

# ไขปัญหาหัวใจ

“ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ  
และระบบทำความร้อน”

**การสัมมนาแลกเปลี่ยนผลสำเร็จ**

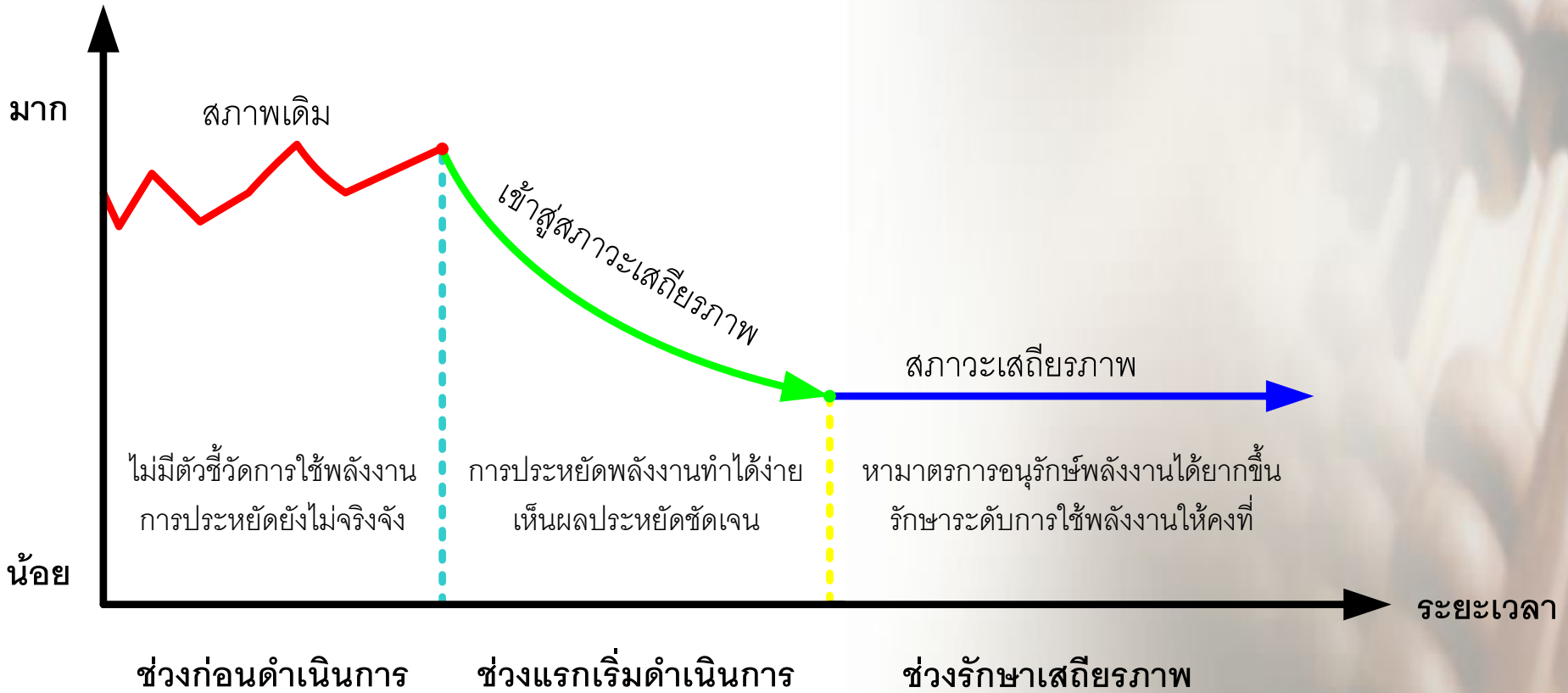
**ของโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม**

**โดยอาคารควบคุม ประจำปี 2549**

**กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน**

# ดัชนีการใช้พลังงาน

ดัชนีการใช้พลังงาน  
(พลังงานต่อหน่วย)



# ขั้นตอนการพัฒนาาระบบการจัดการพลังงาน

1. การกำหนดโครงสร้างการจัดการพลังงาน

2. การประเมินสถานะการณืเบื้องต้น

3. การกำหนดนโยบายและการประชาสัมพันธ์

4. การประเมินศักยภาพทางเทคนิค

5. การกำหนดมาตรการเป้าหมายและ  
คำนวณผลตอบแทนทางการเงิน

8. การทบทวนผลการดำเนินการ

7. การดำเนินการตามแผน

6. การจัดทำแผนปฏิบัติงาน



## แนวคิด มี 4 แบบ

- การออกแบบ+แนวคิดที่ดี  
→ Good design
- การใช้ระบบปัจจุบันให้ดีที่สุด  
โดยการดูแลและบำรุงรักษาที่ดี  
→ Good practices & maintenance
- การปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ที่มีอยู่  
→ Good ideas
- การเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีอยู่  
→ Good technology

งานและเป้าหมาย

## สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าและความร้อนในอาคารประเภทต่างๆ

| ประเภทของอาคาร | ไฟฟ้า (%) | ความร้อน (%) |
|----------------|-----------|--------------|
| สำนักงาน       | 100       | -            |
| ศูนย์การค้า    | 100       | -            |
| สถานศึกษา      | 100       | -            |
| โรงแรม         | 75        | 25           |
| โรงพยาบาล      | 80        | 20           |

# สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย แบ่งตามการใช้

| ประเภทของอาคาร | ปรับอากาศ (%) | แสงสว่าง (%) | อื่น ๆ (%) |
|----------------|---------------|--------------|------------|
| สำนักงาน       | 55-60         | 25-30        | 15         |
| ศูนย์การค้า    | 62            | 23           | 15         |
| สถานศึกษา      | 38            | 40           | 22         |
| โรงแรม         | 65            | 18           | 17         |
| โรงพยาบาล      | 55            | 25           | 20         |

