

รายงานการวิจัย

เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

ENERGY CONSERVATION IN AIR CONDITIONING SYSTEM



ผู้วิจัย

ผศ. อำนาจ แสงอินทร์

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2550

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ (ENERGY CONSERVATION IN AIR CONDITIONING SYSTEM)

อำนาจ แสงอินทร์¹

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อจัดทำแบบ บพอ. 2 ในส่วนของระบบปรับอากาศ วิเคราะห์หามาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ และวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน ผลการวิจัยพบว่า อาคารที่ศึกษามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 295,303.33 หน่วย/เดือน เป็นเงิน 1,276,033.17 บาท/เดือน อัตราค่าไฟฟ้า 4.32 บาท/หน่วย มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จำนวน 911 เครื่อง ความจุรวม 2,869 TON

จากผลการวิจัยพบว่าสำนักงานอธิการบดี และสถาบันวิทยบริการอาคารเก่า สมควรเปลี่ยนเป็นเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 130 และ 100 TON ตามลำดับ จะสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 66,695.00 และ 99,600.00 บาท/เดือน เงินลงทุน 3,120,000.00 และ 2,400,000.00 บาท อัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 9.00 และ 23.00 ตามลำดับ

สำหรับอาคารเรียนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศก่อนปี 2539 จำนวน 104 เครื่อง ความจุรวม 285 TON สมควรเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชุดใหม่จะสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 89,035.00 บาท/เดือน เงินลงทุน 4,275,000.00 บาท อัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 8.00

ส่วนอาคารเรียนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศระหว่างปี 2540 - 2550 จำนวน 527 เครื่อง ความจุรวม 1,736 TON สมควรล้างเครื่องปรับอากาศทุก 6 เดือน จะสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 200,537.00 บาท/เดือน เงินลงทุน 632,400.00 บาท อัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 11.00

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครูศาสตราจารย์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ENERGY CONSERVATION IN AIR CONDITIONING SYSTEM

Amnat Sangin¹

ABSTRACT

The research aimed to report energy consumption in building (ECB.) analyst energy conservation in air condition system and analyst internal rate of return (IRR). The result showed the building was installed air conditioner 911 sets total capacity 2,869 TON. The average electric energy consumption 295,303.00 kWh/month electricity cost 1,276,033.17 ฿/month and the rate of energy 4.32 ฿/kWh

The Administrative Office and Library Office were installed split type air conditioner ought to be installed water cooled chiller 130 and 100 TON respectively. They can be save electricity cost 66,695.00 and 99,600.00 ฿/month which investment 3,120,000.00 and 2,400,000.00 ฿ IRR 9.00 and 23.00 % respectively.

Class Room Building were installed air conditioner before 1996 about 104 sets total capacity 285 TON. ought to be installed all new air conditioner. They can be save electricity cost 89,035.00 ฿/month which investment 4,275,000.00 ฿ and IRR 8.00 %

Class Room Building were installed air conditioner since 1997 to 2007 about 527 sets total capacity 1,736 TON. ought to be cleaned every 6 month. They can be save electricity cost 200,537.00 ฿/month which investment 632,400.00 ฿ and IRR 11.00 %

Key words : Energy Conservation

¹ Bangkok Technical Campus, Rajamangala Institute of Technology.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุพการีผู้ให้กำเนิด คุณครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ทานอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ผู้ให้ความเมตตา และให้กำลังใจในการประกอบสัมมาชีพ ทานรองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ทานผู้อำนวยการสำนักวิจัย ที่ได้โปรดสนับสนุนให้ทุนในการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ปราโมทย์ อนันตวรราชพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัยที่ได้กรุณาให้แนวความคิดและคำแนะนำอย่างใกล้ชิดตลอดมา คุณณิญาญ์ คั่นทุมมาศ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่สนับสนุนเอกสารทางด้านกฎ ระเบียบ พระราชบัญญัติ ที่ใช้ประกอบการอ้างอิง ขอขอบพระคุณ บริษัท Daikin Industries, Ltd ที่ได้ให้โอกาสผู้วิจัยเข้าร่วมสัมมนาทางด้านระบบปรับอากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้นำความรู้ ประสบการณ์ และเอกสารที่ได้รับมาอ้างอิงในการวิจัย ขอขอบพระคุณสำนักพิมพ์ และผู้แต่งหนังสือทุกท่านที่เปรียบเสมือนประทีปส่องทางให้ผู้วิจัยเกิดความสว่างไสวทางปัญญา ขอขอบคุณคณาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลและอำนวยความสะดวกด้านต่าง ๆ และขอขอบคุณผู้ที่มีได้กล่าวนามทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานสำเร็จลงด้วยดี ประโยชน์อันใดที่เกิดการวิจัยนี้ย่อมเป็นผลจากความกรุณาของท่านที่กล่าวมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผศ. อำนาจ แสงอินทร์

ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สัญลักษณ์	ญ

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัย

2.1 การจัดทำแบบส่งข้อมูล และการบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุม	5
2.2 การวิเคราะห์หาแนวทางประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ	7
2.3 การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ	23
2.4 อัตราผลตอบแทนการลงทุน	32
2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33

3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การจัดทำแบบส่งข้อมูลและบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุม ตามแบบ บพอ.	34
3.2 วิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ	35
3.3 วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน	40

4. ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับอาคารควบคุมตามแบบ บพอ.	41
4.2 ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลหามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ	56
4.3 ข้อมูลและการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลและข้อเสนอแนะการจัดทำแบบ บพอ. 1	74
5.2 สรุปผลและข้อเสนอแนะมาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ	75
5.3 สรุปผลและข้อเสนอแนะอัตราผลตอบแทนการลงทุนในระบบปรับอากาศ	77
เอกสารอ้างอิง	80
ภาคผนวก ก. หนังสือกระทรวงพลังงาน ที่ พน 0600 / 4617 ลงวันที่ 28 ธันวาคม 2548	81
ภาคผนวก ข. ข้อเสนอแนะการจัดทำแบบส่งข้อมูลสำหรับอาคารควบคุม ท้ายกฎกระทรวงว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการและระยะเวลาในการส่งข้อมูล และการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2547	90
ภาคผนวก ค. ตารางคำนวณค่า IRR	102
ประวัตินักวิจัย	104

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงทางออกคอนเดนเซอร์เป็นของเหลวเย็นยิ่งทำให้ประหยัดพลังงาน	14
ตารางที่ 2.2 ชื่ออุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	16
ตารางที่ 2.3 มาตรฐานเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	21
ตารางที่ 2.4 มาตรฐานเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ	21
ตารางที่ 2.5 แสดงสลากระบายไฟฟ้า	22
ตารางที่ 2.6 แสดงฟังก์ชันคำนวณอัตราผลตอบแทนการลงทุน	32
ตารางที่ 3.1 บันทึกค่าพื้นที่หน้าตัด, ความเร็วลม, ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิ, ΔH และ kW	39
ตารางที่ 4.1 แสดงอาคาร โซนที่ 1	47
ตารางที่ 4.2 แสดงอาคาร โซนที่ 2	48
ตารางที่ 4.3 แสดงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 109.13 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 66,695.01 บาท คิดเป็นร้อยละ 50.96	61
ตารางที่ 4.4 แสดงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 102.27 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 99,559.51 บาท คิดเป็นร้อยละ 59.37	64
ตารางที่ 4.5 ค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นเครื่องปรับอากาศห้องเรียนที่ติดตั้งก่อนปี 2539	66
ตารางที่ 4.6 แสดงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 159.60 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 39,284.39 บาท	67
ตารางที่ 4.7 ค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นเครื่องปรับอากาศห้องเรียนที่ติดตั้งปี 2540 - 2550	68
ตารางที่ 4.8 แสดงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 572.88 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 200,536.93 บาท	69
ตารางที่ 4.9 แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 9	70
ตารางที่ 4.10 แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 23	71
ตารางที่ 4.11 แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 8	72
ตารางที่ 4.12 แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 11	73

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงที่ตั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	2
รูปที่ 1.3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	3
รูปที่ 2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 500 kVA	6
รูปที่ 2.2 แสงอาทิตย์สาดส่องแหล่งน้ำทำให้อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง	7
รูปที่ 2.3 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อความสบาย	7
รูปที่ 2.4 แสดงอุปกรณ์หลักของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	8
รูปที่ 2.5 แสดงวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ	9
รูปที่ 2.6 แสดงด้านความดันสูงและด้านความดันต่ำ ตามวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ	10
รูปที่ 2.7 แสดงระบบปิด	11
รูปที่ 2.8 จากรูป $h_1 = 110 \text{ Btu/lb}$, $h_2 = 135 \text{ Btu/lb}$, $h_3 = h_4 = 53 \text{ Btu/lb}$, $RE = 57 \text{ Btu/lb}$	13
รูปที่ 2.9 จากรูป $h_1 = 110 \text{ Btu/lb}$, $h_2 = 127 \text{ Btu/lb}$, $h_3 = h_4 = 42 \text{ Btu/lb}$, $RE = 68 \text{ Btu/lb}$	14
รูปที่ 2.10 ชุดควบแน่น	15
รูปที่ 2.11 หน่วยแฟนคอยล์	15
รูปที่ 2.12 หน่วยเครื่องส่งลม	16
รูปที่ 2.13 แสดงมอเตอร์ขับเคลื่อนเพรสเซอร์ชนิดหุ้มปิด	17
รูปที่ 2.14 แสดงอุณหภูมิเย็นกลับ อุณหภูมิ 75°F ผ่านหน่วยแฟนคอยล์กลายเป็นลมจ่ายเข้าห้อง อุณหภูมิ 55°F	18
รูปที่ 2.15 แสดงอุณหภูมิและความดันของ R – 22 ภายในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	19
รูปที่ 2.16 แสดงแผนภูมิความดัน – เอนทัลปี ของ R – 22 ภายในเครื่องปรับอากาศ	20
รูปที่ 2.17 แสดงฉลากประหยัดไฟฟ้า เบอร์ 5	22
รูปที่ 2.18 ชาวอียิปต์อาศัยหลักการที่น้ำระเหยผ่านผิวพรุน ๆ ทำให้น้ำในโอ่งเย็นลง	23
รูปที่ 2.19 แสดงหน้าที่ของเครื่องปรับอากาศ	23
รูปที่ 2.20(ก) แสดงหน่วยแฟนคอยล์ (ข) ชุดควบแน่น และ (ค) ท่อสารทำความเย็น	24
รูปที่ 2.21 แสดงตำแหน่งติดตั้งชุดควบแน่น	25
รูปที่ 2.22 แสดงลมร้อนที่ระบายออกจากชุดควบแน่นที่เป่าเข้าหาชุดควบแน่นอีกชุดหนึ่ง	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.23 สมระบายนความร้อนออกตามทิศทางลมธรรมชาติ	26
รูปที่ 2.24 สมเย็นกระจายได้ทั่วห้อง	26
รูปที่ 2.25 ห้องเรียนควรปรับอุณหภูมิ 25° C	27
รูปที่ 2.26 ห้องนอนควรปรับอุณหภูมิ 26 - 28° C	27
รูปที่ 2.27 ยอ้านำสิ่งของขวางทางลมเข้า - ออก หน่วยแฟนคอยล์	28
รูปที่ 2.28 หลีกเลี่ยงการปรุงอาหารในห้องปรับอากาศ	28
รูปที่ 2.29 ไม่ควรปลูกต้นไม้ในห้องปรับอากาศ	28
รูปที่ 2.30 ความดันคอนเดนเซอร์ 278 psig อุณหภูมิ 125 ° F	29
รูปที่ 2.31 ความดันเครื่องระเหย 70 psig อุณหภูมิ 40 ° F	29
รูปที่ 2.32 แสดงอากาศที่หมุนเวียนในห้องปรับอากาศ	30
รูปที่ 2.33 ความดันเครื่องระเหย 48 psig อุณหภูมิ 24 ° F ทำให้น้ำแข็งจะจับที่เครื่องระเหย	31
รูปที่ 2.34 ความดันเครื่องระเหย 84 psig อุณหภูมิ 50 ° F อุณหภูมิลมจ่ายสูงเปลืองพลังงาน	31
รูปที่ 3.1 แสดงแบบ บพอ. 1 และแบบ บพอ. 2	34
รูปที่ 3.2(ก) ดำรวจขนาดความจุ (ข) เติมสารทำความเย็น และ (ค) ทำความสะอาดชุดความแน่น	35
รูปที่ 3.3 วัดพื้นที่หน้าตัดของชุดจ่ายลมเย็น	37
รูปที่ 3.4 วัดความเร็วลมที่ออกจากชุดจ่ายลมเย็น	37
รูปที่ 3.5 วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่ชุดจ่ายลมเย็น	38
รูปที่ 3.6 วัดค่า kW ของเครื่องปรับอากาศ	39
รูปที่ 3.7 วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน	40
รูปที่ 4.1 แสดงผังอาคารที่ศึกษา	46
รูปที่ 4.2 บันทึกคนักปฏิบัติ	53
รูปที่ 4.3 แสดงพื้นที่ปรับอากาศ และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	53
รูปที่ 4.4 แสดงพลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์) พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ - ชั่วโมง) และค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท) ประจำเดือน มกราคม - มิถุนายน 2550	54
รูปที่ 4.5 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	55
รูปที่ 4.6 แสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศสำนักงาน และเครื่องปรับอากาศห้องเรียน	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.7 แสดงจำนวนและขนาดความจุเครื่องปรับอากาศสำนักงาน	56
รูปที่ 4.8 (ก) จำนวนและขนาดเครื่องปรับอากาศสำนักงานคณะ และ (ข) จำนวนเครื่องปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ	57
รูปที่ 4.9 (ก) จำนวนและขนาดเครื่องปรับอากาศประจำห้องเรียน และ (ข) จำนวนเครื่องปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ	58
รูปที่ 4.10 (ก) (ข) ชุดควบคุมแน่นสกรปรกมีฝุ่นเกาะ (ค) หน่วยแฟนคอยล์ และ (ง) ถมระบายความร้อนย้อนกลับเข้าชุดควบคุมแน่น	59
รูปที่ 4.11 สักส่วนเครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี	60
รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบพลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	61
รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนกับเครื่องทำน้ำเย็น	62
รูปที่ 4.14 แสดงสักส่วนเครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ	62
รูปที่ 4.15 แสดงจำนวนเครื่อง และความจุรวมของเครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ	63
รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนกับเครื่องทำน้ำเย็น	63
รูปที่ 4.17 สักส่วนจำนวนเครื่องปรับอากาศหอประชุม	65
รูปที่ 4.18 แสดงจำนวนเครื่องและความจุรวมของเครื่องปรับอากาศหอประชุม	65
รูปที่ 4.19 ค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นเทียบกับค่ามาตรฐาน	66
รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเก่ากับที่ติดตั้งใหม่	67
รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นก่อน – หลังล้างเครื่องปรับอากาศ และค่ามาตรฐาน	68
รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นก่อน – หลังล้างเครื่องปรับอากาศ	69
รูปที่ 5.1 กองอนุรักษ์พลังงาน	75

