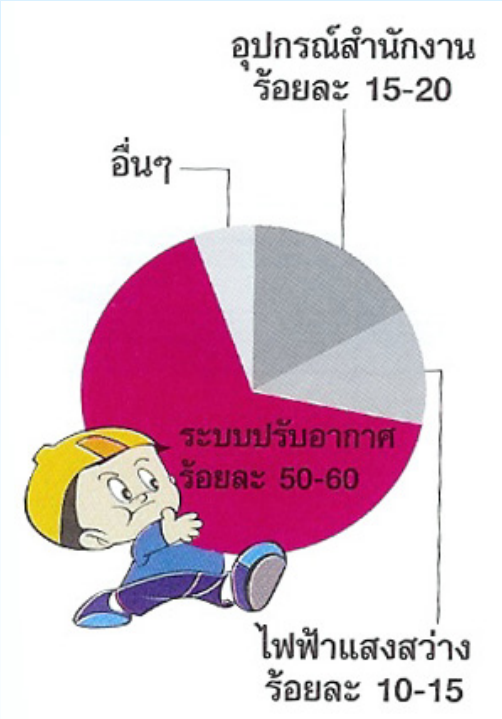
การอนุรักษ์พลังงาน
ในระบบทำความเย็น



นายสมเกียรติ ทองแก้ว

หลักสูตร “การจัดการพลังงานไฟฟ้า”

เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็น

1. กล่าวนำ
2. หลักการทำความเย็น
3. ชนิดของระบบปรับอากาศ
4. ชนิดของเครื่องปรับอากาศ
5. เครื่องทำน้ำเย็น
6. ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น
7. การประหยัดพลังงานที่ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็น
8. การประหยัดพลังงานในอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบปรับอากาศ
9. การประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงกรอบอาคารและทิศทางของอาคาร
10. การเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน

การปรับอากาศในอาคารมีจุดประสงค์ที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อควบคุมอุณหภูมิของอากาศให้มีค่าคงที่ตามที่ต้องการตลอดเวลา
2. เพื่อควบคุมความชื้นของอากาศไม่ให้ชื้นหรือแห้งเกินไป
3. เพื่อควบคุมการไหลเวียนของอากาศให้มีความเร็วลมตามต้องการ
4. เพื่อควบคุมคุณภาพและความสะอาดของอากาศ
5. เพื่อควบคุมระดับเสียงในพื้นที่ปรับอากาศ

อาคารต่างๆ ในประเทศไทยสามารถจำแนกแหล่งความร้อนออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

ความร้อนจากภายนอกอาคาร ความร้อนประเภทส่วนใหญ่ เกิดจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวัน และการรั่วไหลของอากาศจากภายนอกที่มีอุณหภูมิสูงเข้าไปในอาคาร

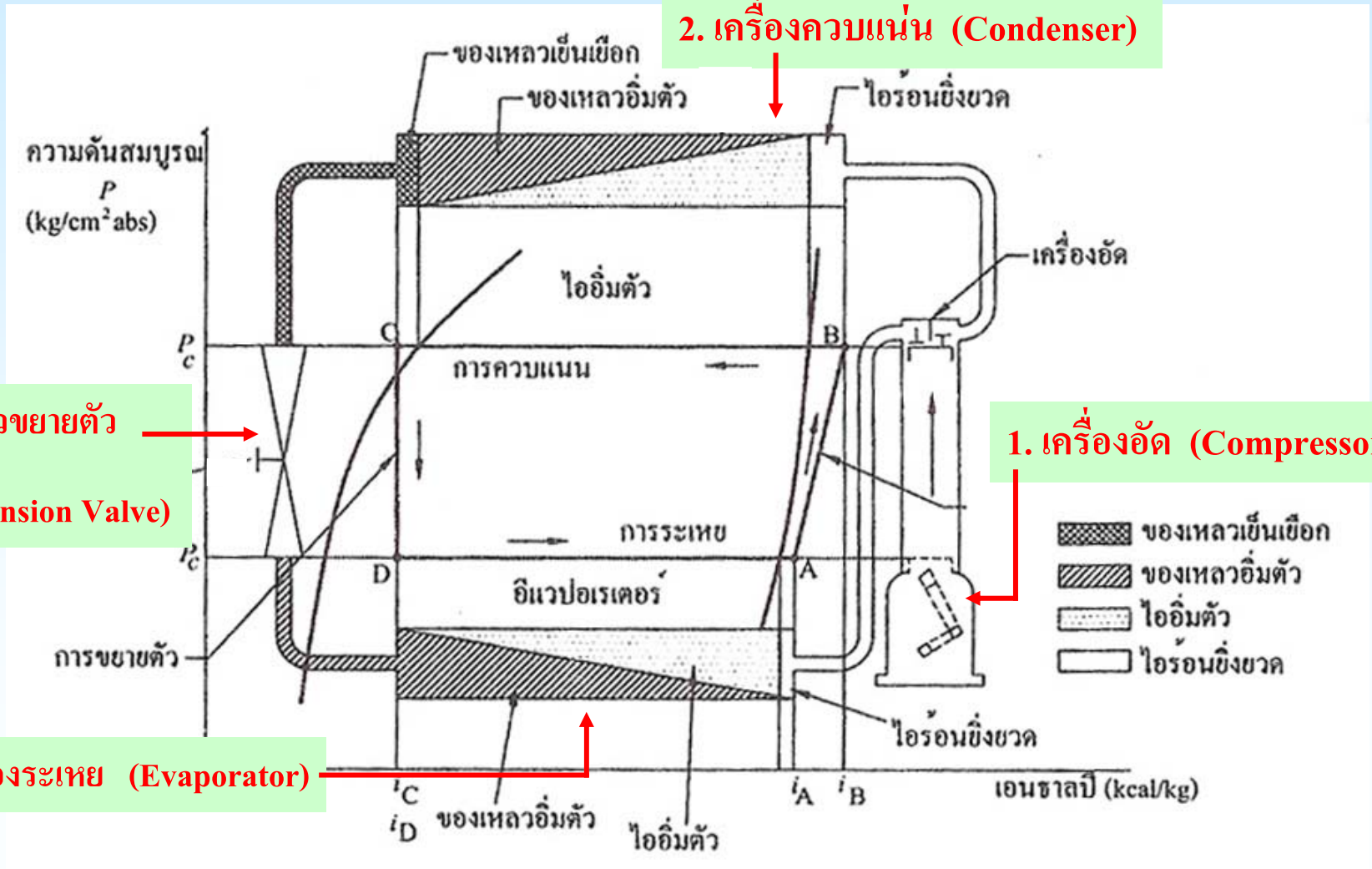
ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารเอง ซึ่งส่วนใหญ่มาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในอาคาร และผู้คนที่ใช้อาคารอยู่