ที่มา: พพ. และ ใจกล้า (2548)

# กลุ่มของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในสำนักงาน

เรียงจากอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากไปหาน้อย

- 1.ระบบทำความเย็น-ความร้อน ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ  
ตู้เย็น ตู้น้ำดื่ม กระจกน้ำร้อน เครื่องทำน้ำอุ่น
- 2.ระบบแสงสว่าง → หลอดไฟ
- 3.อุปกรณ์สำนักงาน เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร  
โทรศัพท์/FAX เครื่องฉายแผ่นใส VDO Projector
- 4.ระบบอำนวยความสะดวก-บันเทิง ได้แก่ โทรทัศน์  
เครื่องเสียง ลิฟท์ บันไดเลื่อน

# แล้วเราจะเริ่มต้นอนุรักษ์พลังงาน ร่วมกันอย่างไร

1. ทำความเข้าใจหลักการ/วิธีการทำงานของ  
เครื่องจักร/อุปกรณ์ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ  
การใช้พลังงานของเครื่องจักร/อุปกรณ์นั้นๆ
2. มองหาและคิดอย่างเป็นระบบถึงวิธี/มาตรการ  
ที่จะนำมาปฏิบัติใช้
3. กระบวนการในการจัดการ/ขอความร่วมมือ/  
รณรงค์,ประชาสัมพันธ์





108 W



23 9 2004



60.2 W

23 8 2004

# 4 ขั้นตอนที่จะดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน

- การเลือกซื้อให้เหมาะสม
- การติดตั้งให้ถูกต้อง
- การใช้งานให้อุรักษ์พลังงาน
- การบำรุงรักษา



# วิธีการ/มาตรการที่จะอนุรักษ์พลังงาน

1. ลด Load คือ การลดภาระของเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน - เป็นการแก้ที่ต้นเหตุ กล่าวคือให้ใช้พลังงานเท่าที่จำเป็นต้องใช้
2. ลด Loss คือ การลดการสูญเสีย สูญเปล่าพลังงาน เป็นการอุดรูรั่วของพลังงาน
3. Reuse, Recycle เมื่อทำได้โดยพิจารณาผลข้างเคียง ผลได้ผลเสีย ความคุ้มค่า



# ลำดับการเลือกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

**H - House Keeping**



**P - Process Improvement**

**M - Machine Change**

**(- Major Change)**



# ลำดับการเลือกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1. มองหาวิธีการ/มาตรการที่ทำได้ง่าย ๆ  
ไม่ต้องใช้เงินหรือใช้ก็น้อย เช่นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ลด-ละ-เลิก การบำรุงรักษา/ทำความสะอาด (เรียกมาตรการกลุ่มนี้ว่า **House Keeping**)



# ลำดับการเลือกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

2. จากนั้นจึงหาวิธีการ/มาตรการที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือวิธีการ/ขั้นตอนการทำงาน ซึ่งในการทำจะยุ่งยากมากขึ้น และอาจต้องใช้เงินจำนวนหนึ่ง เช่น การปรับปรุงฉนวน การปิดรอยรั่ว ฯ (เรียกมาตรการกลุ่มนี้ว่า **Process Improvement**)

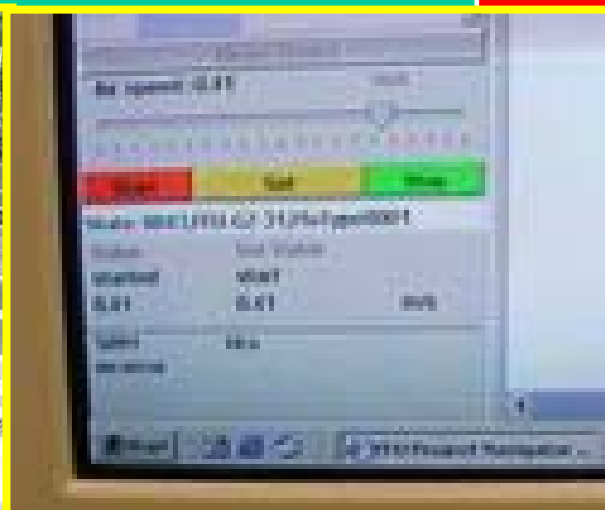
# ลำดับการเลือกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

3. สุดท้ายหากพบว่าเครื่องจักร/อุปกรณ์ มีการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองและไม่มีประสิทธิภาพ โดยไม่สามารถปรับปรุงหรือปรับปรุงแล้วไม่คุ้ม ให้พิจารณาการเปลี่ยนเครื่องจักร/อุปกรณ์ ซึ่งอาจจะมีความยุ่งยาก และใช้เงินมาก (เรียกมาตรการกลุ่มนี้ว่า **Machine Change**)



# แนวทางและวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน

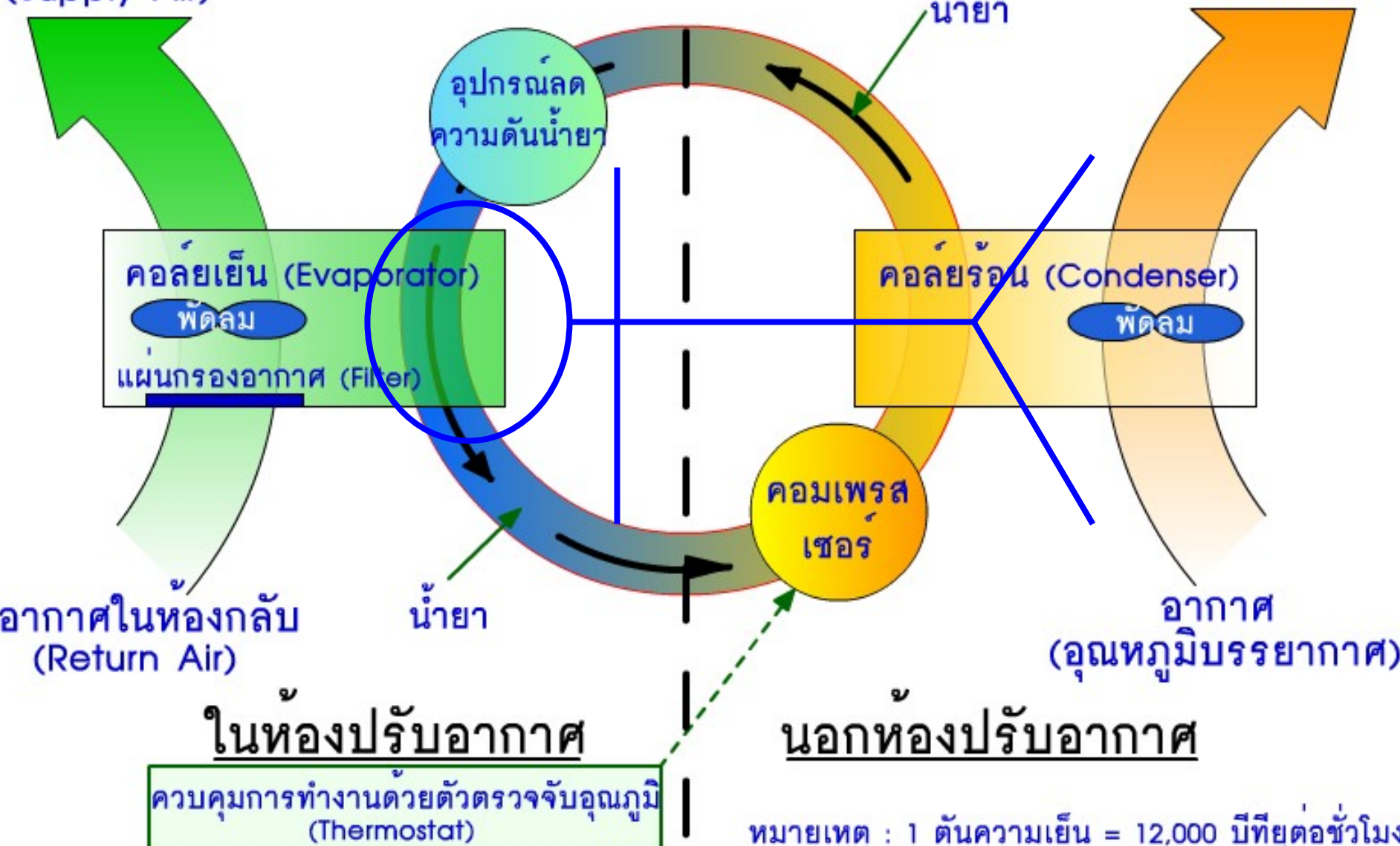
## ระบบปรับอากาศ (Air-conditioning System)



# หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

อากาศเย็น  
(Supply Air)

อากาศร้อน



หมายเหตุ : 1 ตันความเย็น = 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง

# ระบบปรับอากาศ

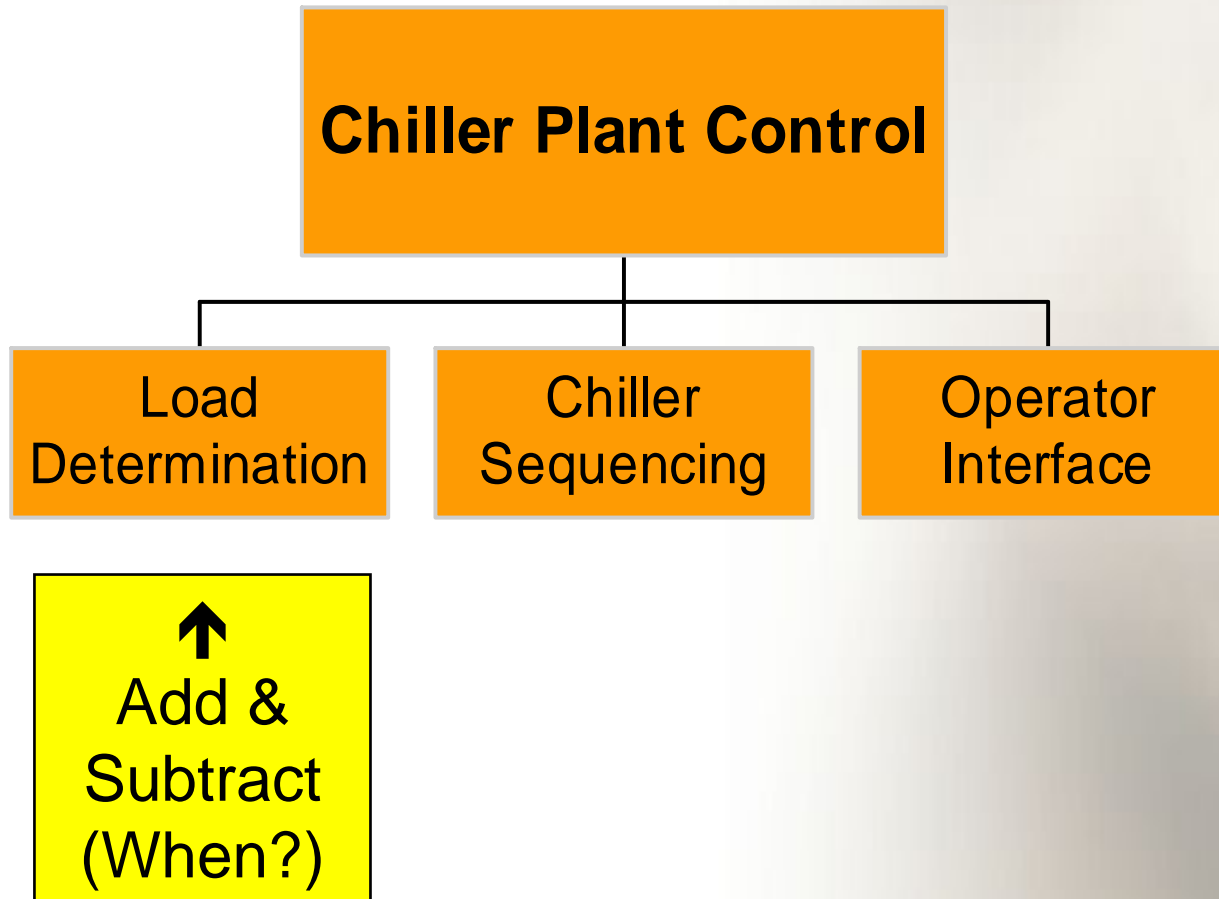
- **Chiller Plant Management** ▶  
including variable flow system, Refrigerant head pressure control, etc.
- **Heat Recovery from CDU** ▶
- **Cooling Tower Fan Material Change & VSD applications** ▶
- **Condenser Cooling Unit/Pad** ▶
- **Suvarnabhumi Airport**
- **Check list** ▶