สัญลักษณ์

กฟผ.	=	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
บพอ. 1	=	แบบส่งข้อมูลการใช้พลังงานของอาคาร
บพอ. 2	=	แบบบันทึกการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
พพ.	=	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
มทร.ก.	=	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ศร	=	กระทรวงศึกษาธิการ
A	=	พื้นที่ (Area), in ² (m ²)
bar	=	หน่วยวัดความดัน
Btu/h	=	บีทียูต่อชั่วโมง
Btu/lb	=	บีทียูต่อปอนด์
CFM	=	ปริมาณลมเย็นที่ไหลผ่านชุดจ่ายลมเย็น เป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาที
ChP	=	ค่าพลังไฟฟ้ากิโวลต์ต่อตันความเย็น
CMM	=	ปริมาณลมเย็นที่ไหลผ่านชุดจ่ายลมเย็น เป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที
COP	=	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance)
°C	=	องศาเซลเซียส
DM	=	ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand)
E	=	พลังงาน, Btu (kJ)
EER	=	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio)
ERR	=	อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโครงการ (Economic Rate of Return)
FRR	=	อัตราผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ (Financial Rate of Return)
°F	=	องศาฟาเรนไฮต์
g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, m/s ² (m/s ²)
guesse	=	ค่าสุ่มเพื่อให้ใกล้เคียงผลลัพธ์ IRR
h	=	เอนทาลปี, Btu / lb (kJ / kg)
HCFC-22	=	สารไฮโดรคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน 22 (ดู R-22)
ΔH	=	ค่าแตกต่างของเอนทาลปีของอากาศ
IRR	=	อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return)

สัญลักษณ์ (ต่อ)

in^2	=	ตารางนิ้ว
kW-hr	=	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง (หน่วย)
kVA	=	กิโลโวลต์แอมแปร์
LF	=	ตัวประกอบภาระไฟฟ้า (Load Factor)
MRR	=	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาว (Minimum Retail Rate)
m°	=	อัตราการไหลของสารทำความเย็น, lb / s (kg / s)
m^2	=	ตารางเมตร
PF	=	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor)
P - h Diagram	=	แผนภูมิความดัน - เอนทัลปี (Pressure - enthalpy Diagram)
psia	=	ความดันปอนด์ต่อตารางนิ้วสมบูรณ์
psig	=	ความดันปอนด์ต่อตารางนิ้วเกจ
q	=	ความร้อน, Btu / hr (kW)
q_{cond}	=	ความร้อนที่ระบายออกจากชุดควบแน่น
q_{evap}	=	ความร้อนที่เครื่องระเหยได้รับ
R-22	=	สารอาร์-22 เป็นสารทำความเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศที่อยู่อาศัย
RE	=	ผลการทำความเย็น (Refrigeration Effect)
TON	=	ตันความเย็น (Ton of Refrigerant)
TOD	=	ผู้ใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff)
TOU	=	ผู้ใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาการใช้งาน (Time of Used Tariff)
v	=	ความเร็วของสารทำความเย็น, ft/s (m / s)
value	=	การอ้างอิงไปยังเซลล์ที่ต้องการหาผลตอบแทน
w	=	งาน, Btu/s (kW)
w_{comp}	=	งานคอมเพรสเซอร์, Btu/s (kW)
z	=	ระดับความสูง, ft (m)

บทที่ 1

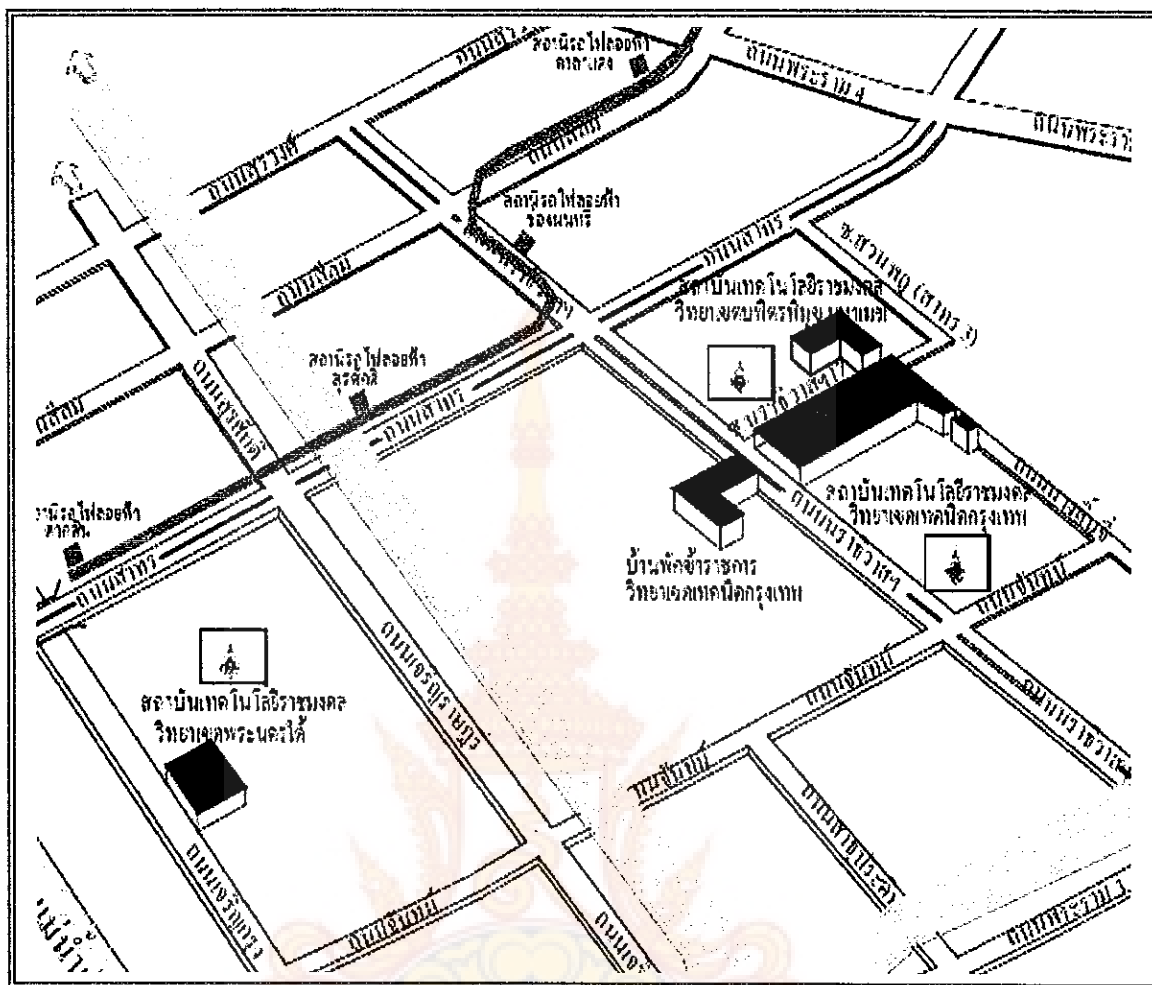
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการได้มีหนังสือด่วนที่สุด ที่ ศธ 0208 / 4573 ลงวันที่ 17 ตุลาคม 2548 เรียน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน เรื่อง ขอให้สถานศึกษาทั้งรัฐ และเอกชนสามารถเลือกใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเดิม เนื่องจากค่าไฟฟ้าในอัตราปกติ 6.1 หน่วยละ 1.70 บาท เมื่อถูกเปลี่ยนเป็นอัตรา 6.2 ตามช่วงเวลการใช้ (Time of Use Tariff : TOU) ต้องจ่ายค่าไฟฟ้า หน่วยละประมาณ 2.70 บาท เพื่อให้สถานศึกษาเหลือเม็ดเงินไปบริหารจัดการทางด้านการศึกษาให้เจริญก้าวหน้าต่อไป ซึ่งรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน ได้เรียนชี้แจงว่าให้สถานศึกษาที่ใช้ไฟฟ้า 250,000 หน่วย / เดือนขึ้นไปเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าอัตรา 6.2 เช่นเดียวกับธุรกิจเอกชนเพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตามหนังสือกระทรวงพลังงาน ที่ พน 0600 / 4617 ลงวันที่ 28 ธันวาคม 2548 (รายละเอียดในภาคผนวก ก.) ส่งผลให้สถานศึกษาทั้งรัฐและเอกชนต้องเร่งดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ได้รับการสถาปนาขึ้นตาม พระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2548 ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 122 ตอนที่ 6 ก ลงวันที่ 18 มกราคม 2548 อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 56(2) กำหนดให้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ประกอบด้วย วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ (อาคารควบคุมเลขที่ TSIC – ID 93150 – 0086) วิทยาลัยเขตบพิตรพิมุขมหาเมฆ และวิทยาเขตพระนครใต้ โดยให้สำนักงานมหาวิทยาลัยตั้งอยู่เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 เปิดทำการสอนหลักสูตรปริญญาตรี รวม 7 คณะ คือ.-

1. คณะศิลปศาสตร์
2. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
4. คณะวิศวกรรมศาสตร์
5. คณะบริหารธุรกิจ
6. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
7. คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ



รูปที่ 1.1 แสดงที่ตั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ได้ตระหนักถึงการอนุรักษ์พลังงานจึงได้ออกคำสั่ง มทรท. ที่ 211 / 2548 ลงวันที่ 29 พฤศจิกายน 2548 เรื่อง การแต่งตั้งคณะกรรมการประหยัดพลังงาน และค่าสาธารณูปโภคในมหาวิทยาลัย ฯ ซึ่งได้ทำการประชุมเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2549 เวลา 13.30 น. ณ ห้องประชุมวิทยายุทธพิตรพิมุข มหาเมฆ เพื่อหามาตรการอนุรักษ์พลังงานในมหาวิทยาลัย

การใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักจัดเป็น **ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 6.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Tariff)** ผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเลขที่ X 21 – 929 – 024272 2 โดยมี.-

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ประกอบด้วย.-
 - 1.1 ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 1,546.00 กิโลวัตต์
 - 1.2 พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 292,303.33 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน
 - 1.3 เงินค่าไฟฟ้า 1,276,033.17 บาท/เดือน
 - 1.4 อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 4.32 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

2. การใช้ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอื่น ๆ ซึ่งระบบปรับอากาศมีนัยสำคัญที่สมควรทำการวิจัยเพื่อหามาตรการประหยัดพลังงาน และวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุนอันเป็นกรณีป้องกันซึ่งถึงศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 จัดทำแบบส่งข้อมูล และแบบบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุมตามแบบ บพอ. ในส่วนระบบปรับอากาศ
- 1.2.2 วิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ
- 1.2.3 วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการศึกษาในอาคารควบคุมเลขที่ TSIC – ID 93150 – 0086 ตั้งอยู่เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 โทรศัพท์ 02 286-3991-5 โทรสาร 02 287-9653



รูปที่ 1.2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ประหยัดพลังงาน เนื่องจากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้นความเย็นลดลง
- 1.4.2 สุขภาพของผู้ทำงานในห้องปรับอากาศ เนื่องจากการทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศตามกำหนดทำให้อากาศที่ไหลเวียนในห้องสะอาดขึ้น
- 1.4.3 ลดสภาวะโลกร้อน เนื่องจากการผลิตไฟฟ้า ร้อยละ 70 ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง เมื่อมีการประหยัดพลังงานส่งผลให้การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศลดลง



บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแบบส่งข้อมูล และแบบบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุมตาม แบบ บพอ, วิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ และวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน เพื่อให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ ได้อาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย-

2.1 การจัดทำแบบส่งข้อมูล และการบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุม

อาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรา 3 กำหนดว่า

“พลังงาน” หมายความว่า ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้งานได้ ได้แก่พลังงานหมุนเวียน พลังงานสิ้นเปลือง และให้หมายความรวมถึงสิ่งที่อาจให้งานได้ เช่น เชื้อเพลิง ความร้อน และไฟฟ้า เป็นต้น

“อนุรักษ์พลังงาน” หมายความว่า ผลิตและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

“อาคาร” หมายความว่า อาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

“เจ้าของอาคาร” หมายความว่า บุคคลอื่นซึ่งครอบครองอาคารด้วย

การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ตามมาตรา 17 กำหนดให้ดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- (1) การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
- (2) การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคาร ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
- (3) การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ
- (4) การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) การใช้และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
- (6) การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์
- (7) การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ทำหน้าที่ตรวจสอบ ควบคุม และส่งเสริมให้อาคารควบคุมตระหนักถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยตราเป็น พระราชกฤษฎีกา กำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 มาตรา 3(1) กำหนดว่า

“อาคารควบคุม” หมายถึง อาคารที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 kW หรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าตั้งแต่ 1,175 kVA ขึ้นไป

“เจ้าของอาคารควบคุม” ต้องแต่งตั้งผู้รับผิดชอบพลังงาน เพื่อทำการอนุรักษ์พลังงาน ตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงาน ให้เป็นไปตามมาตรฐานตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด ในกฎกระทรวง (พ.ศ. 2538)



รูปที่ 2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 500 kVA

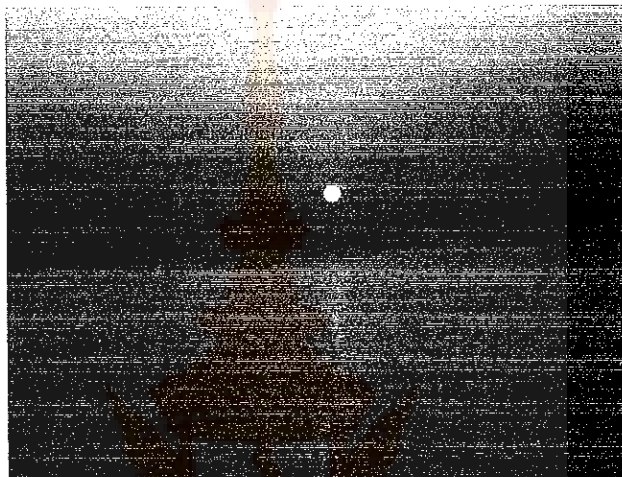
เจ้าของอาคารควบคุม ต้องส่งข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงาน ตามแบบ บพอ. ซึ่งแบ่งออกเป็น แบบ บพอ. 1 ใช้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานในอาคาร และ แบบ บพอ. 2 ใช้บันทึกข้อมูล การเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน ดังรายละเอียดท้ายกฎกระทรวง ว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการ และระยะเวลาในการส่งข้อมูลและการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ. 2547 ซึ่งเจ้าของอาคารควบคุมต้องส่งให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปีละ 2 ครั้ง

ครั้งแรก ข้อมูล เดือนมกราคม – มิถุนายน ให้ส่งภายในเดือนกรกฎาคม ของปีเดียวกัน

ครั้งที่สอง ข้อมูล เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม ให้ส่งภายในเดือนมกราคม ของปีถัดไป

2.2 การวิเคราะห์หาแนวทางประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

ประเทศไทยอยู่ในโซนร้อนชื้น (heating and humidifying) เนื่องจากอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร (Equator) เมื่อแสงอาทิตย์สาดส่องกระทบแหล่งน้ำเกิดการระเหยตัวทำให้อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในอากาศสูงเวลาเหงื่อออกจะระเหยได้ช้า เช่น เวลาไปตากอากาศชายทะเลจะรู้สึกเหนียวตัว



รูปที่ 2.2 แสงอาทิตย์สาดส่องแหล่งน้ำทำให้อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง

เพื่อให้เกิดความสบายมนุษย์จึงต้องอาศัยเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศจึงจำเป็นต้องรู้หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ การติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี

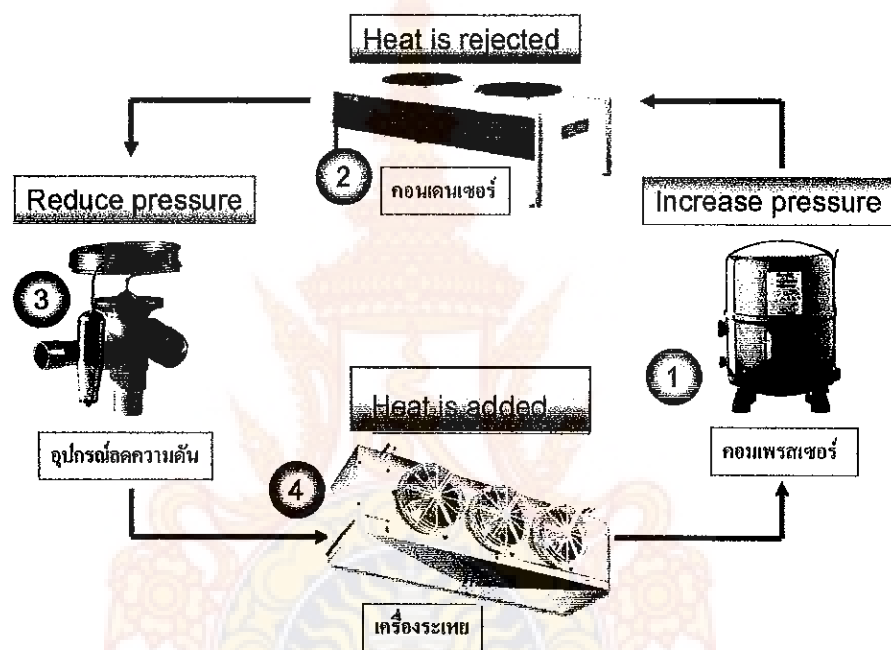


รูปที่ 2.3 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อความสบาย

2.2.1 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศที่นิยมใช้ในปัจจุบันอาศัยพลังงานกลขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ จึงเรียกว่า ระบบทำความเย็นและปรับอากาศเชิงกล ซึ่งมีคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่อัดไอสารทำความเย็นให้หมุนเวียนในระบบ จึงเรียกว่า วงจรการทำความเย็นแบบอัดไอ ซึ่งมีอุปกรณ์หลักประกอบด้วย (Whitman : 2000, 30)

1. คอมเพรสเซอร์ 2. คอนเดนเซอร์ 3. อุปกรณ์ลดความดัน 4. เครื่องระเหย



รูปที่ 2.4 แสดงอุปกรณ์หลักของวงจรการทำความเย็นแบบอัดไอ

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) หมายถึง เครื่องอัดซึ่งใช้อัดสารทำความเย็นที่หมุนเวียนในระบบทำความเย็นในสถานะแก๊สให้มีความดันเพิ่มขึ้น (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 22)
2. คอนเดนเซอร์ (Condenser) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำให้ไอกลายเป็นของเหลว โดยการระบายความร้อนแฝงออก (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 23)
3. อุปกรณ์ลดความดัน (Refrigerant Metering Device) ทำหน้าที่ ควบคุมสารทำความเย็นและลดความดัน (reduced pressure) สารทำความเย็นเหลว (pure liquid) ที่ออกจากคอนเดนเซอร์ตามปริมาณที่ต้องการ
4. เครื่องระเหย (Evaporator) หมายถึง อุปกรณ์ของชุดทำความเย็นที่ใช้สำหรับระเหยสารทำความเย็นเพื่อรับความร้อนจากของไหลอื่น เช่น น้ำ อากาศ น้ำเกลือ น้ำมัน ทำให้อุณหภูมิของไหลนั้นอุณหภูมิลดลง (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 43)

2.2.2 วัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression Cycle)

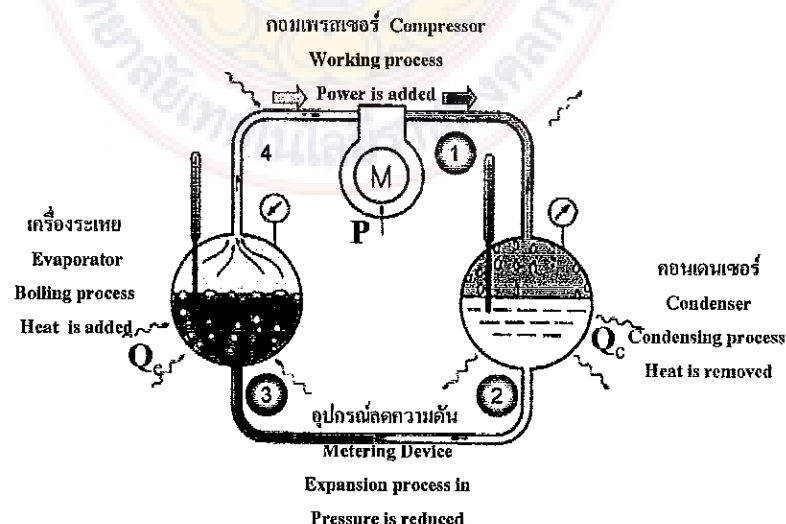
ในวัฏจักรมีสารทำความเย็นไหลเวียนอยู่ภายในซึ่งมีการทำงานแบ่งออกเป็น 4 กระบวนการ คือ (Stoecker : 1982, 195 - 196)

1. กระบวนการอัดไอแบบความรอนคงที่ชนิดย้อนกลับได้ (Reversible and Adiabatic Compression) สารทำความเย็นที่ออกจาก **เครื่องระเหย** (จุดที่ 1) มีสถานะเป็นไอ (vapour) ความดันต่ำ (low pressure) อุณหภูมิต่ำ (low temperature) เข้า **คอมเพรสเซอร์** ซึ่งมีมอเตอร์เป็นต้นกำลัง (power is added) อัดทำให้เป็นไอที่มีความดันสูง (high pressure) และอุณหภูมิสูง (high temperature) ส่งไปยัง **คอนเดนเซอร์** (จุดที่ 2)

2. กระบวนการคายความร้อนแบบความดันคงที่ชนิดย้อนกลับ (Reversible Rejection of Heat at Constant Pressure) ไอสารทำความเย็นที่เข้า **คอนเดนเซอร์** (จุดที่ 2) ถูกระบายความร้อนออก (heat is rejected) ทำให้กลั่นตัวเป็นสารทำความเย็นเหลว (liquid) ความดันสูง และอุณหภูมิสูง ส่งไปยัง **อุปกรณ์ลดความดัน** (จุดที่ 3)

3. กระบวนการขยายตัวชนิดย้อนกลับไม่ได้ (Irreversible Expansion at Constant Enthalpy) สารทำความเย็นเหลว (จุดที่ 3) เข้าสู่ **อุปกรณ์ลดความดัน** ทำให้ความดัน และอุณหภูมิลดลง ส่งไปยัง **เครื่องระเหย** (จุดที่ 4)

4 . กระบวนการรับความร้อนแบบความดันคงที่ชนิดย้อนกลับได้ (Reversible Addition of Heat at Constant Pressure) สารทำความเย็นความดันต่ำ และอุณหภูมิต่ำเข้าสู่ **เครื่องระเหย** (จุดที่ 4) เมื่อได้รับความร้อน (heat is added) จากบริเวณปรับอากาศ ทำให้สารทำความเย็นระเหยกลายเป็นไอ กลับเข้าสู่ **คอมเพรสเซอร์** (จุดที่ 1) ซึ่งหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดไป



รูปที่ 2.5 แสดงวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ

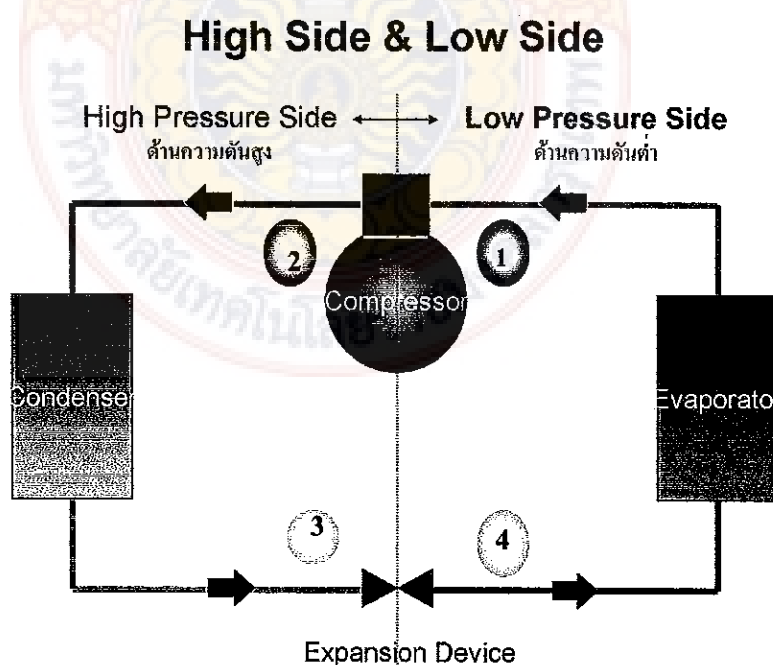
วัฏจักร น. ช่วงระยะเวลาของเหตุการณ์ หรือกิจกรรมชุดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้น และดำเนินติดต่อกันไปอย่างมีระเบียบจนจบลง ณ จุดเริ่มต้นนั้นอีก (ราชบัณฑิตยสถาน : 2525, 757)

กระบวนการ น. ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงอย่างมีระเบียบไปสู่ผลอย่างหนึ่ง เช่น กระบวนการเจริญเติบโตของเด็ก, กรรมวิธีหรือลำดับการกระทำซึ่งดำเนินต่อเนื่องกันไปจนสำเร็จลง ณ ระดับหนึ่ง เช่น กระบวนการเคมีเพื่อผลิตสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (ราชบัณฑิตยสถาน : 2525, 35 – 36)

2.2.3 ด้านความดันสูง และด้านความดันต่ำ (High Pressure Side and Low

Pressure Side) กระบวนการต่าง ๆ ตามวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอแบ่งความดันออกเป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านความดันสูง (High Pressure Side, HS) หมายถึง ส่วนของระบบทำความเย็นซึ่งทำงานที่ความดันใกล้เคียงกับความดันควบแน่น (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 57) เริ่มจาก (จุดที่ 1) ไอสารความเย็นเข้าคอมเพรสเซอร์ ถูกอัดทำให้ความดันสูงและอุณหภูมิสูง ส่งไปยังคอนเดนเซอร์ (จุดที่ 2) ระบายความร้อนออกทำให้กลั่นตัวเป็นสารทำความเย็นเหลวความดันสูง ส่งไปยังอุปกรณ์ ลดความดัน (จุดที่ 3)
2. ด้านความดันต่ำ (Low Pressure Side, LS) หมายถึง ส่วนของระบบทำความเย็นซึ่งทำงานที่ความดันที่ความดันใกล้เคียงกับความดันภายในเครื่องระเหย (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 67) เริ่มจากสารทำความเย็นผ่านอุปกรณ์ลดความดัน (จุดที่ 3) ทำให้ความดันลดลงส่งไปยัง เครื่องระเหย (จุดที่ 4)



รูปที่ 2.6 แสดงด้านความดันสูงและด้านความดันต่ำ ตามวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ

2.2.4 สมการการไหลแบบต่อเนื่อง (Steady Flow Energy Equation, SFEE)

วัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอเป็นการนำกระบวนการต่าง ๆ มาเรียงต่อกันเป็นระบบปิด เพื่อควบคุมปริมาตรให้คงที่ (control volume) ทำให้สารทำความเย็นในระบบไหลแบบต่อเนื่อง จึงอาศัยสมการการไหลแบบต่อเนื่องทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สมรรถนะของวัฏจักร ต่อไป

(1) นิยามของสมการพลังงานการไหลแบบต่อเนื่อง (Stoecker : 1982, 20)

“ อัตราการไหลของพลังงานเข้าที่จุด 1 (The rate of energy entering with the steam at point 1)

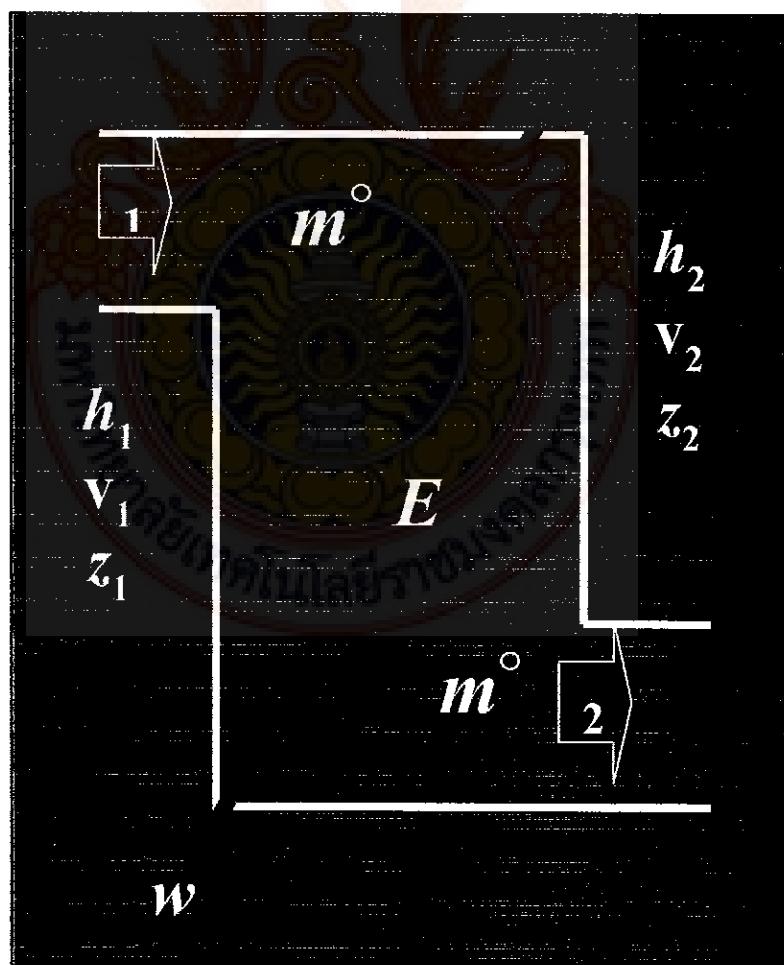
บวกด้วย พลังงานความร้อน (plus the rate of energy added as heat)

ลบด้วยงาน (minus the rate of energy performing work)

ลบด้วย อัตราการไหลของพลังงานออกที่จุด 2 (and minus the rate of energy leaving at point 2)

เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของพลังงานในระบบควบคุมปริมาตร

(equal the rate of change of energy in the control volume.) ”



รูปที่ 2.7 แสดงระบบปิด

จากนิยามสามารถเขียนสมดุลพลังงานได้ คือ

$$\dot{m} \left(h_1 + v_1^2 / 2 + gz_1 \right) + \dot{q} - \dot{m} \left(h_2 + v_2^2 / 2 + gz_2 \right) - \dot{w} = dE/dt \quad 2.1$$

เมื่อ	$\dot{m}$	=	อัตราการไหลของสารทำความเย็น, lb/s (kg/s)
	h	=	เอนทาลปี, Btu/lb (kJ/kg)
	v	=	ความเร็วของสารทำความเย็น, ft/s (m/s)
	g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, ft/s ² (m/s ²)
	z	=	ระดับความสูง, ft (m)
	$\dot{q}$	=	ความร้อน, Btu/s (kW)
	$\dot{w}$	=	งาน, Btu/s (kW)
	E	=	พลังงาน, Btu (kJ)

จากสมการที่ 2.1 ในกรณีที่การไหลแบบคงที่ (Steady Flow) แสดงว่าไม่แปรตามเวลา ($dE/dt = 0$)

$$\dot{m} \left(h_1 + v_1^2 / 2 + gz_1 \right) + \dot{q} = \dot{m} \left(h_2 + v_2^2 / 2 + gz_2 \right) + \dot{w} \quad 2.2$$

การไหลแบบคงที่แสดงว่า $v_1 = v_2$ และ $z_1 = z_2$

$$\dot{m} h_1 + \dot{q} = \dot{m} h_2 + \dot{w} \quad 2.3$$

$$\text{หรือ} \quad \dot{q} - \dot{w} = \dot{m} (h_2 - h_1) \quad 2.4$$

สมการที่ 2.4 เรียกว่า สมการการไหลแบบต่อเนื่อง (Steady Flow Energy Equation, SFEE)

