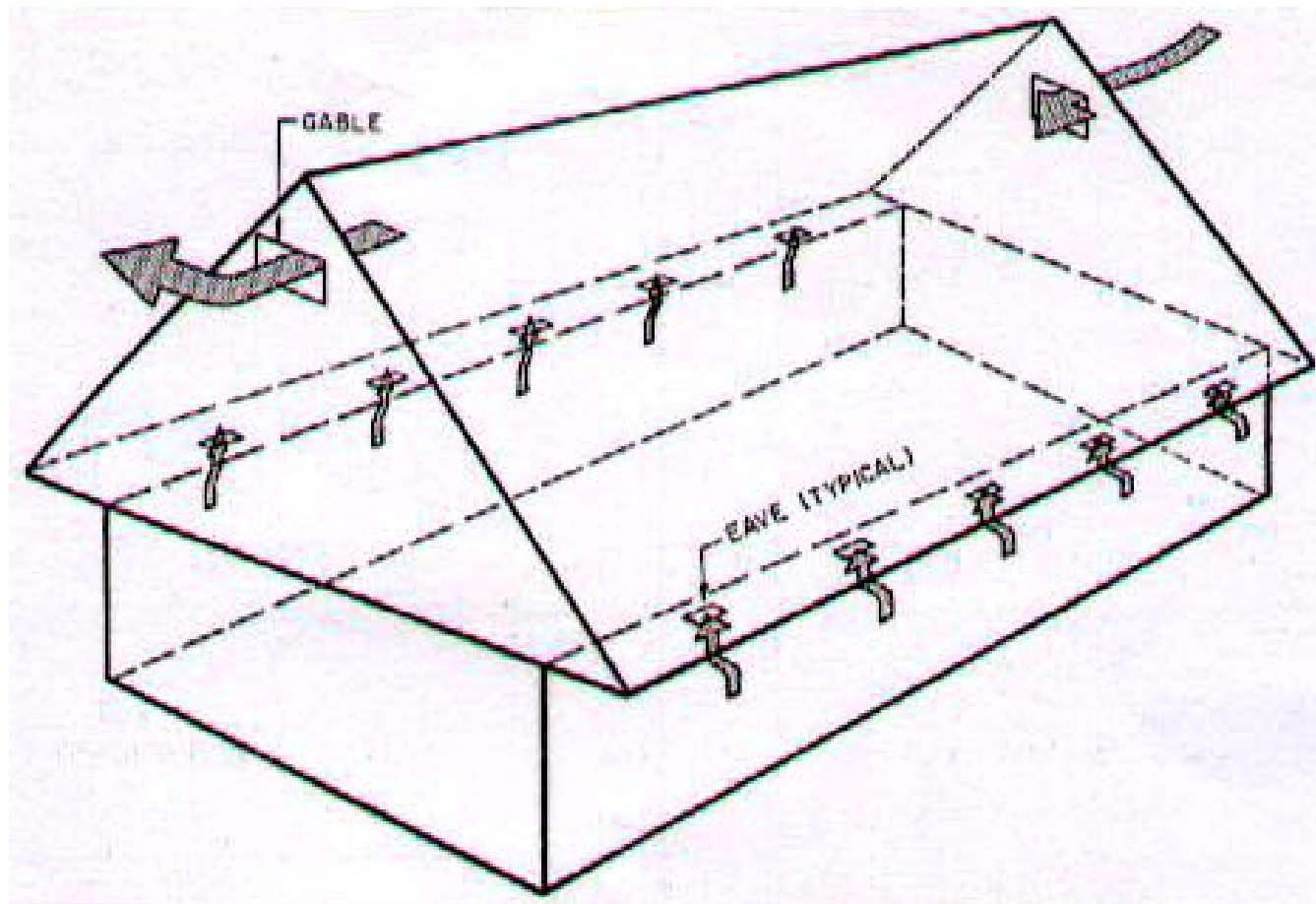
หลังทำ : วัดได้ $P = 97.3 \text{ kW}$, ใช้พลังงานไฟฟ้า = 2,229 kWh

ดังนั้น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า = $(2,420 - 2,229) = 191 \text{ kWh/สัปดาห์}$