หลักการทำความเย็น

วัฏจักรการทำความเย็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบปรับอากาศ คือ วัฏจักรการทำความเย็นโดยการกดดันไอ

อุปกรณ์พื้นฐานในการทำความเย็น ประกอบด้วย

2. เครื่องควบแน่น (Condenser)



3. วาล์วขยายตัว (Expansion Valve)

1. เครื่องอัด (Compressor)

4. เครื่องระเหย (Evaporator)

ชนิดของระบบปรับอากาศ

ในปัจจุบันระบบปรับอากาศที่ใช้กันอยู่ทั่วไป สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. ระบบอากาศทั้งหมด (All-Air System) มี 4 แบบ

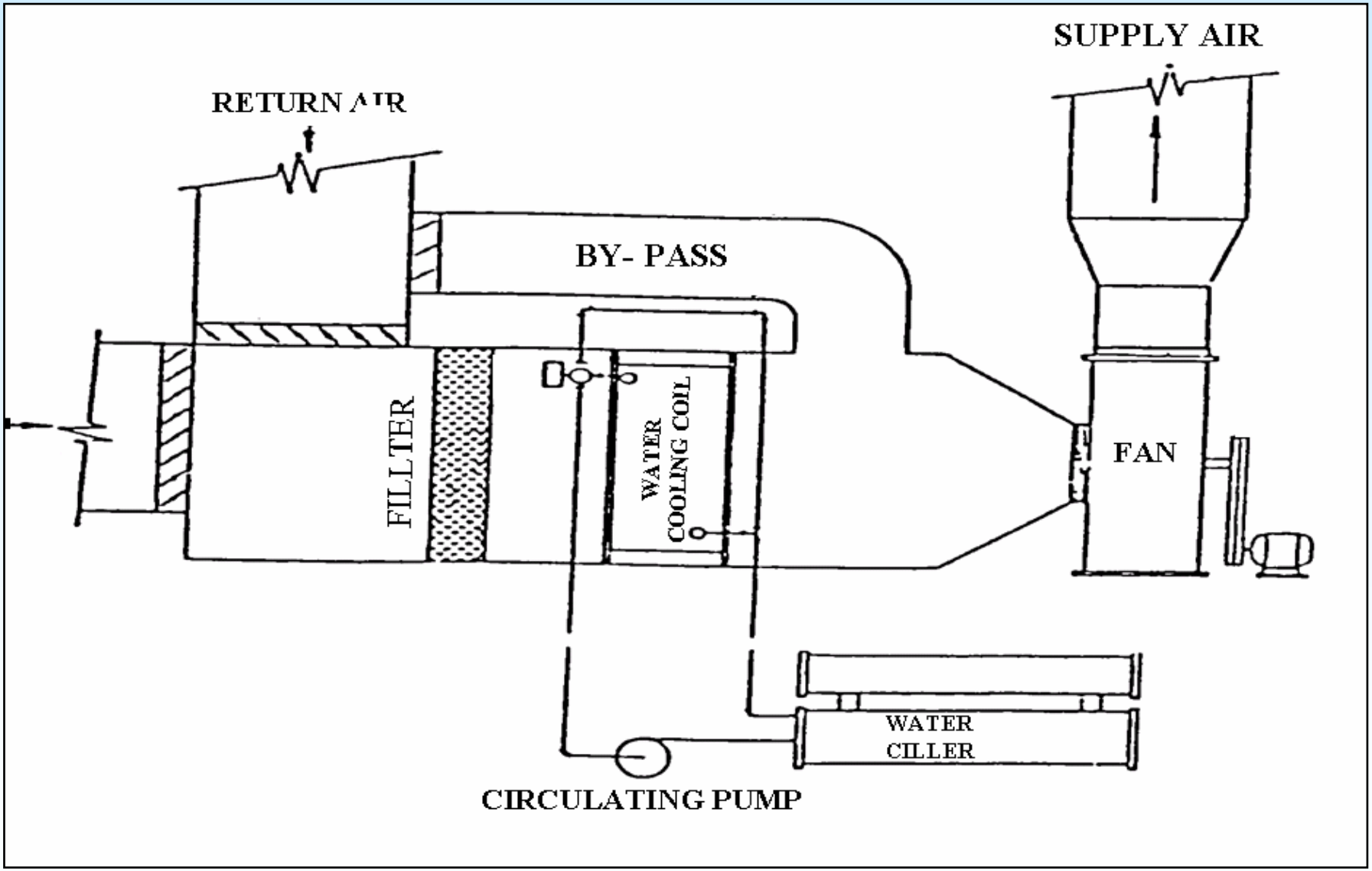
2. ระบบน้ำและอากาศ (Water-Air System) มี 1 แบบ