(2) สมรรถนะของวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ (Performance of Vapor Compression Cycle)

จากสมการการไหลแบบต่อเนื่องสามารถนำมาประยุกต์ใช้หาค่าสมรรถนะของวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ ได้คือ

จาก สมการที่ 2.4 $\dot{q} - \dot{w} = \dot{m} (h_2 - h_1)$

ที่ คอมเพรสเซอร์ (จาก 1-2) $\dot{q} = 0$ เนื่องจากเป็นกระบวนการอัดไอแบบความร้อนคงที่

ดังนั้น $-\dot{w} = \dot{m} (h_2 - h_1)$

หรือ $\dot{w}_{\text{comp}} = \dot{m} (h_1 - h_2) \quad 2.5$

สมการที่ 2.5 $\dot{w}_{\text{comp}}$ มีค่าเป็น - แสดงว่างานเข้าสู่ระบบ

ที่ คอนเดนเซอร์ (จาก 2-3) $\dot{w} = 0$ เนื่องจากไม่มีงานเข้าสู่ระบบ

ดังนั้น $\dot{q}_{\text{cond}} = \dot{m} (h_3 - h_2) \quad 2.6$

สมการที่ 2.6 $\dot{q}_{\text{cond}}$ มีค่าเป็น - แสดงว่าความร้อนออกจากระบบ

ที่ อุปกรณ์ลดความดัน (จาก 3-4) $\dot{q}$ และ $\dot{w} = 0$ เนื่องจากไม่มีความร้อนและงานเข้าสู่ระบบ

สมการที่ 2.7 ใช้เปิดแผนภูมิความดัน – เอนทาลปี เพื่อหาค่า h_4

เนื่องจาก $h_4 = h_3 \quad 2.7$

ที่เครื่องระเหย (จาก 4-1) $w = 0$ เนื่องจากไม่มีงานเข้าสู่ระบบ

$$\text{ดังนั้น} \quad q_{\text{evap}} = m^\circ (h_1 - h_4) \quad 2.8$$

สมการที่ 2.8 q_{evap} มีค่าเป็น + แสดงว่าความร้อนเข้าสู่ระบบ

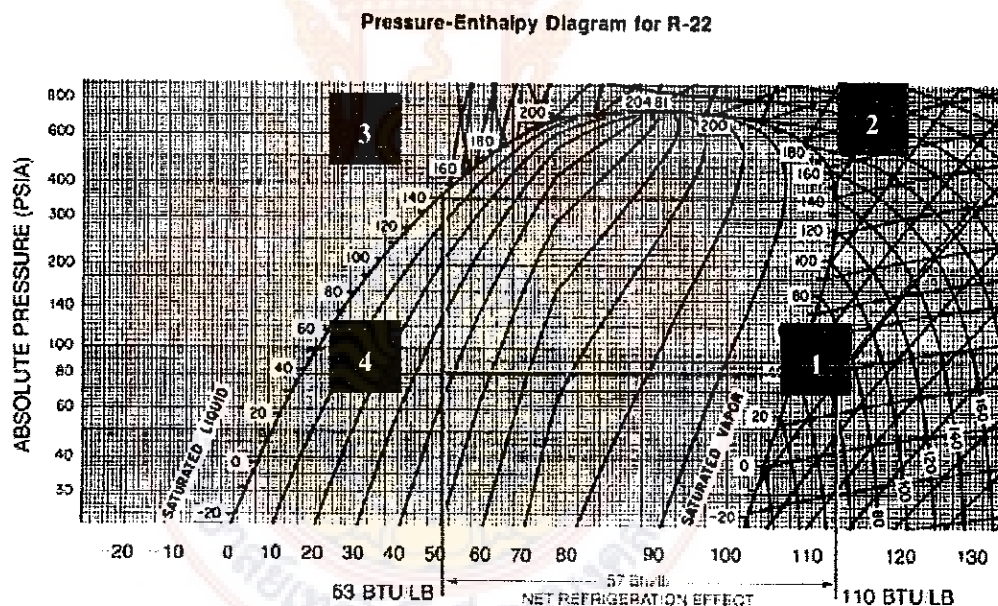
ความร้อนที่เครื่องระเหยได้รับ q_{evap} หรือเรียกว่า ผลจากการทำความเย็น (Refrigeration Effect, RE)

สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP)

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \text{RE} / w_{\text{comp}} \\ &= m^\circ (h_1 - h_4) / m^\circ (h_2 - h_1) \end{aligned} \quad 2.9$$

(3) แผนภูมิความดัน – เอนทาลปี (Pressure – enthalpy Diagram)

ในการหาค่าสมรรถนะของวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอต้องสมการที่ 2.5 – 2.9 ต้องรู้ค่าเอนทาลปี (h) ซึ่งหาได้จาก แผนภูมิความดัน – เอนทาลปี

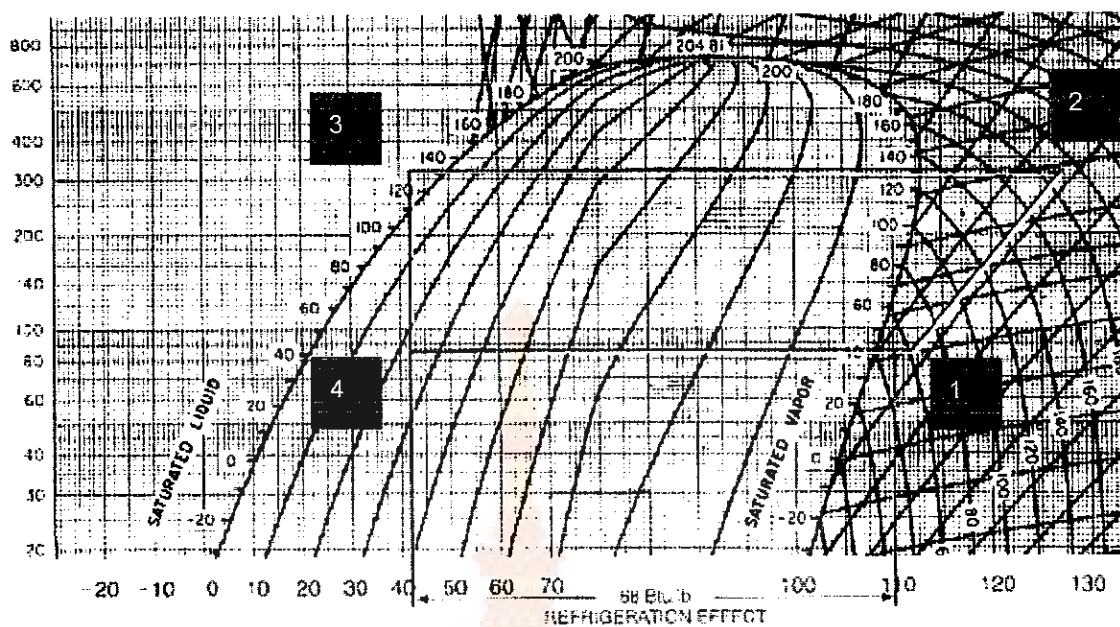


รูปที่ 2.8 จากรูป $h_1 = 110 \text{ Btu/lb}$, $h_2 = 135 \text{ Btu/lb}$, $h_3 = h_4 = 53 \text{ Btu/lb}$, $\text{RE} = 57 \text{ Btu/lb}$

ที่มา : Whitman, Refrigeration and Air Conditioning Technology, 2000, p. 48

(4) ของเหลวเย็นยิ่งยวด (Subcooled Liquid) หมายถึง ของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิควบแน่นของสาร ณ ความดันนั้น

การทำให้สารทำความเย็นตรงทางออกคอนเดนเซอร์เป็นของเหลวเย็นยิ่งยวดที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิควบแน่น 15°F โดยการทำความสะอาคอนเดนเซอร์ไม่ให้มีฝุ่นจับ ส่งผลให้การระบายความร้อนได้ดี ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูง และสามารถประหยัดพลังงานได้ ร้อยละ 11



รูปที่ 2.9 แสดงค่า $h_1 = 110$ Btu/lb, $h_2 = 127$ Btu/lb, $h_3 = h_4 = 42$ Btu/lb, RE = 68 Btu/lb

ที่มา : Whitman, Refrigeration and Air Conditioning Technology, 2000, p. 48

กฎกระทรวง ฉบับที่ 1 ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 กำหนดให้ เครื่องทำความเย็นแบบแยกส่วนสำหรับอาคารเก่า ใช้พลังงาน 1.61 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ส่วนเครื่องทำความเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ ใช้พลังงาน 0.70 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น เนื่องจากการระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ได้ดีกว่าจะทำให้ไอสารทำความเย็นกลายเป็นของเหลวเย็นยิ่งได้เพิ่มขึ้นจึงทำให้ประหยัดพลังงาน

ตารางที่ 2.1 แสดงทางออกคอนเดนเซอร์เป็นของเหลวเย็นยิ่งทำให้ประหยัดพลังงาน

คุณสมบัติ	จุดอิ่มตัว (รูปที่ 2.8)	ของเหลวเย็นยิ่ง (รูปที่ 2.9)	หมายเหตุ
h_1 , Btu/lb	110	110	$RE = h_1 - h_4$
h_2 , Btu/lb	127	127	Subcooled 15 °F
$h_3 = h_4$, Btu/lb	53	42	
RE , Btu/lb	57	68	ประหยัดพลังงาน 11 %

2.2.5 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

เครื่องปรับอากาศที่มีชุดควบแน่น และหน่วยแฟนคอยล์ แยกกันอยู่ โดยทั้งสองส่วนเชื่อมต่อกันด้วยท่อสารทำความเย็น เรียกว่า เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีขนาดตั้งแต่ 9,000 - 60,000 Btu/h นิยมใช้สำหรับที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ขนาดย่อม รวมถึงอาคารเรียน

ชุดควบแน่น (condensing unit) หมายถึง เครื่องควบแน่นพร้อมคอมเพรสเซอร์และอุปกรณ์ประกอบ (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 23)



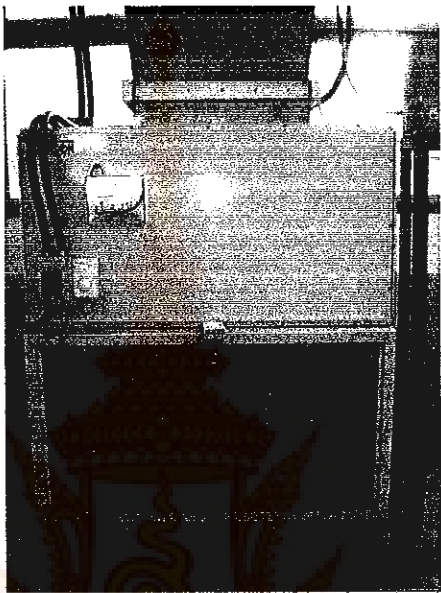
รูปที่ 2.10 ชุดควบแน่น

หน่วยแฟนคอยล์ (fan-coil unit) หมายถึง เครื่องส่งลมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่จำเป็น คือ พัดลม มอเตอร์พัดลม ชุดคอยล์เย็น และแผงกรองอากาศ โดยทั่วไปหน่วยแฟนคอยล์จะมีอัตราการส่งลมน้อยกว่าหน่วยเครื่องส่งลมมาก (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 46)



รูปที่ 2.11 หน่วยแฟนคอยล์

หน่วยเครื่องส่งลม (air handling unit, AHU) หมายถึง เครื่องส่งลมซึ่งจะต้องประกอบด้วย ตัวอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อไปนี้เป็นคือ พัดลม มอเตอร์ขับพัดลม ตัวกรองฝุ่น และตัวถัง ในกรณีที่เป็นระบบทำความเย็นหรือตัวทำความอบอุ่นจะมีชุดคอยล์เย็นหรือชุดคอยล์ที่ให้ความร้อนอยู่ด้วย (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 5)



รูปที่ 2.12 หน่วยเครื่องส่งลม

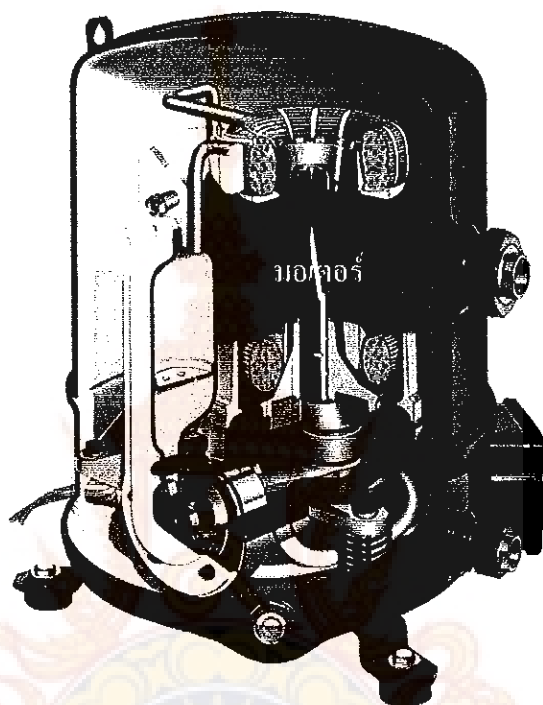
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งช่างเทคนิค วิศวกรโรงงาน และราชบัณฑิตยสถาน เรียกชื่อต่างกัน พอสรุปได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ชื่ออุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ส่วนภายนอก (outside)	ส่วนภายใน (inside)	หมายเหตุ
ด้าน HI	ด้าน LO	ช่างเทคนิค
คอยล์ร้อน	คอยล์เย็น	
Outdoor Unit	Indoor Unit	วิศวกรโรงงาน
Condensing Unit, CDU	Fan Coil Unit, FCU	
ชุดควบแน่น	หน่วยแฟนคอยล์	ราชบัณฑิตยสถาน

2.2.6 คอมเพรสเซอร์ชนิดหุ้มปิด (Hermetic Type Compressor)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ใช้คอมเพรสเซอร์ซึ่งมีมอเตอร์เป็นต้นกำลัง มี R- 22 เป็นสารทำความเย็นรวมอยู่ภายในฝารอบกันรั่ว (seal) จึงเรียกว่า *คอมเพรสเซอร์ชนิดหุ้มปิด*



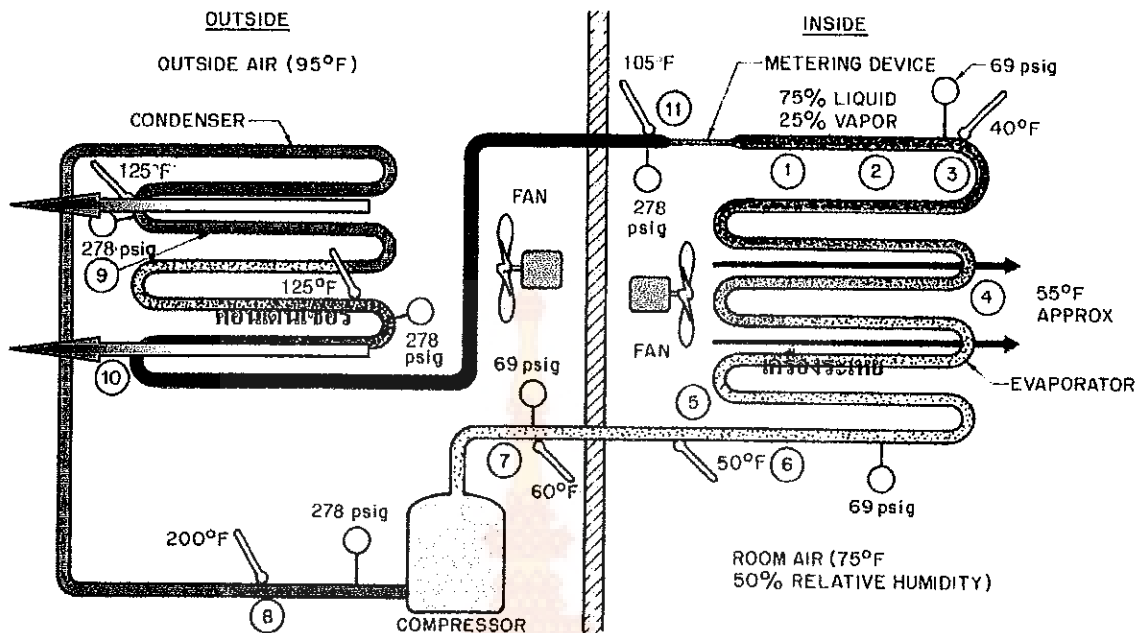
รูปที่ 2.13 แสดงมอเตอร์ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ชนิดหุ้มปิด