# Chiller Plant Management

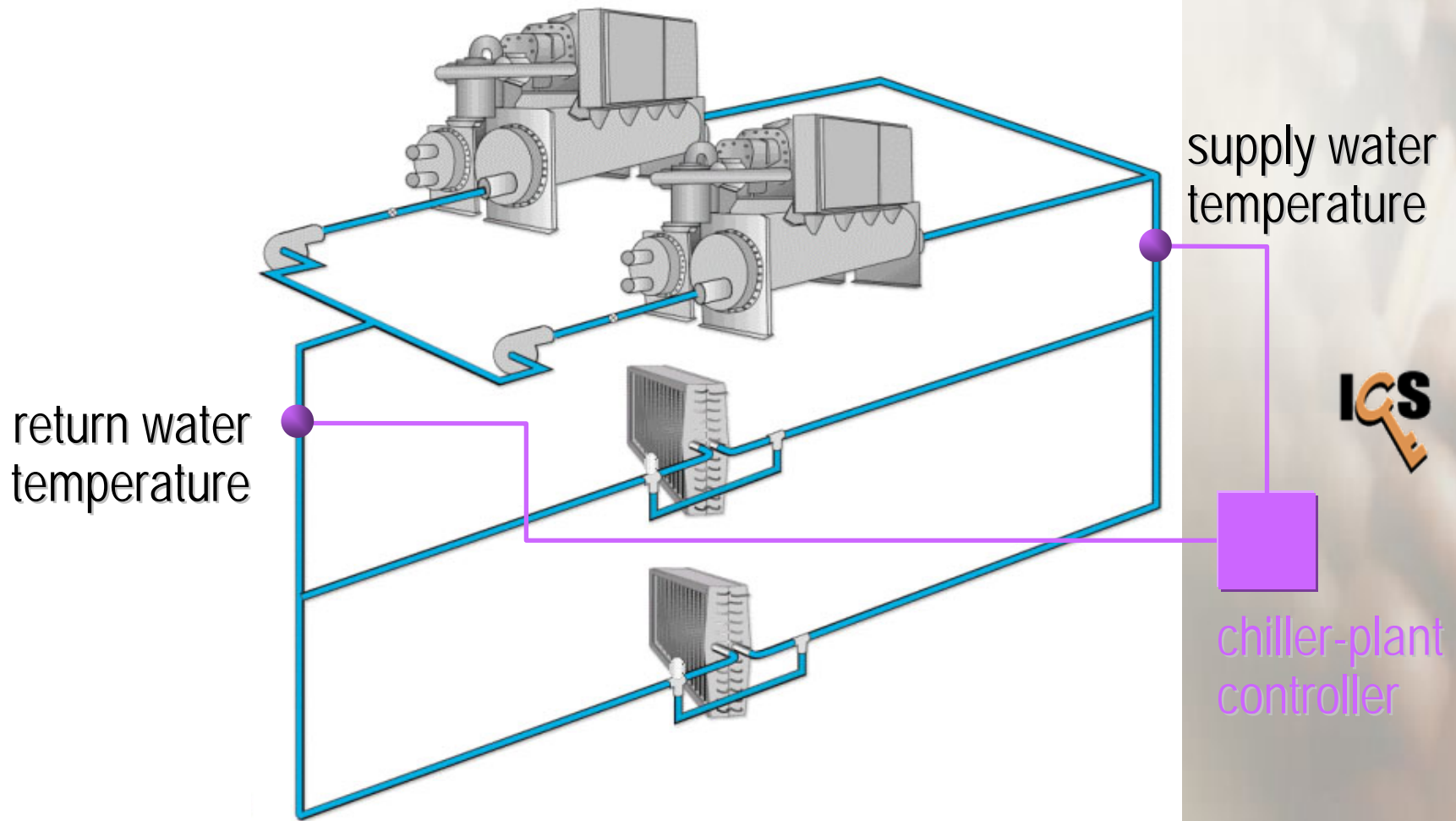
- ในปัจจุบัน การควบคุมซิลเลอร์แบบอัตโนมัติ ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดึงผลการทำงานของระบบไปแสดงที่หน้าจอกอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ระยะไกล เพื่อช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถควบคุมและตรวจสอบการทำงานได้อย่างทันที่
- การทำงานของ CPM ได้แก่การควบคุมการเปิด-ปิด Plant, การดึงหน้าจอแสดงผลของ Chiller ไปแสดงที่หน้าจอกอมพิวเตอร์, การวัดค่าอัตราการไหลและความดันของน้ำในระบบ, การเปิด-ปิดวาล์วอัตโนมัติ เป็นต้น