3. ระบบน้ำทั้งหมด (All Water System) มี 1 แบบ

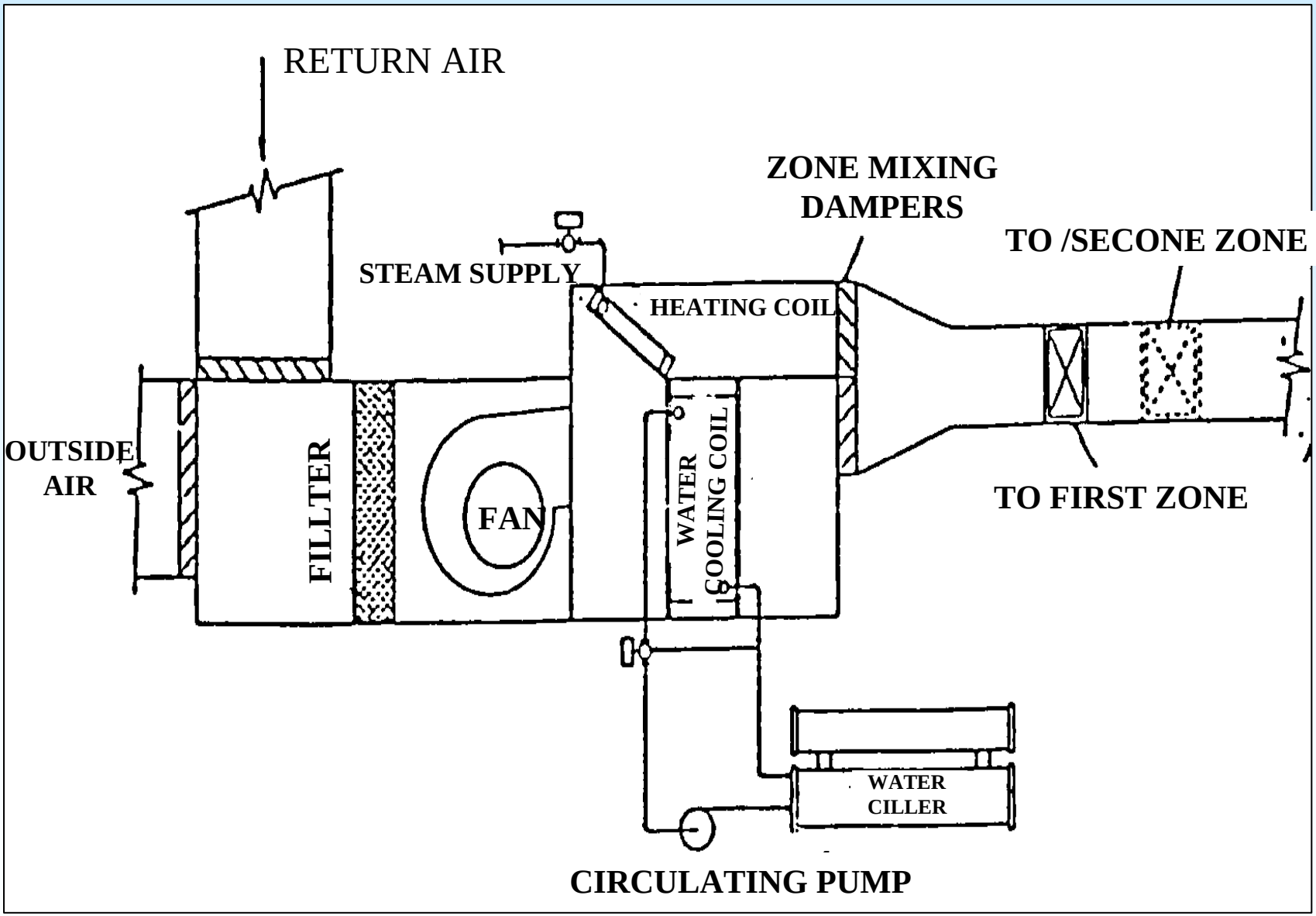
4. ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว (Unitary Air Conditioning System)