2.2.7 ความสัมพันธ์ของความดันและอุณหภูมิ (Pressure and Temperature Relationship)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ในปัจจุบันใช้ R – 22 เป็นสารทำความเย็น อุณหภูมิ 40 ° F (4.5 ° C) ไหลอยู่ในหน่วยแฟนคอยล์ ทำหน้าที่ถ่ายโอนความร้อนให้ *ลมหมุนเวียนกลับ* จากห้องปรับอากาศ อุณหภูมิ 75 ° F (24 ° C) ความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ทำให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 55 ° F (12 ° C) กลายเป็นลมจ่ายเข้าสู่ห้องปรับอากาศ

ลมหมุนเวียนกลับ (recirculated air หรือ return air) หมายถึง ลมซึ่งหมุนเวียนกลับจากห้องปรับอากาศ และจะผ่านเข้าไปในหน่วยเครื่องส่งลมเย็น เพื่อทำให้เย็นลงก่อนจะจ่ายกลับไปในห้องปรับอากาศใหม่ (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 90)

ลมจ่าย (supply air) หมายถึง ลมที่จ่ายให้กับห้องปรับอากาศ (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 106)

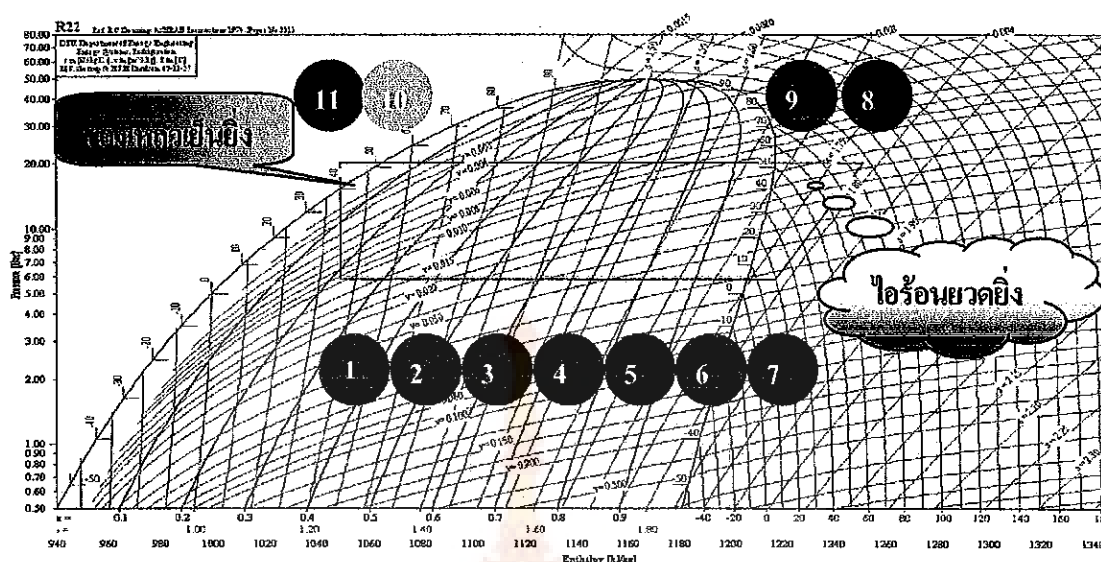


รูปที่ 2.15 แสดงอุณหภูมิและความดันของ R – 22 ภายในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ข) ชุดความแน่น

- จุดที่ 7 ไอร้อนยวดยิ่ง ความดัน 69 psig (4.5 bar) อุณหภูมิ 50 ° F (10 ° C) ได้ความร้อนจากอากาศกลับ อุณหภูมิ 75 ° F (24 ° C) อย่างต่อเนื่อง ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 60 ° F (15 ° C) ถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์
- จุดที่ 8 ไอร้อนยวดยิ่ง ความดัน 69 psig (4.5 bar) อุณหภูมิ 60 ° F (15 ° C) เข้าคอมเพรสเซอร์อัดทำให้ความดันเพิ่มเป็น 278 psig (18 bar) อุณหภูมิ 200 ° F (93 ° C) เข้าสู่คอนเดนเซอร์
- จุดที่ 9 และ 10 อากาศภายนอก (outside air) อุณหภูมิ 95 ° F (35 ° C) ระบายความร้อนออกจากไอร้อนยวดยิ่ง ความดัน 278 psig (18 bar) อุณหภูมิ 200 ° F (93 ° C) ทำให้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวอิมด้ว ความดัน 278 psig (18 bar) อุณหภูมิ 125 ° F (52 ° C)
- จุดที่ 11 การระบายความร้อนอย่างต่อเนื่องทำให้ของเหลวอิมด้วกลายเป็นของเหลวเย็นยิ่ง ความดัน 278 psig (18 bar) อุณหภูมิ 105 ° F (40 ° C) เข้าสู่อุปกรณ์ลดความดัน

จากรูปที่ 2.15 อุณหภูมิและความดันของ R – 22 ภายในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสามารถพล็อตลงในแผนภูมิความดัน – เอนทาลปี ได้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แสดงแผนภูมิความดัน – เอนทัลปี ของ R – 22 ภายในเครื่องปรับอากาศ

2.2.8 มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร

การอนุรักษ์พลังงานในอาคารกำหนดให้ใช้เครื่องปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ควบคุม พ.ศ. 2538 (รายละเอียดในภาคผนวก ข.) ให้ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารเก่าที่ใช้เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit) และเครื่องทำความเย็นแบบติดหน้าต่างหรือแบบแยกส่วน (window/split type) ที่ภาระเต็มพิกัด (Full Load) หรือภาระใช้งานจริง (Actual Load) ต้องมีค่าพลังไฟฟ้า 1.61 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ให้คำนวณจากสมการ

$$\text{ChP} = \frac{\text{KW}}{\text{TON}} \quad \text{กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น} \quad 2.10$$

TON คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นตันความเย็น

ซึ่งหาได้จาก $5.707 \times 10^{-3} \text{ CMM} \times \Delta H$ หรือหาได้จาก $(4.5 \text{ CFM} \times \Delta H)$

CMM คือ ปริมาณลมเย็นที่ไหลผ่านชุดจ่ายลมเย็น โดยมีหน่วยเป็น CMM หรือ (CFM)

ให้ใช้ค่าจากการวัดความเร็วลมเฉลี่ยของชุดจ่ายลมเย็น คูณด้วยพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยของชุดจ่ายลมเย็นนั้น

ΔH คือ ค่าแตกต่างของเอนทัลปีของอากาศที่ไหลออกจากชุดจ่ายลมเย็นและชุดลมกลับ โดยมีหน่วยเป็น kJ/kg หรือ (Btu/lb)

kW คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำความเย็นทั้งระบบ โดยมีหน่วยเป็น kW ให้ใช้ค่าที่อ่านจากเครื่องวัดพลังไฟฟ้า

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

เครื่องปรับอากาศแบบน้ำ/ระบบทำความเย็นน้ำ/เครื่องทำความเย็น		
ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	0.75	0.90
ขนาดเกินกว่า 250 ตันความเย็น ถึง 500 ตันความเย็น	0.70	0.84
ขนาดเกินกว่า 500 ตันความเย็น	0.64	0.80
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating 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 (screw chiller)	0.70	0.84

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบน้ำ/ระบบทำความเย็นน้ำ/เครื่องทำความเย็น		
ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	1.40	1.61
ขนาดเกินกว่า 250 ตันความเย็น	1.20	1.38
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller)		
ขนาดไม่เกิน 50 ตันความเย็น	1.30	1.50
ขนาดเกินกว่า 50 ตันความเย็น	1.25	1.44
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit)	1.37	1.58
ง. เครื่องทำความเย็นแบบติดหน้าต่าง/แยกส่วน (window/split type)	1.40	1.61

ที่มา : กฎกระทรวง (พลังงาน) ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2538)

2.2.9 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER)

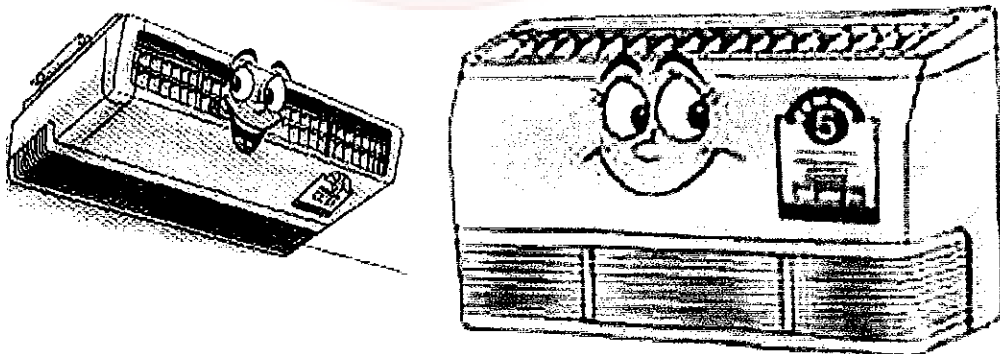
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ส่งเสริมให้ประชาชนร่วมกันประหยัดพลังงานตามโครงการ “**ประขาร่วมใจ ประหยัดไฟฟ้า**” โดยให้ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศติดฉลากประหยัดไฟฟ้า ซึ่งทดสอบโดยสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (สฟอ.) ซึ่งแบ่งออกเป็นฉลากฉลากประหยัดไฟเบอร์ 1- 5

ตารางที่ 2.5 แสดงฉลากประหยัดไฟฟ้า

ฉลากเบอร์	คำอธิบาย	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)
5	ประสิทธิภาพดีมาก	$EER \geq 10.6$
4	ประสิทธิภาพดี	$9.6 \leq EER < 10.6$
3	ประสิทธิภาพปานกลาง	$8.6 \leq EER < 9.6$
2	ประสิทธิภาพพอใช้	$7.6 \leq EER < 8.6$
1	ประสิทธิภาพต่ำ	$EER < 7.6$

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Btu/h) ต่อกำลังไฟฟ้า (Watt, W) มีหน่วยเป็น (Btu/h/W)

การซื้อเครื่องปรับอากาศ ควรเลือกเครื่องมีฉลากประหยัดไฟฟ้า เบอร์ 5 ซึ่งแสดงว่าเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยมีฉลากปิดที่ตัวเครื่องให้เห็นอย่างชัดเจน



รูปที่ 2.17 แสดงฉลากประหยัดไฟฟ้า เบอร์ 5

2.3 การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

มนุษย์รู้จักหลักการทำเย็นและปรับอากาศมานานนับ 1,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช (Before Christ, BC) ชาวอียิปต์ (Egyptians) ทุกคืนเข้าหาตประมาณ 3,000 คน จะขนหินไปรับความเย็นที่ทะเลทรายซาฮารา (Sahara Desert) แล้วขนกลับมายังพระราชวังฟาร์โรห์ (Pharaoh's Palace) ทำให้ช่วงกลางวันอากาศในพระราชวังเย็นสบาย สำหรับชาวบ้านสามารถดื่มน้ำเย็นจากโอ่งเนื่องจากน้ำระเหยผ่านผิวพรุน ๆ และพาความร้อนออกไปทำให้น้ำในโอ่งเย็นลง



รูปที่ 2.18 ชาวอียิปต์อาศัยหลักการที่น้ำระเหยผ่านผิวพรุน ๆ ทำให้น้ำในโอ่งเย็นลง

เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner) ทำหน้าที่ ควบคุมอุณหภูมิ (temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) การหมุนเวียนอากาศ (circulation) และการทำความสะอาดอากาศ (clean or filter) ทำให้ภายในบริเวณปรับอากาศอยู่ในสภาวะสบาย (comfortable) หรือการปรับอากาศเพื่อคุณภาพของผลผลิต (product) ทางอุตสาหกรรม



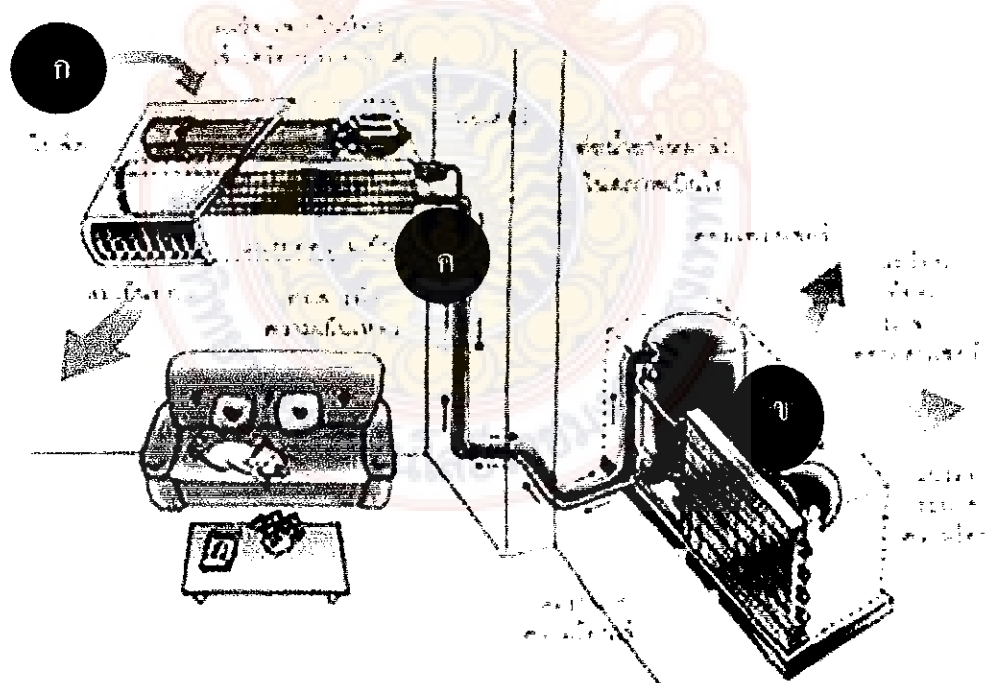
รูปที่ 2.19 แสดงหน้าที่ของเครื่องปรับอากาศ

การปรับอากาศเพื่อความสบายสำหรับอาคารจะใช้ไฟฟ้า ร้อยละ 60 – 70 ส่วนการปรับอากาศเพื่อคุณภาพของผลผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ไฟฟ้า ร้อยละ 35 – 40 เช่น อุตสาหกรรมปั่นด้าย ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศจึงจำเป็นต้องใส่ใจตั้งแต่การติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี

2.3.1 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

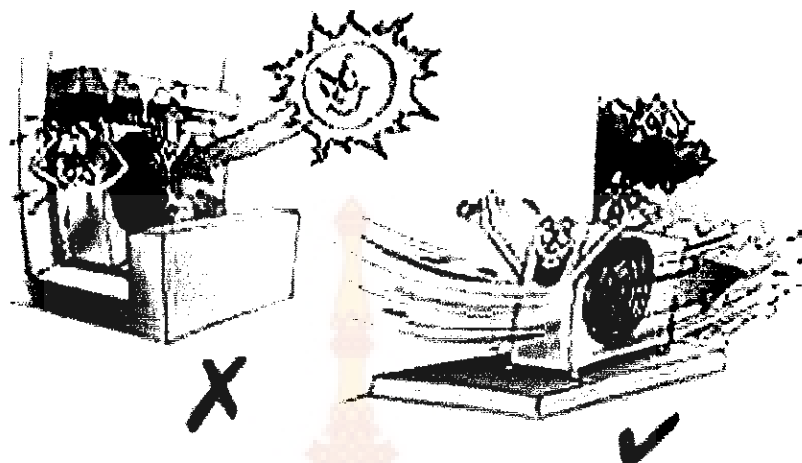
การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ผิดวิธี จะทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง และสิ้นเปลืองพลังงาน จึงควรให้ความสนใจดังรายละเอียดต่อไปนี้.-

1. ควรติดตั้ง หน่วยแฟนคอยล์ (ก) และชุดควบแน่น (ข) ให้ใกล้ กันจะทำให้เครื่องไม่ทำงานหนักในการส่งสารทำความเย็นให้ไหลไปตามท่อ (ค) ทั้งยังลดค่าใช้จ่ายในการเดินท่อ และหุ้มฉนวน ตลอดจนลดโอกาสการรั่วของสารทำความเย็น
2. ท่อสารทำความเย็น จากหน่วยแฟนคอยล์ไปยังชุดควบแน่น (ค) ควรหุ้มฉนวนหนาประมาณ 0.5 นิ้ว หรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำ เพื่อป้องกันมิให้มีสารทำความเย็นภายในท่อ แลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอก



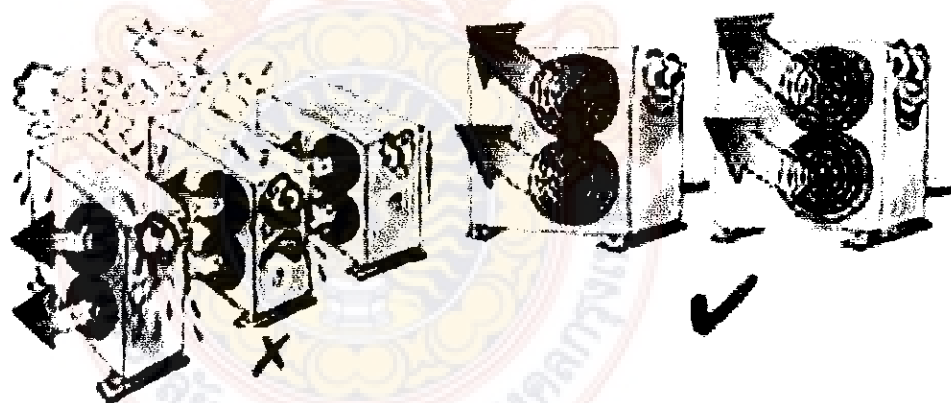
รูปที่ 2.20(ก) แสดงหน่วยแฟนคอยล์ (ข) ชุดควบแน่น และ (ค) ท่อสารทำความเย็น

3. ตำแหน่งติดตั้งชุดควบแน่น ควรอยู่ในที่ร่ม อากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง



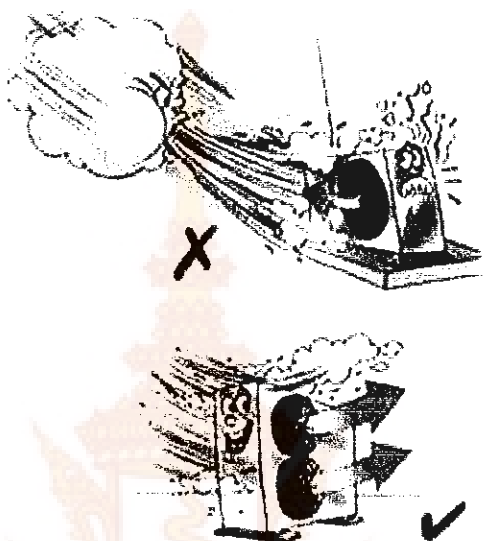
รูปที่ 2.21 แสดงตำแหน่งติดตั้งชุดควบแน่น

4. การติดตั้งชุดควบแน่นหลาย ๆ ชุด ต้องระวังไม่ให้ลมร้อนที่ระบายออกจากเครื่องชุดหนึ่ง เป่าเข้าหาชุดควบแน่นอีกชุดหนึ่ง



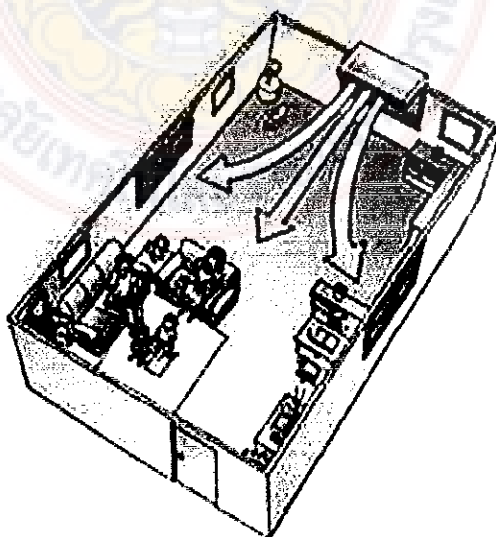
รูปที่ 2.22 แสดงลมร้อนที่ระบายออกจากชุดควบแน่นที่เป่าเข้าหาชุดควบแน่นอีกชุดหนึ่ง

5. บริเวณที่มีลมพัดในทิศทางเดียวตลอดเวลา เช่น ชายทะเล ควรติดตั้งชุดควบแน่น ให้ระบายความร้อนออกไปตามทิศทางลมธรรมชาติ เพราะถ้าระบายออกปะทะลมธรรมชาติจะทำให้เครื่องระบายความร้อนออกได้ยาก และบ่อยครั้งพบว่ามอเตอร์พัดลมระบายความร้อนชุดควบแน่นไหม้



รูปที่ 2.23 ลมระบายความร้อนออกตามทิศทางลมธรรมชาติ

6. ตำแหน่งติดตั้งหน่วยแฟนคอยล์ ต้องให้ลมเย็นกระจายได้ทั่วห้อง



รูปที่ 2.24 ลมเย็นกระจายได้ทั่วห้อง

2.3.2 การใช้งานเครื่องปรับอากาศ

การใช้งานเครื่องปรับอากาศอย่างถูกวิธีช่วยให้เครื่องทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดพลังงานไฟฟ้า การใช้งานอย่างถูกสามารถทำได้ดังนี้.-

1. **ปรับตั้งอุณหภูมิของห้องให้เหมาะสม** ตาม พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรา 17(2) กำหนดให้

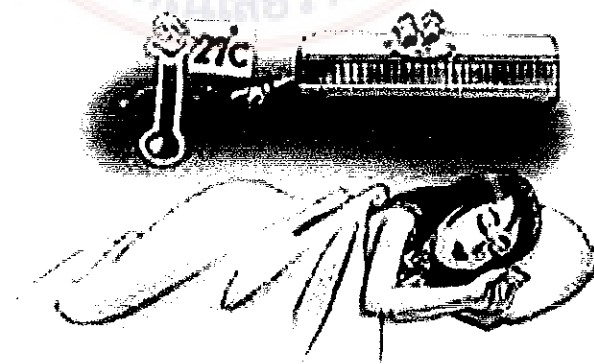
- ❖ รักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เช่น ห้องเรียน ห้องรับแขก ห้องนั่งเล่น และห้องอาหาร ควรปรับอุณหภูมิ 25°C



รูปที่ 2.25 ห้องเรียนควรปรับอุณหภูมิ 25°C

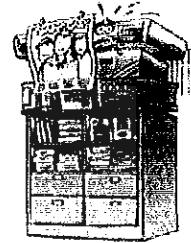
- ❖ ห้องนอนควรตั้งอุณหภูมิ $26 - 28^{\circ}\text{C}$ จะช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 15 - 20 เพราะมนุษย์จะหลับไม่ได้เคลื่อนไหว และการคายเหงื่อก็ลดลง

2. **ปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่เลิกใช้งาน**



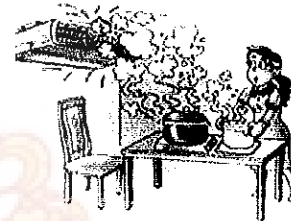
รูปที่ 2.26 ห้องนอนควรปรับอุณหภูมิ $26 - 28^{\circ}\text{C}$

3. ยื่อนำลิ่งของไปกีดขวางทางลมเข้าระบายความร้อนชุดความแน่น จะทำให้เครื่องต้องทำงานหนักมากขึ้น
4. ยื่อนำรูปภาพหรือลิ่งของไปขวางทางลมเข้า - ออกหน่วยแฟนคอยล์ จะทำให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้น



รูปที่ 2.27 ยื่อนำลิ่งของไปกีดขวางทางลมเข้า - ออก หน่วยแฟนคอยล์

5. ควรเปิดหลอดไฟและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเฉพาะเท่าที่จำเป็นต่อการใช้งาน เพราะหลอดไฟและอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะใช้งานจะทำให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้น
6. หลีกเลียงการปรุงอาหารในห้องปรับอากาศ ควรปรุงอาหารในครัว แล้วจึงนำเข้ามารับประทานภายในห้อง



รูปที่ 2.28 หลีกเลียงการปรุงอาหารในห้องปรับอากาศ

7. ในช่วงเวลาที่ไม่ใช้งานควรเปิดประตู หน้าต่างเพื่อให้อากาศบริสุทธิ์ภายนอกเข้าในห้องจะช่วยลดกลิ่นอับให้น้อยลง
8. ควรปิดประตู หน้าต่างให้สนิทขณะเปิดเครื่องปรับอากาศ เพื่อป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้ามาซึ่งจะทำให้เครื่องต้องทำงานหนักขึ้น
9. ไม่ควรปลูกต้นไม้ หรือตากผ้าภายในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศเพราะความชื้นจากสิ่งเหล่านี้จะทำให้เครื่องต้องทำงานหนักขึ้น



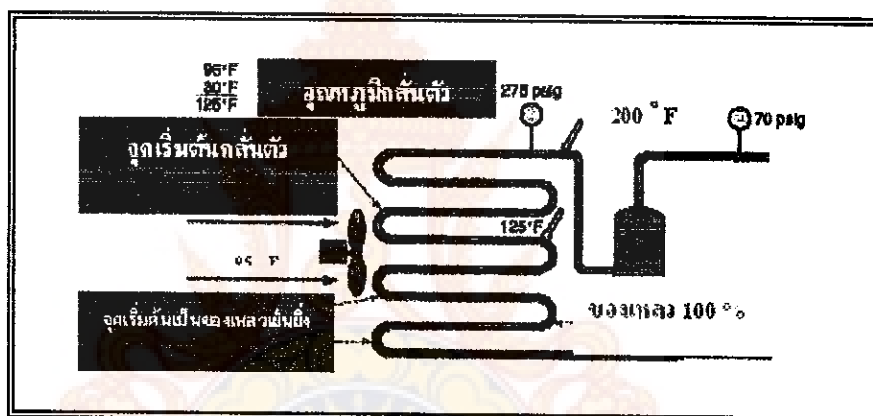
รูปที่ 2.29 ไม่ควรปลูกต้นไม้ในห้องปรับอากาศ

2.3.3 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นที่นิยมใช้สำหรับปรับอากาศในห้องขนาดเล็กเนื่องจากมีขนาดเหมาะสม และเสียงเบาไม่รบกวนสมาธิผู้อยู่อาศัย เครื่องชนิดนี้ใช้ HCFC - 22 หรือ R - 22 เป็นสารทำความเย็น

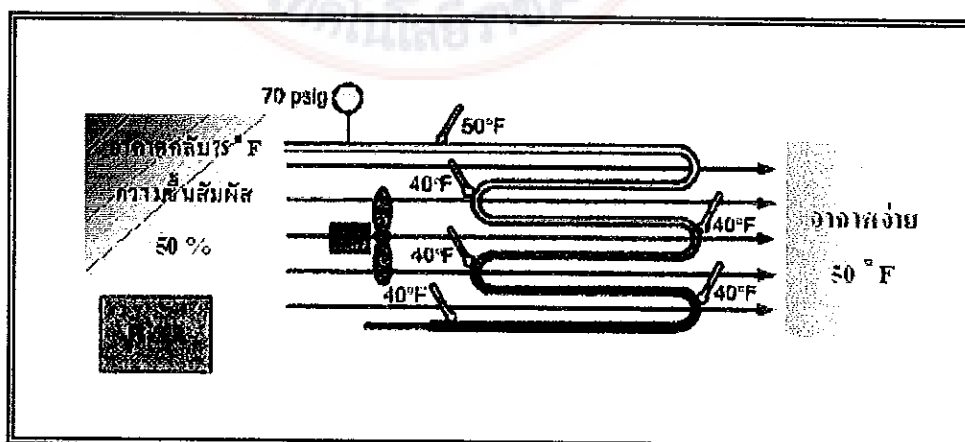
1. ความดันคอนเดนเซอร์ (P_H) มาตรฐานการออกแบบกำหนดให้คอมเพรสเซอร์อัดไอสารทำความเย็นที่ความดัน 278 psig อุณหภูมิ 200 ° F โดยใช้อากาศภายนอกอุณหภูมิ 95 ° F ระบายความร้อนออกจากชุดควบแน่นทำให้ไอสารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวความดัน 278 psig อุณหภูมิ 125 ° F

หมายเหตุ อุณหภูมิอากาศภายนอก 95°F + อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 30°F = 125°F



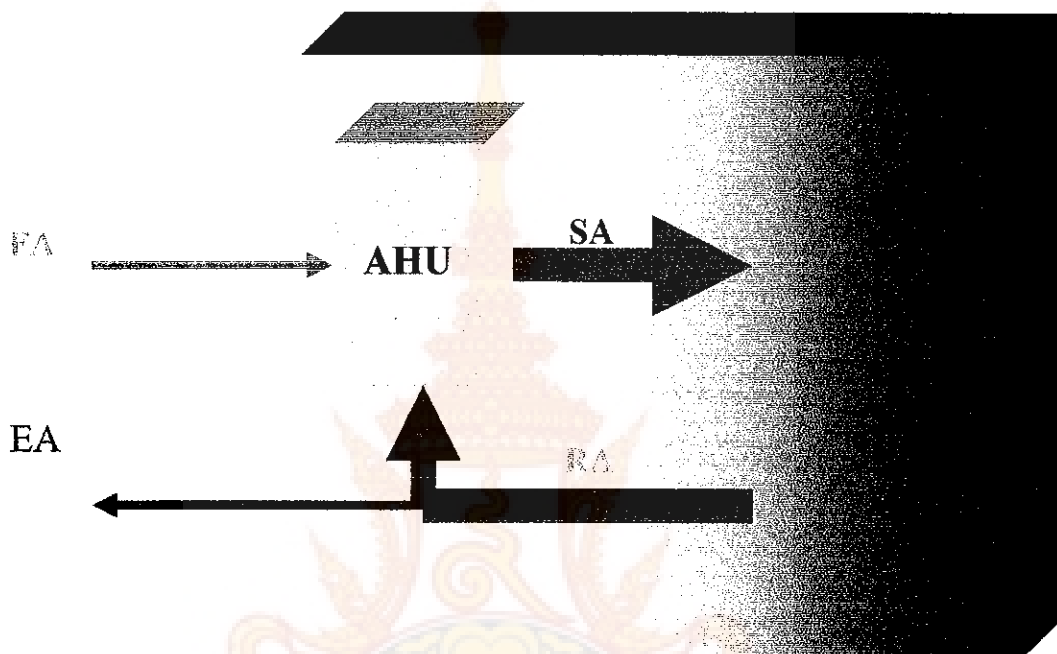
รูปที่ 2.30 ความดันคอนเดนเซอร์ 278 psig อุณหภูมิ 125 °F