# Chiller Plant Control

มีหลายยี่ห้อ ราคาจะคิดรวมกับชุดซิลเลอร์แล้ว

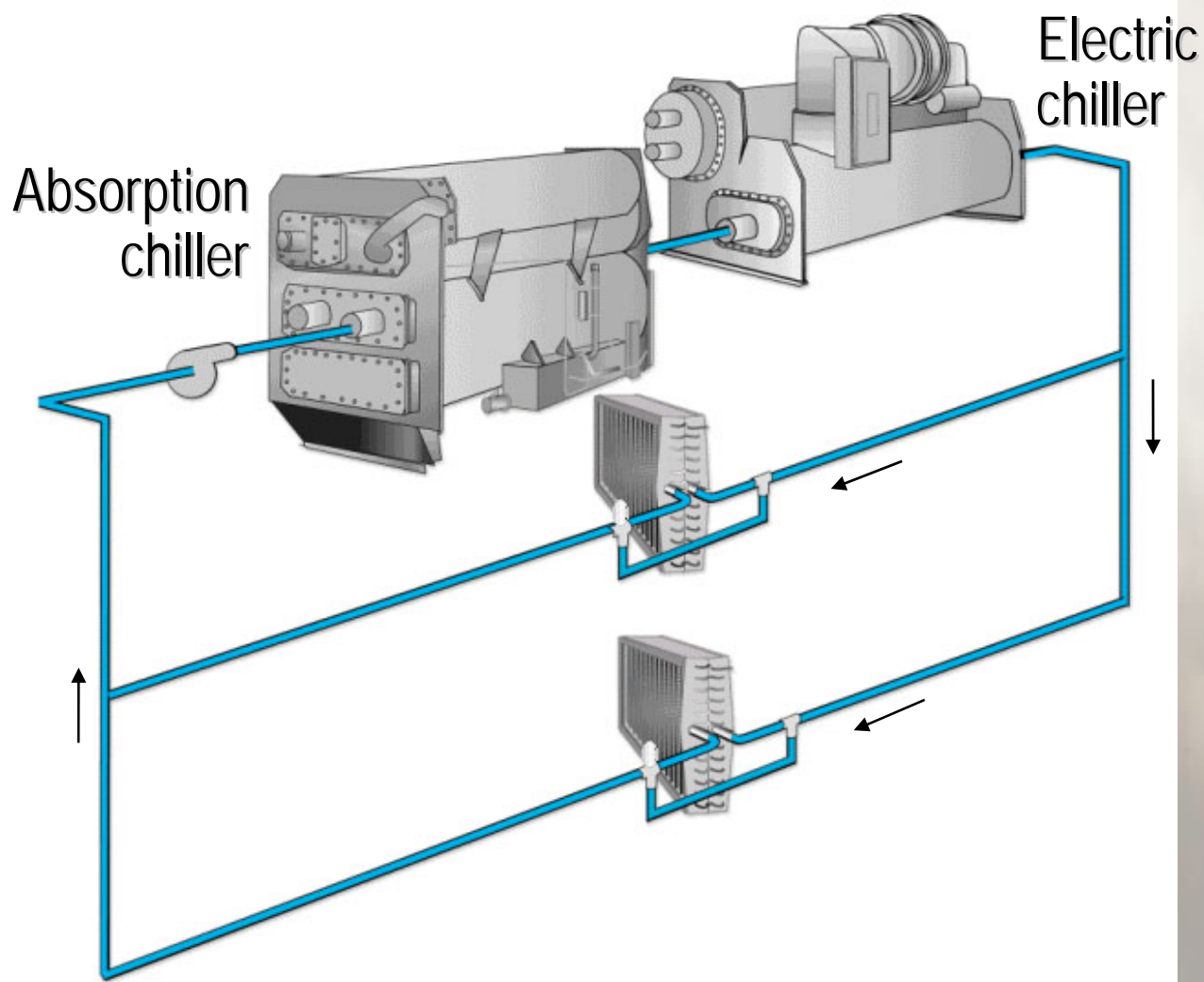


# Constant Flow - Two Chiller Sequencing

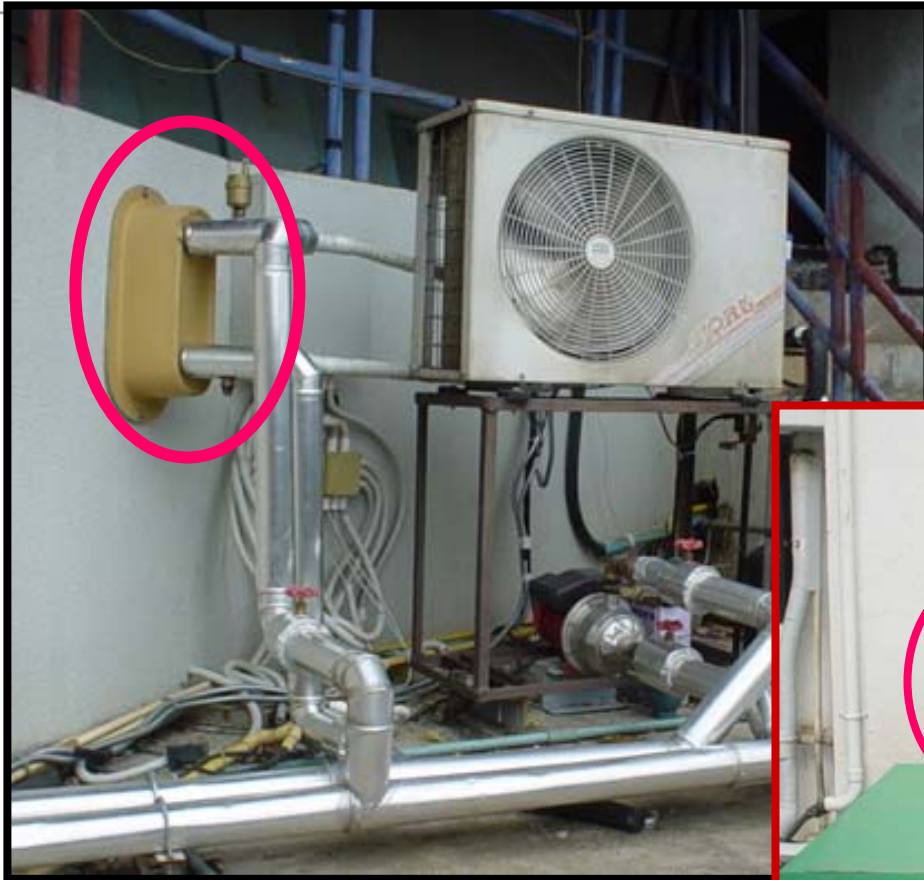


# Why Series Chillers?

## Hybrid Energy Source



# Heat Recovery from CDU



ความร้อนเหลือทิ้งจาก  
เครื่องปรับอากาศและ  
เครื่องทำความเย็น/ตู้แช่  
นำมาผลิตน้ำร้อน





# 1. การเปลี่ยนวัสดุใบพัดและมอเตอร์ของ Cooling Tower



$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= (260 \times 3) \text{ kW} \times (24 \text{ ชม./วัน}) \times (365 \text{ วัน/ปี}) \times 0.8 \times 3.89\% \\ &= 212,636.74 \quad \text{kWh/year} \\ \text{คิดเป็นเงิน} &= 531,591.84 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

# ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับหลังการดำเนินการ

การคำนวณมาตรการเปลี่ยนใบพัด Cooling Tower จากอลูมิเนียมเป็นไฟเบอร์กลาส

| รายการ                               | หน่วย          | ทำด้วยอลูมิเนียม | ไฟเบอร์กลาส    |
|--------------------------------------|----------------|------------------|----------------|
| จำนวน Cooling Tower ทั้งหมด          | ตัว            | 6                | 6              |
| จำนวน Cooling Tower ที่ใช้งาน        | ตัว            | 6                | 6              |
| จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน                | ชั่วโมง/วัน    | 24               | 24             |
| จำนวนวันทำงานทั้งปี                  | วัน            | 350              | 350            |
| ความเร็วลมเฉลี่ย                     | m/s            | 16.5             | 17.0           |
| <b>ค่าพลังไฟฟ้าของ Cooling Tower</b> | <b>kW/Cell</b> | <b>6.4</b>       | <b>4.1</b>     |
| ค่าพลังไฟฟ้าของทั้งหมด Cooling Tower | kW/ 6 Cell     | 38.4             | 24.6           |
| ค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด               | kWh/ปี         | 322,560          | 206,640        |