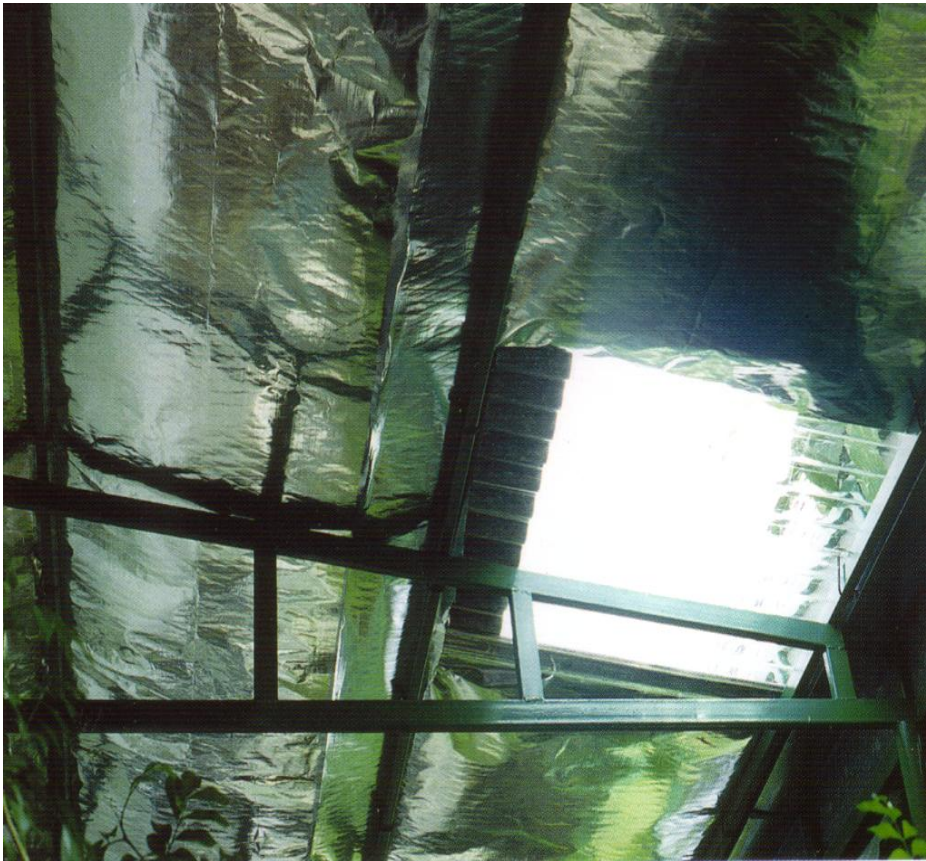
ผลการประหยัดได้ = $191(\text{kWh}) \times 2.5 (\text{kWh/ปี}) \times 4 (\text{สัปดาห์/เดือน}) \times 12 (\text{เดือน/ปี})$
= 22,920 บาท/ปี

ตัวอย่างมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

การนำอากาศจากภายนอกมาช่วยในการระบายความร้อนภายในอาคารโรงงาน



การใช้ฟอยล์หุ้มฉนวนใต้หลังคา



การติดตั้งฉนวนโพลียูรีเทน
แบบพ่นบนผิวด้านล่างของหลังคา



การติดตั้งฉนวนใยแก้ว
แบบคลุมห่ม มีฟอยล์



การติดตั้งฉนวนใยแก้ว
แบบคลุมห่ม ไม่มีฟอยล์



ติดตั้งม่านพลาสติก เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นสู่พื้นที่อื่นที่ไม่จำเป็น



สรุป

หลักการประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องปรับอากาศ

- ใช้เครื่องปรับอากาศเท่าที่จำเป็น
- ป้องกันความร้อนที่จะให้กับอาคารให้เกิดน้อยที่สุด
- ใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง และเหมาะสมกับงาน
- ต้องมีความรู้ในการควบคุมเครื่องให้ทำงานที่ประสิทธิภาพสูง และทำงานเท่าที่จำเป็น
- มีการนำเอาพลังงานที่จะทิ้ง หรือประโยชน์จากสภาพแวดล้อมมาใช้ ในการประหยัดพลังงานให้มากที่สุด
- ให้ความสำคัญ ติดตามเทคโนโลยีใหม่ๆ และส่งเสริมให้ช่วยกัน ประหยัดพลังงาน

ขอบคุณครับ



ช่วยกันบำรุง ดูแลรักษา แล้วท่านจะสบาย