2. ความดันเครื่องระเหย (P_1) มาตรฐานการออกแบบกำหนดให้สารทำความเย็นในหน่วยแฟนคอยล์ ความดัน 70 psig อุณหภูมิ 40 °F แลกเปลี่ยนความร้อนให้อากาศกลับอุณหภูมิ 75 °F ความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ทำให้อุณหภูมิอากาศลดลงเหลือ 50 °F เรียกว่า **สมจ่าย** หรือ **อากาศจ่ายเข้าสู่ห้องปรับอากาศ**



รูปที่ 2.31 ความดันเครื่องระเหย 70 psig อุณหภูมิ 40 ° F

อากาศที่หมุนเวียนในห้องปรับอากาศประกอบด้วย **ลมกลับ (return air, RA)** จากห้องปรับอากาศ อุณหภูมิ 75 °F ถ่ายออกสู่ภายนอกบางส่วน (**exhaust air, EA**) โดยนำอากาศใหม่ (**fresh air, FA**) อุณหภูมิ 95 °F เข้ามาผสมเพื่อรักษาคุณภาพของอากาศ แล้วผ่านเข้าหน่วยเครื่องส่งลม (**air handling unit, AHU**) กลายเป็นลมจ่าย (**supply air, SA**) อุณหภูมิ 55 °F จ่ายเข้าห้องปรับอากาศ



รูปที่ 2.32 แสดงอากาศที่หมุนเวียนในห้องปรับอากาศ

ลมกลับหมุนเวียนกลับ (recalculated air) หมายถึง ลมซึ่งหมุนเวียนกลับจากห้องปรับอากาศ และจะผ่านเข้าไปในหน่วยเครื่องส่งลมเย็น เพื่อทำให้เย็นลงก่อนจะจ่ายกลับไปในห้องปรับอากาศใหม่ มีความหมายเหมือนกับ *return air* (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 90)

ลมถ่ายออก (exhaust air) หมายถึง ลมที่ต้องการระบายออกจากห้องส่วนใหญ่จะใช้พัดลมดูดออก (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 43)

อากาศใหม่ (fresh air ; outdoor air) หมายถึง อากาศภายนอกที่ยังไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาวะมาก่อน (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 50)

ลมจ่าย (supply air) หมายถึง ลมที่จ่ายให้กับห้องปรับอากาศ (ราชบัณฑิตยสถาน : 2541, 106)

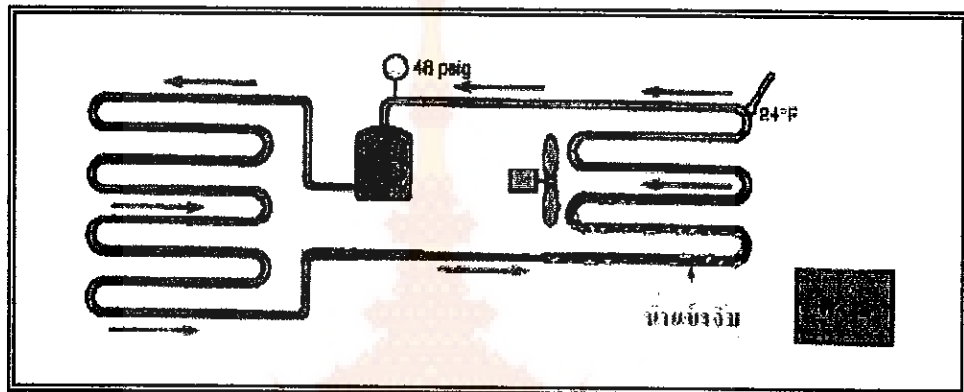
3. ผลของความดันต่ำ ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (Low too Low)

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ไปนาน ๆ สารทำความเย็นในระบบจะซึมออกเนื่องจากแรงสั่นสะเทือน (vibration leaked) ทำให้ความดันลดลง ถ้าความดันต่ำลงเหลือ 48 psig อุณหภูมิ 24 ° F

ผล ลมเข้าห้องปรับอากาศลดลงทำให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้นเนื่องจากน้ำแข็งจะจับที่เครื่องระเหย

วิธีแก้ไข 1. ซ่อมรอยรั่ว

2. เติมสารทำความเย็นให้ความดันต่ำ 70 psig



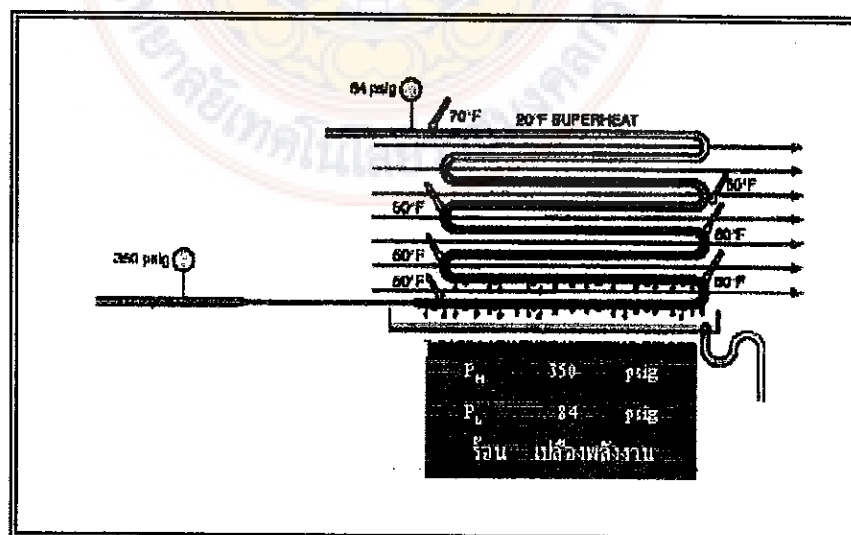
รูปที่ 2.33 ความดันเครื่องระเหย 48 psig อุณหภูมิ 24 ° F ทำให้น้ำแข็งจะจับที่เครื่องระเหย

4. ผลของความดันต่ำ ที่สูงกว่ามาตรฐาน (Low too High)

หากเติมสารทำความเย็นมากเกินไป ถึง 84 psig อุณหภูมิ 50 ° F หรือเกิดจากคอนเดนเซอร์สกปรกระบายความร้อนไม่ดี

ผล 1. อุณหภูมิห้องจะสูงขึ้นเนื่องจากความดันที่เครื่องระเหยสูงขึ้น 2. กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

วิธีแก้ไข ลดความดันต่ำให้เหลือ 70 psig หรือทำความสะอาดคอนเดนเซอร์



รูปที่ 2.34 ความดันเครื่องระเหย 84 psig อุณหภูมิ 50 ° F อุณหภูมิลมเข้าสูงสิ้นเปลืองพลังงาน

2.4 อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR)

อัตราผลตอบแทนการลงทุน คือ อัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ ศูนย์ ในการวิเคราะห์ทางการเงิน เรียกว่า อัตราผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ (Financial Rate of Return หรือ FRR) แต่ถ้าเป็นการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจ เรียกว่า อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโครงการ (Economic Rate of Return หรือ ERR) เกณฑ์การตัดสินใจ

1. กรณีเอกชนที่กู้เงินมาลงทุนคิดที่ $IRR \geq MRR + 2$ ซึ่งธนาคารอาคารสงเคราะห์ ได้กำหนด อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาว (Minimum Retail Rate, MRR) ร้อยละ 7.50 ประกาศ ณ วันที่ 16 กรกฎาคม 2550 เกณฑ์การตัดสินใจลงทุนคิดที่ $IRR \geq 9.5 \%$
2. กรณีส่วนราชการ การสั่งซื้อ สั่งจ้าง ใช้ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ. 2535 อธิกาบดีเป็นหัวหน้าส่วนราชการที่มีฐานะเป็นนิติบุคคล ตามข้อ 5 มีอำนาจอนุมัติเงินงบประมาณ ในการสั่งซื้อ สั่งจ้าง ไม่เกิน 50,000,000 บาท ตามข้อ 65 (1) เกณฑ์การตัดสินใจลงทุนจึงคิดที่ $IRR \geq MRR (7.5 \%)$

ตารางที่ 2.6 แสดงฟังก์ชันคำนวณอัตราผลตอบแทนการลงทุน

ชื่อฟังก์ชัน	หน้าที่ของฟังก์ชัน	รูปแบบฟังก์ชัน
IRR	คำนวณอัตราผลตอบแทนการลงทุน	IRR (value, guess)
value	คือการอ้างอิงไปยังเซลล์ที่ต้องการหาผลตอบแทน โดยที่ ❖ เซลล์แรกควรเป็นเงินที่ลงทุน โดยใส่ค่าเป็นลบ ❖ กระแสเงินสดสุทธิที่เพิ่มขึ้นให้ใส่ค่าบวก ถ้าลดลงใส่ค่าลบ	
guess	คือค่าสุ่มเพื่อให้ใกล้ผลลัพธ์ IRR - ถ้าไม่ได้ใส่ค่าอะไรไว้ ค่า guess จะเท่ากับ 0.1 (10 %) ❖ ถ้า IRR ส่งค่าความผิดพลาด # NUM! ให้กำหนดค่า guess ไปจนกว่าจะไม่ส่งค่าความผิดพลาด ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้ว # NUM! จะคำนวณแล้วได้ค่า IRR เป็นลบ ดังนั้นควรใส่ค่า guess เป็นลบ	

ที่มา : Microsoft Office Excel, 2003

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษาการอนุรักษ์พลังงานภายในประเทศที่เกี่ยวข้องมีรายงานดังต่อไปนี้

2.5.1 รายงานเรื่อง “ การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ฯ ” โดย บริษัท กรีน เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด, 2541 สามารถสรุปได้ดังนี้.-

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยตั้งแต่ มกราคม – สิงหาคม 2540 สามารถสรุปได้ดังนี้

● ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	=	1,117.00	kW
● การใช้พลังงานไฟฟ้า	=	240,750.00	หน่วย/เดือน
● ตัวประกอบภาระไฟฟ้ารายเดือน (LF)	=	30.00	%
● ตัวประกอบกำลัง (PF)	=	0.80	
● ค่าไฟฟ้า	=	476,537.00	บาท/เดือน
● ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	=	1.98	บาท/หน่วย
● ดัชนีการใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอย	=	31.94	หน่วย/ตารางเมตร

2. มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีศักยภาพ คือ การปรับปรุงฉนวนหลังคาอาคารที่ปรับอากาศ เป็นเงิน 143,538.44 บาท การปรับปรุงระบบปรับอากาศ เป็นเงิน 460,621.51 บาท และปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นเงิน 314,339.03 บาท รวมเป็นเงิน 1,818,607.49 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.83 ปี

2.5.2 รายงานเรื่อง “ การอนุรักษ์พลังงานในสถาบันการศึกษาของรัฐ ” โดย นายอำนาจ แสงอินทร์ 2543 สามารถสรุปได้ดังนี้.-

การวิจัยดังกล่าวเพื่อเปรียบเทียบการคิดค่าไฟฟ้าของส่วนราชการ ผลการศึกษาพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้า ประเภท 6.1 และ 6.2 เสียค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.57 บาท/หน่วย และ 3.65 บาท/หน่วย ตามลำดับ ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้า ประเภท 6.2 ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ร้อยละ 41.10

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ฯ ได้แก่การปรับลดแสงสว่างโดยพึ่งพาแสงจากธรรมชาติจะสามารถประหยัดพลังงานได้ ร้อยละ 10 การทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ ให้ระบายความร้อนได้ดีจะทำให้ประหยัดเงินค่าไฟฟ้าได้ 167,851.20 บาท/เดือน อาคารวิทยบริการ เปิดให้บริการตลอดปีควรใช้เครื่องปรับอากาศแบบชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ สามารถประหยัดพลังงานได้ ร้อยละ 31.78 ส่วนอาคารเรียนถ้าเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศแบบชุดระบายความร้อนด้วยอากาศ จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ร้อยละ 9.72 โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาระบบน้ำหล่อเย็น ในระหว่างปีภาคเรียน

บทที่ 3

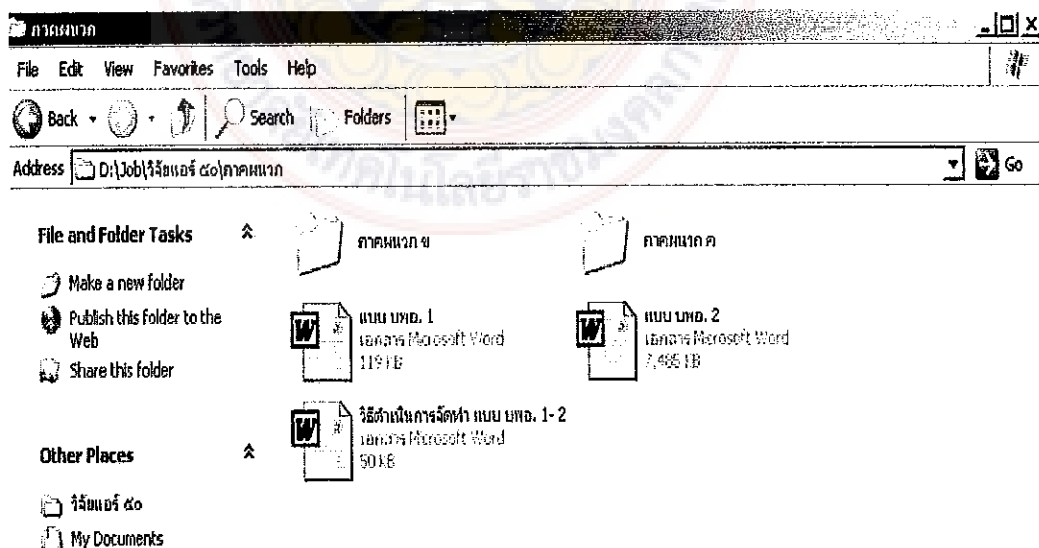
อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อจัดทำแบบส่งข้อมูลและแบบบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุมตามแบบ บพอ, วิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ และวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน โดยใช้อุปกรณ์ในการวิจัย ประกอบด้วย-

3.1 การจัดทำแบบส่งข้อมูลและบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุม ตามแบบ บพอ.

เจ้าของอาคารควบคุมต้องส่งข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานในอาคาร ตามแบบ บพอ.1 และส่งข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน ตามแบบ บพอ.2 ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปีละ 2 ครั้ง

1. อุปกรณ์ ใช้แบบ บพอ. 1 และแบบ บพอ. 2
2. วิธีดำเนินการ จัดทำ แบบ บพอ. 1 และแบบ บพอ. 2 ตามข้อแนะนำการจัดทำแบบส่งข้อมูลสำหรับอาคารควบคุม ท้ายกฎกระทรวงว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการ และระยะเวลาในการส่งข้อมูลและการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2547 (รายละเอียดตามภาคผนวก ข.)