   มี 4 แบบ

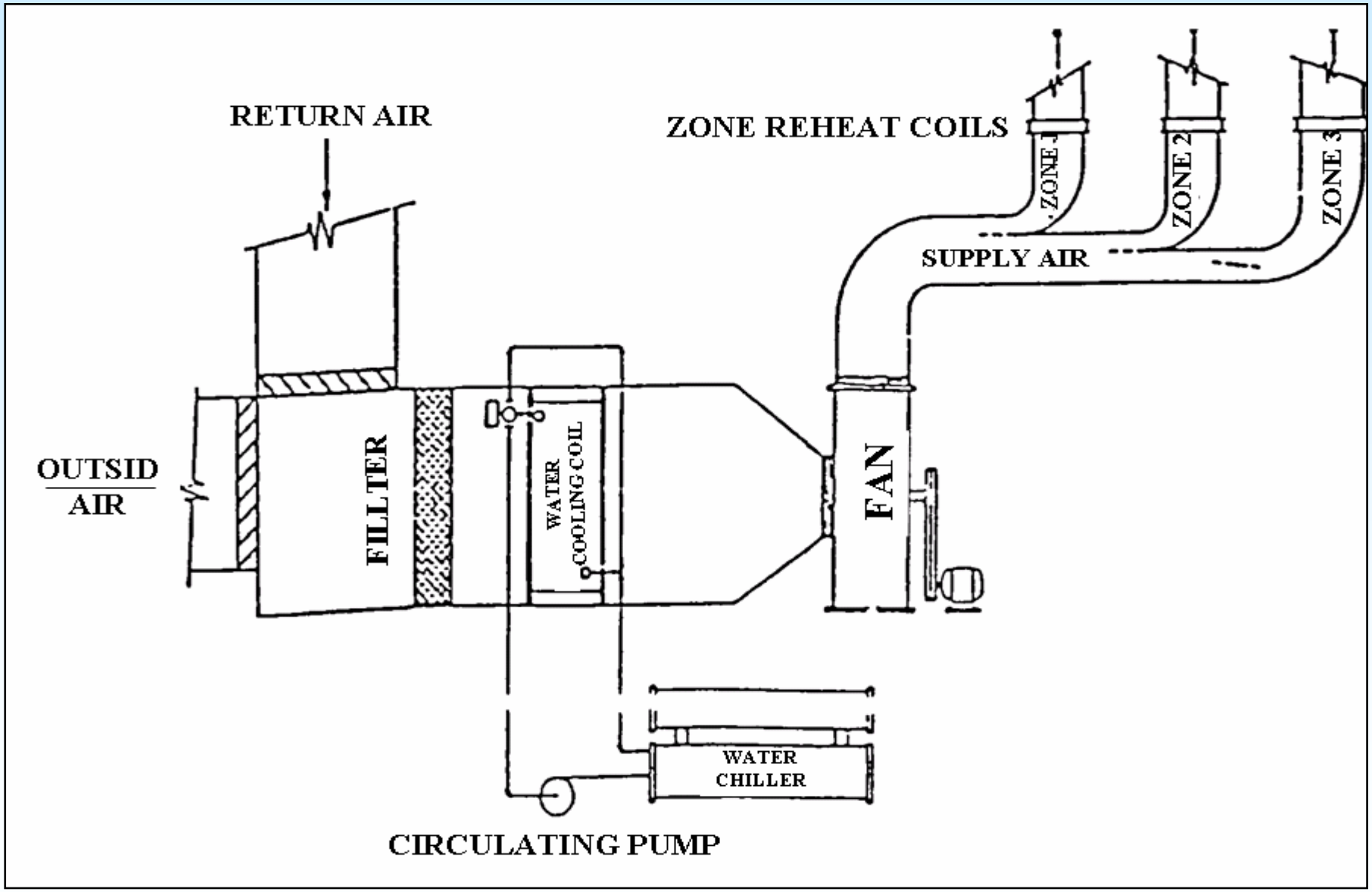
ระบบอากาศทั้งหมด แบบท่อลมเดี่ยว



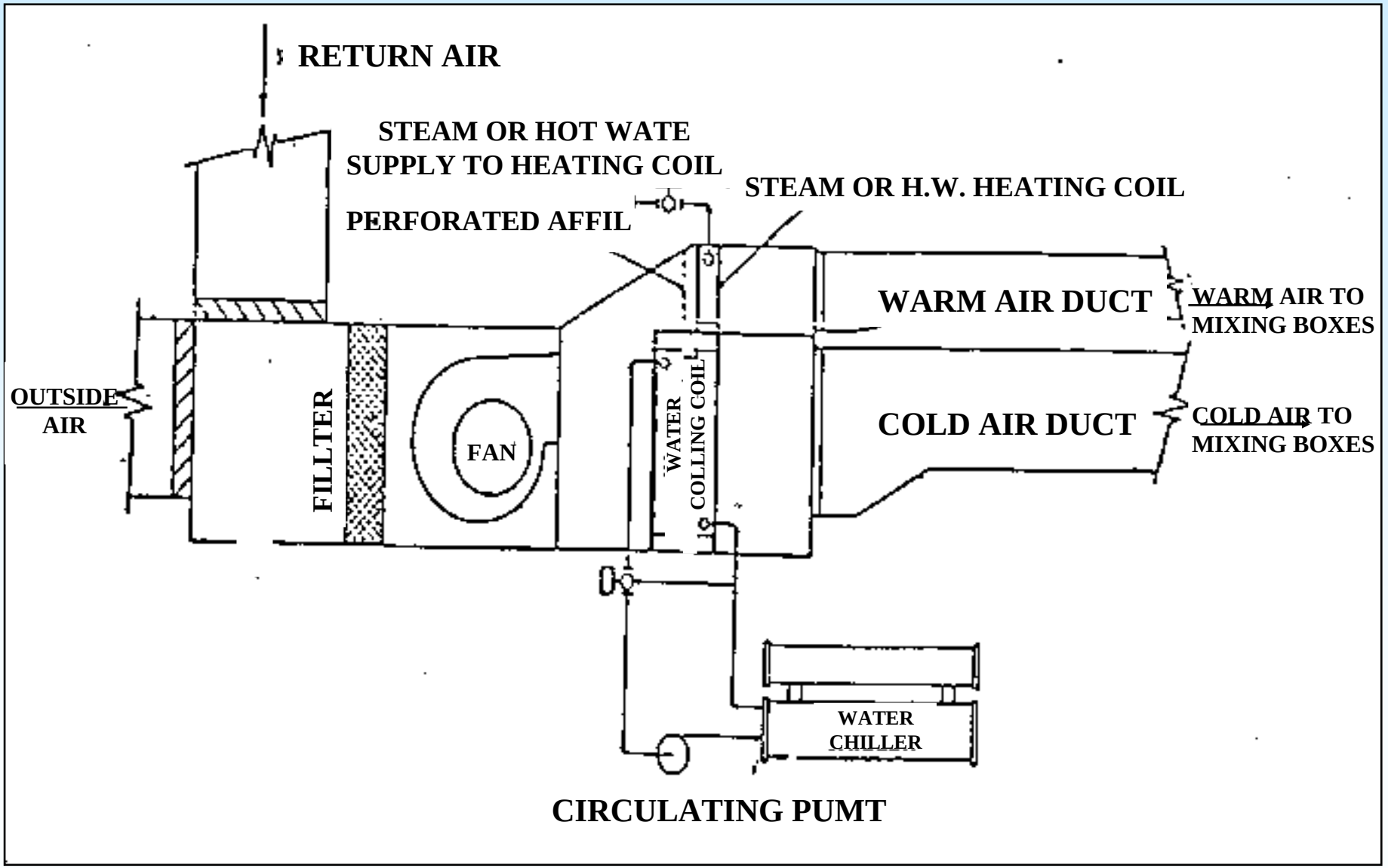
ระบบอากาศทั้งหมด แบบแบ่งเขต



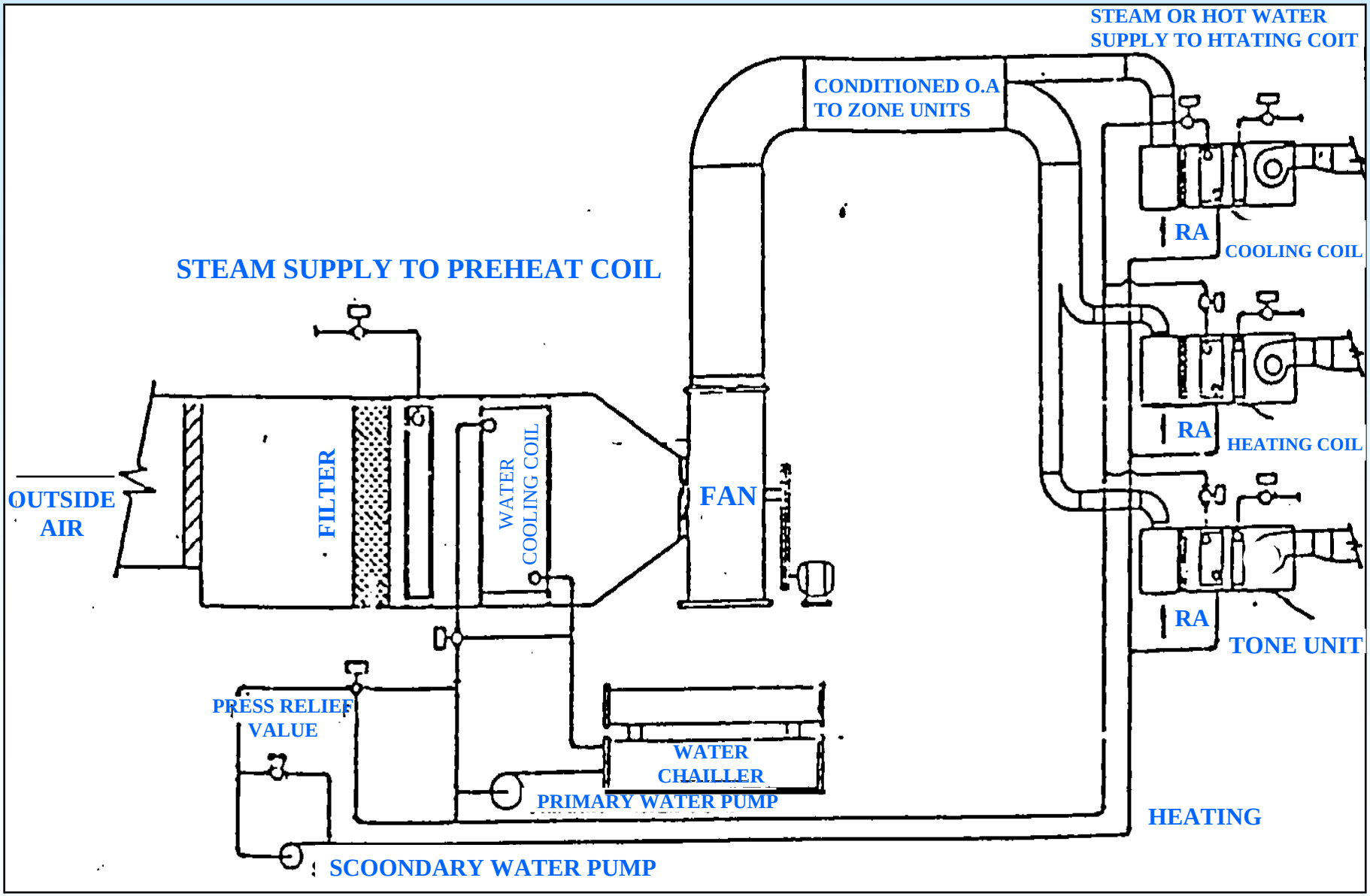
ระบบอากาศทั้งหมด แบบให้ความร้อนซ้ำ



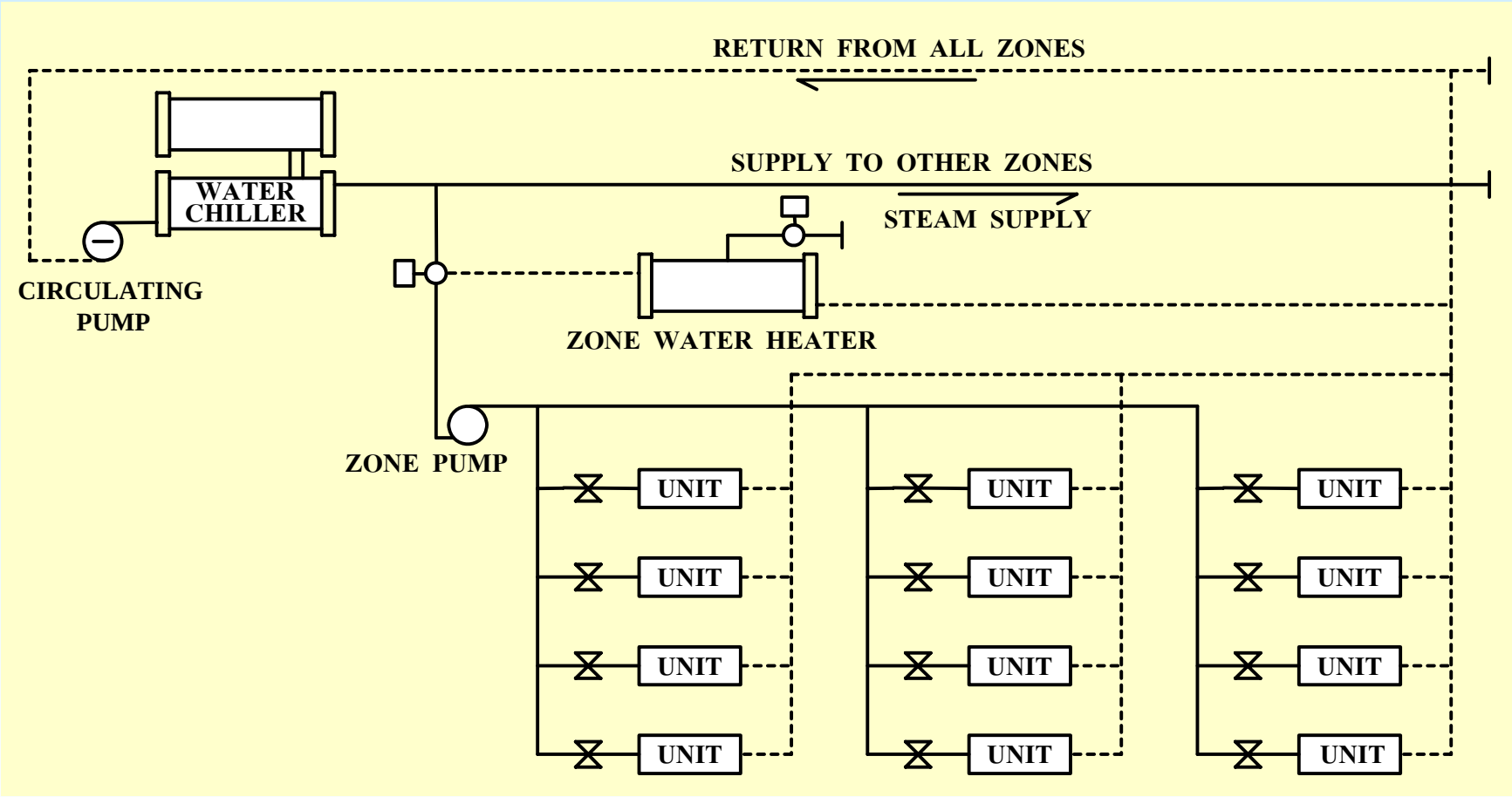
ระบบอากาศทั้งหมด แบบท่อลมคู่



ระบบน้ำและอากาศ



ระบบน้ำทั้งหมด



ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว

1. เครื่องปรับอากาศแบบชุด
2. เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง
3. เครื่องปรับอากาศแบบตั้งพื้น
4. เครื่องปรับอากาศแบบติดตั้งบนหลังคา

เครื่องปรับอากาศแยกประเภทตามระบบการระบายความร้อน

Window Unit และ System Unit → ระบายความร้อนด้วยอากาศ

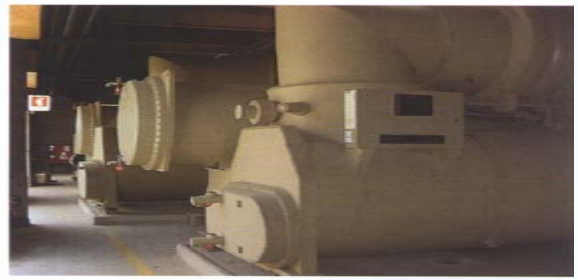
Packaged Cooling Unit → ระบายความร้อนด้วยอากาศและแบบน้ำ

Chiller → ระบายความร้อนด้วยอากาศและแบบน้ำใช้สำหรับที่ต้องการทำความเย็นมากกว่า 500 ตันขึ้นไป

ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

1. เครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water System)
2. เครื่องปรับอากาศหน่วยเดียว (Unitary air conditioner) ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา



ชนิดของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

1. เครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water System)

1. เครื่องปรับอากาศส่วนกลาง (Central Air Conditioner)

AHU มีขนาดจ่ายลมเย็นได้ตั้งแต่ 550 ถึง 27,800 ลิตร/วินาที

2. อีแวพอเรเตอร์และพัดลม (Fan coil Unit)

ขนาดของการจ่ายลมมักไม่เกิน 0.55 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

ชนิดของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

2. เครื่องปรับอากาศหน่วยเดียว (Unitary air conditioner) ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา

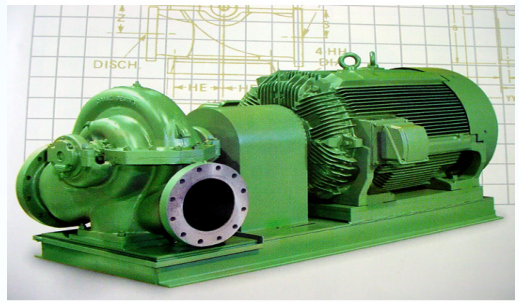
เครื่องปรับอากาศหน่วยเดียว (Unitary air Conditioner) การควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จะไม่ค่อยละเอียด มีความสะดวกในการติดตั้ง ใช้งานและบำรุงรักษาง่าย

เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)

1. เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller)

ประกอบด้วย

1. เครื่องทำน้ำเย็นประกอบด้วยเครื่องอัด, คอนเดนเซอร์, อีแวพอเรเตอร์, พัดลมระบายอากาศคอนเดนเซอร์
2. เครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water Air Handling Unit or Fan Coil Unit)
3. เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump)



เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

(Air Cooled Water Chiller)

เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) ต่อ

- ขนาดตั้งแต่ 50 kW_R ถึง 350 kW_R

- พลังงานที่ใช้ 0.34 - 0.4 kW/kW_R

แบ่งเป็น เครื่องอัด 80 – 85 % ของพลังงานทั้งหมด

เครื่องสูบน้ำเย็น 3 – 6 %

พัดลมเครื่องควบแน่น 4 – 8 %

เครื่องส่งลมเย็น 5 – 10 %

เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)

2. เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller)