| อัตราค่าไฟฟ้า                        | บาท/kWh        | 2.53             | 2.53           |
| <b>ค่าไฟฟ้า</b>                      | <b>บาท/ปี</b>  | <b>816,077</b>   | <b>522,799</b> |
| <b>ประหยัดค่าไฟฟ้าได้</b>            | <b>บาท/ปี</b>  |                  | <b>293,278</b> |

# ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับหลังการดำเนินการ

## เงินลงทุนและระยะเวลาคืนทุน

1.มอเตอร์ 5 HP พร้อมชุด Startor x 6

ชุด = 148,200 บาท

2.เฟรมวางมอเตอร์ x 6 ชุด

= 19,500 บาท

3.ใบพัดไฟเบอร์กลาส x 6 ชุด

= 50,310 บาท

4.ค่าแรงติดตั้ง x 6 ชุด

= 12,000 บาท

รวมทั้งหมด

= 230,010 บาท

**ระยะเวลาคืนทุน**

**= 230,010 / 293,278 ปี**

**= 0.78 ปี**

## 2.การปรับลดความเร็วรอบของพัดลม Cooling Tower โดยการติดตั้ง VSD



ก่อนปรับปรุง Cooling Tower  
ไม่มีการติดตั้ง VSD ความเร็ว  
รอบของพัดลมคงที่



ปรับปรุงโดยการติดตั้ง VSD และทำ  
การปรับลดความเร็วรอบของพัดลม  
Cooling Tower ลงมา

# ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับหลังการปรับปรุง

## ผลการอนุรักษ์พลังงาน

เนื่องจาก Cooling Tower ติด VSD ซึ่งมี step การทำงานเป็น full/half/stop โดยคิดที่ half speed

|                    |   |                    |        |
|--------------------|---|--------------------|--------|
| จาก $(N2/N1)^3$    | = | $kW2/kW1$          |        |
| $(725/1450)^3$     | = | $kW2/160$          |        |
| ดังนั้น $kW2$      | = | $160/8$            | $kW$   |
|                    | = | $20 kW$            |        |
| $kW$ ที่ประหยัดได้ | = | $160 - 20$         | $kW$   |
|                    | = | $140$              | $kW$   |
|                    | = | $140*24*365*2.41$  |        |
| ผลประหยัด          | = | $2,955,624$        | บาท/ปี |
| เงินลงทุน          | = | $950,000$          | บาท    |
| ระยะเวลาคืนทุน     | = | $3$ เดือน $28$ วัน |        |