ประกอบด้วย

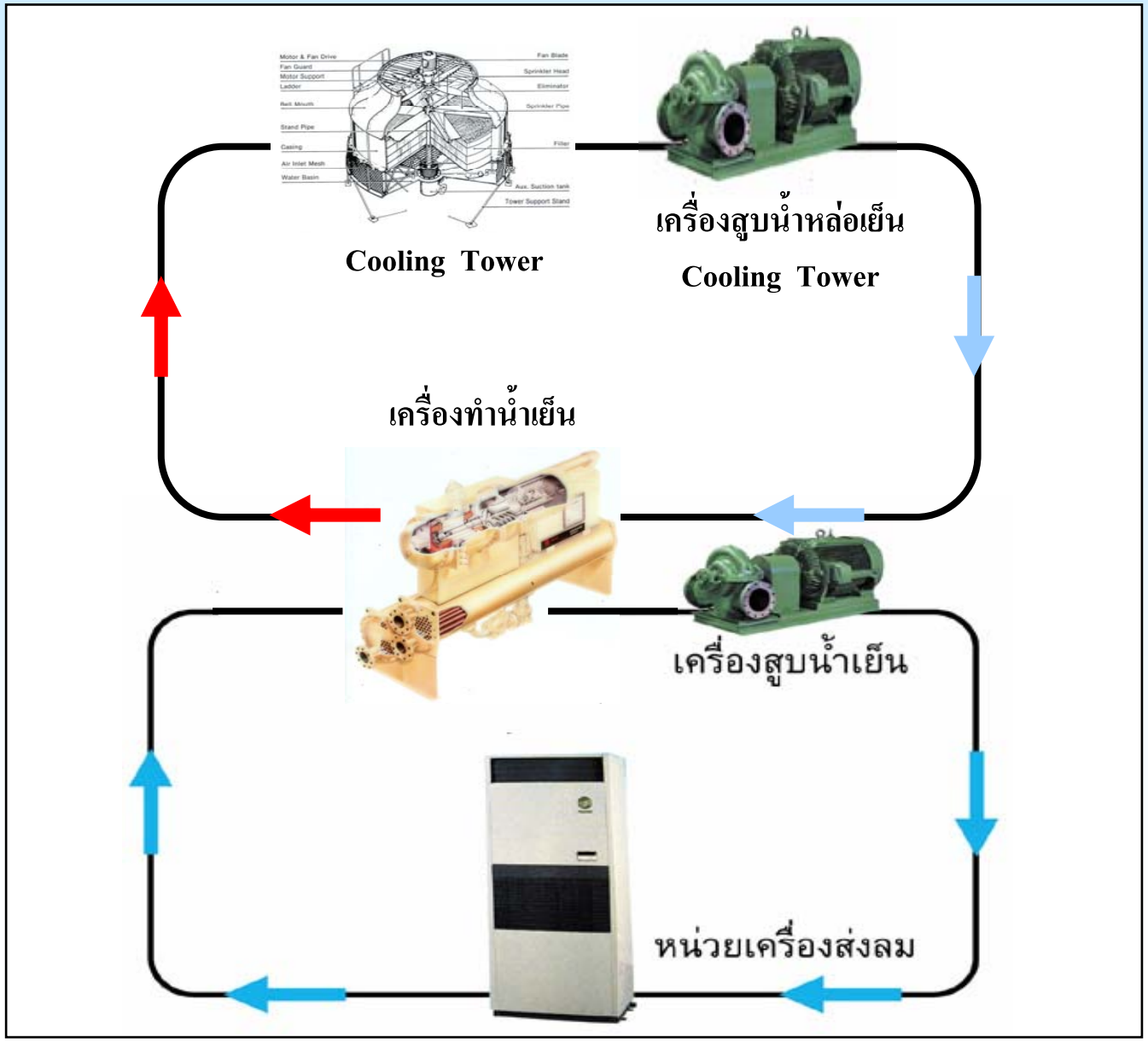
1. เครื่องทำน้ำเย็นประกอบด้วยเครื่องอัด, คอนเดนเซอร์, อีแวพอเรเตอร์

2. เครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water A.H.U)

3. เครื่องสูบน้ำเย็น Chilled Water และเครื่องสูบน้ำ Cooling Tower

4. Cooling Tower

เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller)



เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ต่อ

- ขนาดตั้งแต่ 100 kW_R ถึง 5,200 kW_R

- พลังงานที่ใช้ 0.26 - 0.34 kW/kW_R

แบ่งเป็น เครื่องอัด 75 – 80 % ของพลังงานทั้งหมด

เครื่องสูบน้ำเย็น 3 – 6 %

เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น(Cooling Tower) 3 – 6 %

เครื่องส่งลมเย็น 6 – 10 %

พัดลมหอผึ่งน้ำ(Cooling Tower) 2 – 3 %

ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น

1. สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance)

$$\text{COP} = \frac{\text{พลังงานที่เครื่องทำความเย็นได้}}{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความเย็น}}$$

2. อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio)

$$\text{EER} = \frac{\text{พลังงานความเย็น(บีทียู/ชั่วโมง)}}{\text{พลังงานไฟฟ้า(วัตต์)}}$$

ระดับ ค่า EER		มาตรฐานการใช้ไฟฟ้า เทียบเท่ากับ
	10.6 ขึ้นไป	เบอร์ 5
ช่วง	9.6-10.6	เบอร์ 4
ช่วง	8.6-9.6	เบอร์ 3
ช่วง	7.6-8.6	เบอร์ 2
ต่ำกว่า	7.6	เบอร์ 1

ประเภท	ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร)
ห้องนอน	500 - 600
ห้องทำงานทั่วไป	750 - 900
ห้องอาหาร	1,000
ห้องพักคนไข้	600 - 750
ห้องตรวจโรค	600 - 750
ห้องผ่าตัด	1,200 - 1,500
ห้องประชุม	800 - 1,000

1 ตันความเย็น = 12,000 BTU/hr

= 3024 K.cal/hr

= 3.51 KW.

1 วัตต์ = 3.412 บีทียู/ชั่วโมง

1COP = 3.412 EER

มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร
เครื่องทำความเย็น ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิดส่วนทำความเย็น / เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่	อาคารเก่า
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller)	(กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	0.75	0.90
ขนาดเกินกว่า 250 ถึง 500 ตันความเย็น	0.70	0.84
ขนาดเกินกว่า 500 ตันความเย็น	0.67	0.80
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocation 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	0.70	0.84

มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร
เครื่องทำความเย็น ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิดส่วนทำความเย็น / เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่	อาคารเก่า
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller)	(กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	1.40	1.61
ขนาดเกินกว่า 250 ตันความเย็น	1.20	1.38
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocation chiller)		
ขนาดไม่เกิน 50 ตันความเย็น	1.30	1.50
ขนาดเกินกว่า 50 ตันความเย็น	1.25	1.44
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit)	1.37	1.58
ง. เครื่องทำความเย็นแบบติดหน้าต่างและแบบแยกส่วน (window/split type)	1.40	1.61

การประหยัดพลังงานที่ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็น

ซึ่งจะทำให้สามารถประหยัดได้ปริมาณมากวิธีการมาตรฐานที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นมี 4 วิธี ดังนี้

1. การปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้น
2. การลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ออกจาก Cooling Tower
3. การควบคุมความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
4. การจัดตารางเดินเครื่องให้เหมาะสมกับภาระ

การประหยัดพลังงานสำหรับเครื่อง Chiller

- ปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่อง Chiller ให้สูงขึ้น โดยต้องไม่เกิดผลเสียแก่อุณหภูมิที่ต้องการ
- ค่อยๆ ปรับเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่อง Chiller ครั้งละ $0.5^{0}C$
- วาล์วน้ำเย็นของเครื่องเป่าลมเย็นตัวที่ใหญ่ที่สุดจะค่อยๆ เปิดกว้างให้น้ำเย็นไหลเข้าสู่คอยล์ทำความเย็นมากขึ้น
- หากวาล์วน้ำเย็นเครื่องเป่าลมเย็นตัวดังกล่าวยังไม่เปิดเต็มที่ ให้ปรับอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่อง Chiller ให้สูงขึ้นเล็กน้อย
- เมื่อวาล์วน้ำเย็นเครื่องเป่าลมเย็นตัวที่ใหญ่ที่สุดเปิดเต็มที่แล้วแต่หากมี วาล์วน้ำเย็นของเครื่องชุดอื่นๆ อีก เปิดเต็มที่ให้ลดอุณหภูมิน้ำเย็นอีกเล็กน้อย

การประหยัดพลังงานสำหรับเครื่อง Chiller (ต่อ)

★ ลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจาก Cooling Tower ที่เข้าสู่ Condenser

- ทุกๆ อุณหภูมิที่ลดลง 0.5^0C ประหยัดพลังงานของเครื่อง Chiller ได้ 1.5-2%

★ ควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้า (Electric Demand) ของเครื่อง Chiller

- หยุดเครื่องเป่าลมเย็นที่ใช้ทำความเย็นในบริเวณมีความสำคัญน้อย
- ควบคุมการใช้พลังงานเครื่อง Chiller โดยมิให้ Inlet Vanes ของเครื่อง Centrifugal Chiller เปิดกว้างเกินไป

★ จัดลำดับการเดินเครื่อง Chiller ให้สอดคล้องปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น

การประหยัดพลังงานในอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบปรับอากาศ

1. การหุ้มฉนวนท่อน้ำให้มีความหนาที่เหมาะสม

2. การเลือกใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศ

    2.1 ATA = AIR TO AIR HEAT EXCHANGER

    2.2 PLATE TYPE HEAT EXCHANGER

3. ติดตั้ง CO_2 Sensor เพื่อควบคุมพัดลมให้ส่งอากาศภายนอกเข้าสู่เครื่อง

4. ติดตั้ง Electronic Air Cleaner เพื่อขจัดกลิ่น ฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกต่างๆ

การประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงกรอบอาคาร และทิศทางของอาคาร

1. การติดตั้งฉนวนกันความร้อน
2. การจัดทิศทางของอาคาร
3. อาคารถาวรข้างเคียง
4. การใช้ผิวสะท้อนแสง, กระจก
5. รูปร่างของอาคาร
6. ผนังอาคาร
7. หลังคา
8. หน้าต่าง
9. การบังแสง
10. ตำแหน่งห้องเครื่อง

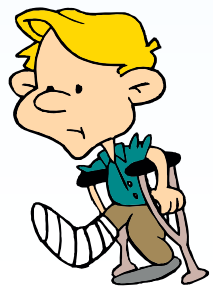
การปรับปรุงส่วนที่มีการปรับอากาศ

ควรทำการปรับปรุงตัวอาคารตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฯ ดังนี้

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา ต้องไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร
2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศ

   ต้องไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร (อาคารใหม่)

   ต้องไม่เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตร (อาคารเก่า)



การเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน

1. ชนิดของเครื่องทำน้ำเย็น
2. การใช้เครื่องทำน้ำเย็นหลายๆ ตัว
3. การใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบปรับความเร็วรอบได้
4. การใช้เครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง
5. การใช้ท่อน้ำและวาล์วที่มีความเสียดทานต่ำ

การเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน (ต่อ)

6. การใช้พัดลมที่มีประสิทธิภาพสูง

7. การใช้ท่อลมที่มีความเสียดทานต่ำ

8. การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณลม (VAV)

9. การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณน้ำ (VWV)

การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน

1. ตรวจสอบและซ่อมแซมรอยรั่วของเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ
2. หมั่นล้างแผ่นกรองอากาศและคอยล์ทำความเย็นให้สะอาดอยู่เสมอ
3. หมั่นล้างคอนเดนเซอร์ให้สะอาดเพื่อการระบายความร้อนของเครื่อง
   - Air Cooled Condenser ต้องใช้อากาศเป่า น้ำเย็นล้างหรือน้ำอุ่นฉีดล้าง
   - Water Cooled Condenser ใช้สารละลายกรดเจือจางล้าง และใช้แปรงโลหะขัด
4. ทำความสะอาดหัว Nozzle ของ Cooling Tower เพื่อไม่ให้เกิดมีตะกรันหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ เข้าไปอุดตันได้

การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน (ต่อ)

5. ปรับแต่งคุณภาพน้ำใน Cooling Tower ให้ปราศจากตะกรัน สาหร่าย และตะไคร่น้ำ
6. บังแดดให้แก่ Air Cooled Condenser , Cooling Tower เพื่อลดอุณหภูมิของ Air Cooled Condenser และอุณหภูมิน้ำในอ่างตอนล่างของ Cooling Tower
7. ขจัดสิ่งกีดขวางทางลมเข้าและลมออกของ Air Cooled Condenser , Cooling Tower เพื่อให้ระบายความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ
8. ปรับแต่งสายพานพัดลมของคอยล์ทำความเย็นให้มีความพอเหมาะ

การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน (ต่อ)

9. ทำการหล่อลื่นเฟืองของ Cooling Tower และแบริ่งของพัดลม คอยล์ทำความเย็น
10. ซ่อมฉนวนท่อลมเย็น และท่อน้ำเย็นที่ฉีกขาด
11. อุดรูรั่วท่อ ลมเย็น เพื่อให้การส่งลมเย็นทั่วถึง
12. เปลี่ยนมอเตอร์ของ Chiller Water Pump , Condenser Water Pump และเครื่องเป่าลมเย็นที่มีขนาดใหญ่เกินไป
13. ป้องกันน้ำรั่วออกจาก Gland ของ Chilled Water Pump
14. ปรับแต่งอุปกรณ์ควบคุมเครื่องปรับอากาศให้ทำงานถูกต้องอยู่เสมอ

Q
คำถาม

จบการบรรยาย