### 3. ติดตั้ง VSD ที่เครื่องสูบน้ำระบบน้ำหล่อเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น



ก่อนปรับปรุงเครื่องสูบน้ำ  
ระบายความร้อน ไม่มีการติดตั้ง  
VSD ความเร็วรอบคงที่



ปรับปรุงโดยการติดตั้ง VSD  
และทำการปรับความเร็วรอบ  
ของเครื่องสูบน้ำลงมา

# ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับหลังการปรับปรุง

## ก่อนการปรับปรุง

ผลการตรวจวัด CDP 3 ขนาด 15 kW ใช้พลังงานไฟฟ้า 15.10 kW ใช้งาน 24 ชั่วโมง/วัน , 350 วัน/ปี

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าเดิมที่ใช้} &= 15.10 \text{ kW} \times 24 \text{ hr/day} \times 350 \text{ day/yr} \\ &= 126,840 \text{ kWh/yr} \end{aligned}$$

## หลังการปรับปรุง

ติดตั้ง VSD โดยการปรับความถี่ที่ระดับ 40 Hz วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 9.51 kW

ใช้งาน 24 ชั่วโมง/วัน , 350 วัน/ปี

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าใหม่ที่ใช้} &= 9.51 \text{ kW} \times 24 \text{ hr/day} \times 350 \text{ day/yr} \\ &= 79,884 \text{ kWh/yr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} &= 126,840 - 79,884 \\ &= 46,956 \text{ kWh/yr} \end{aligned}$$

ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 บาท/kWh

$$\begin{aligned} \text{เงินที่ประหยัดได้} &= 46,956 \times 2.36 \\ &= 110,816.16 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

## คำนวณระยะเวลาคืนทุน

1. เงินลงทุนติดตั้ง VSD ขนาด 15 kW = 60,000.00 บาท
2. ผลการประหยัด = 110,816.16 บาท/ปี
3. ระยะเวลาคืนทุน =  $60,000/110,816.16$  ปี  
= 0.54 ปี



# แนวทางการเปลี่ยนเครื่องจักร/อุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูง (major change equipment/machine)

## 1. เปลี่ยนคอมเพรสเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น



เครื่องเก่า  
ประสิทธิภาพต่ำ



เครื่องใหม่  
ประสิทธิภาพสูง



# ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับหลังการปรับปรุง

- ก่อนเปลี่ยน

เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 660 ตันความเย็น ผลิตน้ำเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส  
ทำงานวันละ 14 ชั่วโมง พลังไฟฟ้าที่เครื่องทำน้ำเย็นใช้ 478 kW

- หลังเปลี่ยน

เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 300 ตันความเย็น ผลิตน้ำเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส  
ทำงานวันละ 14 ชั่วโมง พลังไฟฟ้าที่เครื่องทำน้ำเย็นใช้ 179 kW

- ผลประหยัด

$$= (478-179 \text{ kW}) \times 14 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 355 \text{ วัน/ปี}$$

$$= 1,486,030 \text{ kWh/ปี}$$

$$= 1,486,030 \text{ kWh/ปี} \times 2.62 \text{ บาท/หน่วย}$$

$$= 3,893,398 \text{ บาท/ปี}$$

- เงินลงทุนและระยะเวลาคืนทุน

$$= 3,877,791 \text{ บาท} \text{ คืนทุนภายใน } 1 \text{ ปี}$$

# 2. เปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศแยกส่วนประสิทธิภาพสูง



ฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้า

**ประเภท เครื่องปรับอากาศ**

ขนาด 18,179.14 บีทียูชั่วโมง

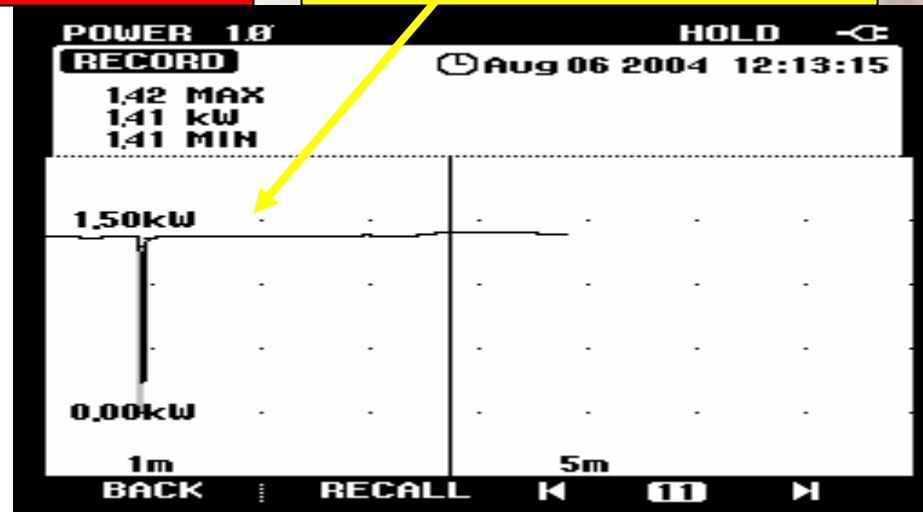
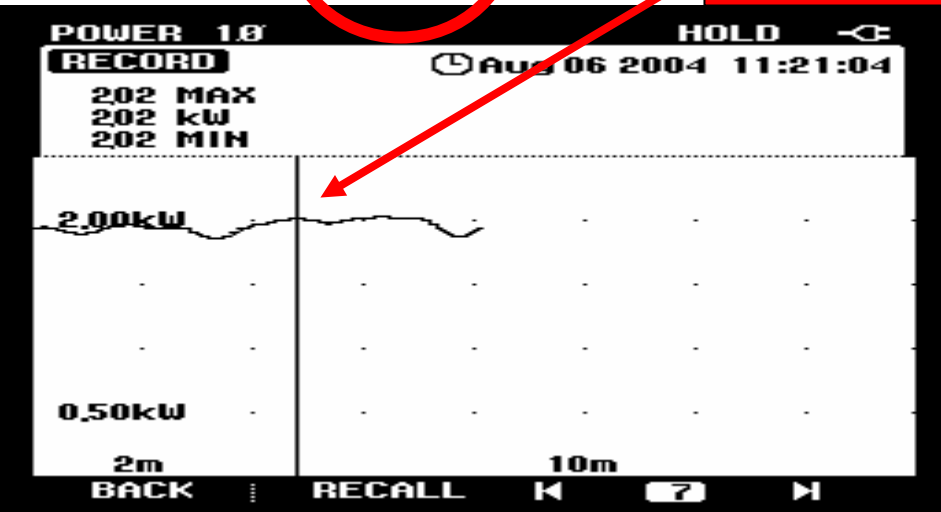
| ผลิตภัณฑ์              | KING COOL | รุ่น KING |
|------------------------|-----------|-----------|
| ประสิทธิภาพ            | 11.15     | ดีเยี่ยม  |
| ค่าไฟฟ้า               | 12,049.18 | ปานกลาง   |
| ใช้พลังงานไฟฟ้า        | 4,782.52  | น้อย      |
| จุดเด่นของรุ่น KING-18 |           |           |
| จุดเด่นของรุ่น KCO-18  |           |           |

KL 00034

กรณีเครื่องปรับอากาศ อายุเกิน 10 ปี ขึ้นไป ควรพิจารณา

การใช้พลังงานก่อนเปลี่ยน

การใช้พลังงานหลังเปลี่ยน



# ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับหลังการปรับปรุง

## ผลประหยัด 1 เครื่อง

$$\begin{aligned} \text{kWh On Peak} &= \text{kW}^{\text{ก่อน}} \times \text{เปอร์เซ็นต์คอมเพรสเซอร์-kW}^{\text{หลัง}} \times \text{เปอร์เซ็นต์คอมเพรสเซอร์} \\ &\quad \text{เซอร์) } \times \text{ชม. On Peak/วัน} \times \text{วันทำงานต่อปี} \\ &= (2.02 \times 1.0 - 1.41 \times 0.8) \times 13 \times 248 \\ &= 2,875.81 \quad \text{กิโลวัตต์-ชม./ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh Off Peak1} &= \text{kW}^{\text{ก่อน}} \times \text{เปอร์เซ็นต์คอมเพรสเซอร์-kW}^{\text{หลัง}} \times \text{เปอร์เซ็นต์คอมเพรสเซอร์} \\ &\quad \text{เซอร์) } \times \text{ชม. Off Peak/วัน} \times \text{วันทำงานต่อปี} \\ &= (2.02 \times 1.0 - 1.41 \times 0.8) \times 11 \times 24 \\ &= 2,433.38 \quad \text{กิโลวัตต์-ชม./ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh Off Peak2} &= \text{kW}^{\text{ก่อน}} \times \text{เปอร์เซ็นต์คอมเพรสเซอร์-kW}^{\text{หลัง}} \times \text{เปอร์เซ็นต์คอมเพรสเซอร์} \\ &\quad \text{เซอร์) } \times \text{ชม. Off Peak/วัน} \times \text{วันทำงานต่อปี} \\ &= (2.02 \times 1.0 - 1.41 \times 0.8) \times 24 \times 117 \\ &= 2,504.74 \quad \text{กิโลวัตต์-ชม.} \end{aligned}$$

# ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับหลังการปรับปรุง

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นเงิน} &= (\text{kWh On-Peak} \times \text{Rate1}) + (\text{kWh Off-Peak} \\ &+ \text{kWh Off-Peak 2}) \times \text{Rate2}] \\ &\times \text{เปอร์เซ็นต์การใช้เครื่อง} \times \text{VAT} \\ &= [(2,875.81 \times (2.695 + 0.3828)) + \\ &(2,433.38 + 2,504.74) \times (1.1914 + 0.3828)] \times 1.0 \times 1.0 \\ &= 17,788.49 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

|                    |                       |            |       |
|--------------------|-----------------------|------------|-------|
| เปลี่ยน 20 เครื่อง | ประหยัดค่าไฟฟ้าได้รวม | 355,769.98 | บาท   |
|                    | เงินลงทุนรวม          | 340,000    | บาท   |
|                    | ระยะเวลาคืนทุน        | 11         | เดือน |



# การเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์    | จำนวน (ตัว) | ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) | กำลังไฟฟ้า (kW) |
|-------|----------------|-------------|------------------------------------|-----------------|
| 1     | ห้องผู้จัดการ  | 1           | 17,981.37                          | 2.26            |
| 2     | ห้องประชุมใหญ่ | 1           | 24,467.04                          | 4.35            |
| 3     | ห้องประชุมเล็ก | 1           | 18,652.68                          | 2.70            |
| 4     | ออฟฟิศ1        | 1           | 29,264.04                          | 3.50            |
| 5     | ออฟฟิศ2        | 1           | 19,572.98                          | 3.31            |
| 6     | ออฟฟิศ3        | 1           | 25,618.32                          | 3.89            |
| 7     | ห้องpattern    | 1           | 20,567.25                          | 3.44            |



พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

4,678.40 kWh/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้

17,871.49 บาท/ปี

# การเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ



ลงทุนค่า Evaporative Cooling รวมค่าติดตั้ง

รวมเป็นเงิน (รวม Vat 7 %)

ระยะเวลาคืนทุน

FIRR

33,000 บาท

1.85 ปี

52.56 %



# **คำถาม ??**

**พพ. # One Stop Service**

**www.dede.go.th**

**0-2226-2311**

**วงกต วงศ์อภัย**

**wongkot\_w@ yahoo.com**

**081-681-2002**

**แหล่งข้อมูล Maintenance เชิงพลังงาน**

**สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม (สภาอุตสาหกรรม)**

**<http://iie.or.th/iie2003/knowledge/article/detail.aspx?id=60>**