รูปที่ 3.1 แสดงแบบ บพอ. 1 และแบบ บพอ. 2

3.2 วิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

3.2.1 จำนวนและขนาดเครื่องปรับอากาศ

1. อุปกรณ์

- ก) ทะเบียนครุภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ ณ วันที่ 30 พฤษภาคม 2550
- ข) เกจแมนิโฟลด์ (Gauge Manifold)
- ค) สารทำความเย็น R – 22
- ง) ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ยี่ห้อ SP รุ่น SP – 1A
- จ) พัดลม (Blower) ยี่ห้อ Makita รุ่น UB 1100
- ฉ) ปั๊มความดันสูง (High Pressure Pump) ขนาด 1,350 W ความดัน 130 bar อัตราการไหล 6 l/min

2. วิธีดำเนินการ แบ่งกลุ่มเครื่องปรับอากาศ ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ.-

ก) เครื่องปรับอากาศประจำสำนักงาน แบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น.-

- ❖ เครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี
- ❖ เครื่องปรับอากาศหอประชุม
- ❖ เครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ
- ❖ เครื่องปรับอากาศอาคารอื่น ๆ

ข) เครื่องปรับอากาศประจำห้องเรียน แบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น.-

- ❖ เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งก่อนปี 2539
- ❖ เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ปี 2540 - 2550

ค) ดำรงสภาพทั่วไปของเครื่องปรับอากาศ

- ❖ เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ก่อนปี 2539 โดยทำการ.-
 - ดำรงขนาดเครื่องปรับอากาศ
 - ทำความสะอาดชุดควบแน่น และหน่วยแฟนคอยล์
 - วัดความดัน เติมสารทำความเย็น
 - เก็บข้อมูลตามหัวข้อ 3.2.2



รูปที่ 3.2(ก) ดำรงขนาดความจุ (ข) เติมสารทำความเย็น และ (ค) ทำความสะอาดชุดควบแน่น

❖ เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ระหว่างปี 2540 – 2550 โดยทำการ-

- ขั้นที่ 1 ก่อนล้างเครื่องปรับอากาศ

สำรวจขนาดเครื่องปรับอากาศ

เก็บข้อมูลตามหัวข้อ 3.2.2

- ขั้นที่ 2 หลังล้างเครื่องปรับอากาศ

ทำความสะอาดชุดควบแน่น

ทำความสะอาดหน่วยแฟนคอยล์

วัดความดัน

เติมสารทำความเย็น

เก็บข้อมูลตามหัวข้อ 3.2.2

- ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบค่ากิโวลต์ต่อตันความเย็น ก่อน และหลังล้างเครื่องปรับอากาศ

3.2.2 มาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

กฎกระทรวง ฉบับที่ 1 ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
ควบคุม พ.ศ. 2538 กำหนดให้ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารเก่าใช้พลังงานไฟฟ้า 1.61 กิโลวัตต์
ต่อตันความเย็น โดยคำนวณจากสมการที่ 2.10 รายละเอียดตามหัวข้อ 2.2.8

$$\text{ChP} = \frac{\text{KW}}{\text{TON}} \quad \text{กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น} \quad 2.10$$

TON คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด หาได้จาก $(4.5 \text{ CFM} \times \Delta H)$
โดยมีหน่วยเป็น TON

CFM คือ ปริมาณลมเย็นที่ไหลผ่านชุดจ่ายลมเย็น ให้ใช้ค่าจากการวัดความเร็วลมเฉลี่ยของ
ชุดจ่ายลมเย็น คูณด้วยพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยของชุดจ่ายลมเย็น โดยมีหน่วยเป็น CFM

ΔH คือ ค่าความแตกต่างของเอนทาลปีของอากาศที่ไหลออกจากชุดจ่ายลมเย็น
และชุดลมกลับ โดยมีหน่วยเป็น Btu / lb

kW คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศทั้งระบบ โดยมีหน่วยเป็น kW

1. อุปกรณ์สำหรับวัดค่า CFM

ก) ตลับเมตร

ข) เครื่องวัดความเร็วลม (Air Flow Meter) ยี่ห้อ Bio – Tech รุ่น DT – 619

2. วิธีดำเนินการวัดค่า CFM

ก) ใช้ตลับเมตรวัดพื้นที่หน้าตัดของชุดจ่ายลมเย็น



รูปที่ 3.3 วัดพื้นที่หน้าตัดของชุดจ่ายลมเย็น

ข) ใช้เครื่องวัดความเร็วลมที่ออกจากชุดจ่ายลมเย็น



รูปที่ 3.4 วัดความเร็วลมที่ออกจากชุดจ่ายลมเย็น

ค) บันทึกค่า CFM จากความเร็วลมของชุดจ่ายลมเย็น คูณด้วยพื้นที่หน้าตัดของชุดจ่ายลมเย็น ลงในตารางที่ 3.1 ช่องที่ 6

หมายเหตุ

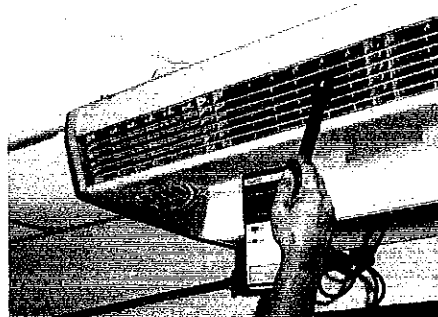
- ก) ขณะทำการทดสอบอุณหภูมิภายในห้องต้องอยู่ในช่วงใช้งานปกติ
- ข) ปรับปรับความเร็วลมของเครื่องส่งลมเย็นต้องปรับให้อยู่ตำแหน่งสูงสุด
- ค) หากแผงกรองอากาศของเครื่องส่งลมเย็นอุดตันให้ถอดออกแล้ววัดปริมาณลมเย็นที่ไหลผ่านชุดส่งลมเย็นได้
- ง) การวัดอุณหภูมิเข้า – ออก จากคอยล์ ต้องทำการวัดใกล้คอยล์มากที่สุด แต่ห้ามไม่ให้เครื่องมือวัดสัมผัสผิวคอยล์

3. อุปกรณ์สำหรับหาค่า ΔH

- ก) เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ (Humidity/Temp. Meter)
ยี่ห้อ Digicon รุ่น DM – 760 485
- ข) แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)

4. วิธีดำเนินการหาค่า ΔH

- ก) ใช้เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ
 - ❖ วัดความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ของลมกลับเข้าสู่ชุดจ่ายลมเย็น (return air, RH_R) และลมจ่ายเข้าห้อง (supply air, RH_S)
 - ❖ บันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ ลงในตารางที่ 3.1 ช่องที่ 6 และ 7
 - ❖ วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature) ของลมกลับเข้าสู่ชุดจ่ายลมเย็น (return air, t_R) และลมจ่ายเข้าห้อง (supply air, t_S)
 - ❖ บันทึกค่าอุณหภูมิ ลงในตารางที่ 3.1 ช่องที่ 8 และ 9
- ข) ใช้แผนภูมิไซโครเมตริก อ่านค่าเอนทัลปีของลมกลับเข้าสู่ชุดจ่ายลมเย็น (h_R) และเอนทัลปีของลมจ่ายเข้าห้อง (h_S)
- ค) บันทึกค่าเอนทัลปี ลงในตารางที่ 3.1 ช่องที่ 10 และ 11
- ง) บันทึกค่า ΔH ลงในตารางที่ 3.1 ช่องที่ 12



รูปที่ 3.5 วัดความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิที่ชุดจ่ายลมเย็น

3.3 วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR)

3.1.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) ใช้ฟังก์ชัน IRR (value, guess) ในการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนการลงทุนที่คืนมาคิดเป็นร้อยละเท่าไร ?

3.1.2 วิธีดำเนินการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน

ก) ใส่ค่า value คือการอ้างอิงไปยังเซลล์ที่ต้องการหาผลตอบแทน โดยที่

- ❖ เซลล์แรกเป็นเงินที่ลงทุน โดยใส่ค่าเป็นลบ
- ❖ ถ้ากระแสเงินสดสุทธิเพิ่มขึ้นให้ใส่ค่าเป็นบวก
- ❖ ถ้ากระแสเงินสดสุทธิลดลงให้ใส่ค่าเป็นลบ

ข) ใส่ค่า guess คือค่าสุ่มเพื่อให้ใกล้ผลลัพธ์ IRR

- ❖ ถ้าไม่ได้ใส่ค่าอะไรไว้ ค่า guess จะเท่ากับ 0.1 หรือร้อยละ 10
- ❖ ถ้า IRR ส่งค่าความผิดพลาด # NUM! ให้กำหนดค่า guess ไปจนกว่าจะไม่ส่งค่าความผิดพลาด ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้ว # NUM! จะคำนวณแล้วได้ค่า IRR เป็นลบ ดังนั้นควรใส่ค่า guess เป็นลบ



รูปที่ 3.7 วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน

บทที่ 4

ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เพื่อจัดทำแบบส่งข้อมูล และบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุม ตามแบบ บพอ. วิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ และวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน โดยอาศัยข้อมูล ประกอบด้วย.-

4.1 ข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับอาคารควบคุมตามแบบ บพอ.

4.1.1 ข้อมูลตามแบบ บพอ. 1

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

แบบส่งข้อมูลการใช้งานของอาคาร การใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน (สำหรับอาคารควบคุม)			
ประจำเดือน มกราคม 2550 ถึงเดือน มิถุนายน 2550			
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป			
1.1 ชื่ออาคาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ		
1.2 ที่ตั้งอาคาร	เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 โทรศัพท์ 02 287-9600, 02 286-3991-5 โทรสาร 02 287- 9653		
1.3 ประเภทอาคาร	☐ สำนักงาน ☐ โรงแรม ☐ โรงพยาบาล ☐ ศูนย์การค้า ☐ สถานศึกษา ☐ อื่น ๆ (ระบุ)		
1.4 อาคารก่อสร้างเสร็จเมื่อ	พ.ศ. 2495		

บท.1 (ต่อ)

1.5 เวลาทำงานของอาคาร 13 ชั่วโมง / วัน 264 วัน / ปี

❖ เวลาทำการเรียนการสอนภาคปกติหลักสูตร 2 ปี และ 4 ปี

วันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 08.00 - 15.00 น.

❖ เวลาทำการเรียนการสอนภาคสมทบหลักสูตร 2 ปี และ 4 ปี

วันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 15.00 - 21.00 น.

วันอาทิตย์ เวลา 08.00 - 17.00 น.

1.6 จำนวนห้องหรือเตียงทั้งหมด

(1) สำหรับโรงแรมมีห้องพักจำนวน - ห้อง

(2) สำหรับโรงพยาบาลมีเตียงคนไข้จำนวน - เตียง

1.7 พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร

(1) พื้นที่ใช้สอยรวม 93,769 ตารางเมตร (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)

(2) พื้นที่จอดรถ - ตารางเมตร

(3) การใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้งานจริงในแต่ละเดือน ดังนี้-

(1) เดือน / พ.ศ.	(2) ชั่วโมง การ ทำงาน (ชั่วโมง)	(3) อาคารควบคุมทุกประเภท (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)		(4) โรงแรม ร้อยละของ ห้องจำหน่าย /เดือน	(5) โรงพยาบาล	
		พื้นที่ปรับ อากาศ (ตารางเมตร)	พื้นที่ไม่ปรับ อากาศ (ตารางเมตร)		จำนวน	
					คนไข้ใน (เตียง-วัน)	คนไข้นอก (คน)
มกราคม 2550	168	34,769	59,000	-	-	-
กุมภาพันธ์ 2550	160	34,769	59,000	-	-	-
มีนาคม 2550	176	34,769	59,000	-	-	-
เมษายน 2550	144	34,769	59,000	-	-	-
พฤษภาคม 2550	152	34,769	59,000	-	-	-
มิถุนายน 2550	168	34,769	59,000	-	-	-

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้พลังงาน

2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า เดือนมกราคม – มิถุนายน 2550

(1) ชนิดพลังงานที่ใช้	(2) หน่วย	(3) ปริมาณการใช้						(4) ค่าพลังงานเฉลี่ย ^{1/} (เมกะจูล/หน่วย)	(5) ปริมาณพลังงานรวม [รวม (3) x (4)] (เมกะจูล)
		เดือนที่ 1 ม.ค.2550	เดือนที่ 2 ก.พ.2550	เดือนที่ 3 มี.ค.2550	เดือนที่ 4 เม.ย.2550	เดือนที่ 5 พ.ค.2550	เดือนที่ 6 มิ.ย.2550	รวม (3) เดือน 1 ถึง 6	
1. พลังไฟฟ้าส่งสุด	กิโลวัตต์	1,490.00	1,565.00	1,430.00	1,125.00	1,330.00	1,635.00		
2. พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อ	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	329,000.00	359,900.00	282,640.00	170,240.00	176,040.00	454,000.00	1,771,820.00	5,298,552.00
3. ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท	1,325,379.00	1,439,309.00	1,202,709.00	945,643.00	949,330.00	1,793,829.00	7,656,199.00	
4. พลังงานความร้อน									
น้ำมันเตา	ลิตร	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำมันดีเซล	ลิตร	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำมันเบนซิน	ลิตร	-	-	-	-	-	-	-	-
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	กิโลกรัม	-	-	-	-	-	-	-	-
ก๊าซธรรมชาติ	ล้านบีทียู	-	-	-	-	-	-	-	-
อื่นๆ (ระบุ)	หน่วย (ระบุ)	-	-	-	-	-	-	-	-
รวมปริมาณพลังงานทั้งหมด									5,298,552.00

หมายเหตุ: 1/ ในกรณีไม่มีค่าความร้อนสูงจากผู้จำหน่าย ให้ใช้ค่าความร้อนเฉลี่ยที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกำหนด

2/ เป็นค่าแปลงจากหน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็น เมกะจูล

**แบบบันทึกการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร
หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน**
(สำหรับอาคารควบคุม)

ประจำเดือน มกราคม 2550 ถึงเดือน มิถุนายน 2550

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- 1.1 ชื่ออาคาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- 1.2 ที่ตั้งอาคาร เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ ๙
10120 โทรศัพท์ 02 287-9600, 02 286-3991-5 โทรสาร 02 287- 9653
- 1.3 ประเภทอาคาร ☐ สำนักงาน ☐ โรงแรม ☐ โรงพยาบาล
☐ ศูนย์การค้า ☒ สถานศึกษา ☐ อื่น ๆ (ระบุ)
- 1.4 เวลาทำงานของอาคาร 14 ชั่วโมง/วัน 264 วัน/ปี

❖ เวลาทำการเรียนการสอนภาคปกติหลักสูตร 2 ปี และ 4 ปี

วันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 08.00 - 15.00 น.

❖ เวลาทำการเรียนการสอนภาคสมทบหลักสูตร 2 ปี

วันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 15.00 - 21.00 น.

วันอาทิตย์ เวลา 08.00 - 17.00 น.

1.5 จำนวนห้องหรือเตียงทั้งหมด

- (1) สำหรับโรงแรมมีห้องพักจำนวน - ห้อง
- (2) สำหรับโรงพยาบาลมีเตียงคนไข้จำนวน - เตียง

1.6 การใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้งานจริงในแต่ละเดือน

(1) ชั่วโมง การทำงาน)		(2) อาคารควบคุมทุกประเภท (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)		(3) โรงแรม	(4) โรงพยาบาล	
		พื้นที่ปรับอากาศ (ตารางเมตร)	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (ตารางเมตร)	ร้อยละของห้องที่ จำหน่าย/เดือน	จำนวนคนไข้ใน (เตียง-วัน)	จำนวนคนไข้ นอก(คน)
ม.ค.50	(168)	34,769.00	59,000.00	-	-	-
ก.พ.50	(152)	34,769.00	59,000.00	-	-	-
มี.ค.50	(168)	34,769.00	59,000.00	-	-	-
เม.ย.50	(152)	34,769.00	59,000.00	-	-	-
พ.ค.50	(152)	34,769.00	59,000.00	-	-	-
มิ.ย.50	(168)	34,769.00	59,000.00	-	-	-

1.7 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

(1) ลำดับที่	(2) ชื่อ - นามสกุล	(3) ทะเบียน เลขที่	(4) ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	
			เริ่มการปฏิบัติงาน (วัน/เดือน/พ.ศ.)	สิ้นสุดการปฏิบัติงาน (วัน/เดือน/พ.ศ.)
1	นายปราโมทย์ อนันต์วราพงษ์	ผชอ. 1088	5 มกราคม 2545	
2	นายนิพนธ์ สุนทรหุด	ผชอ. 1089	5 มกราคม 2545	

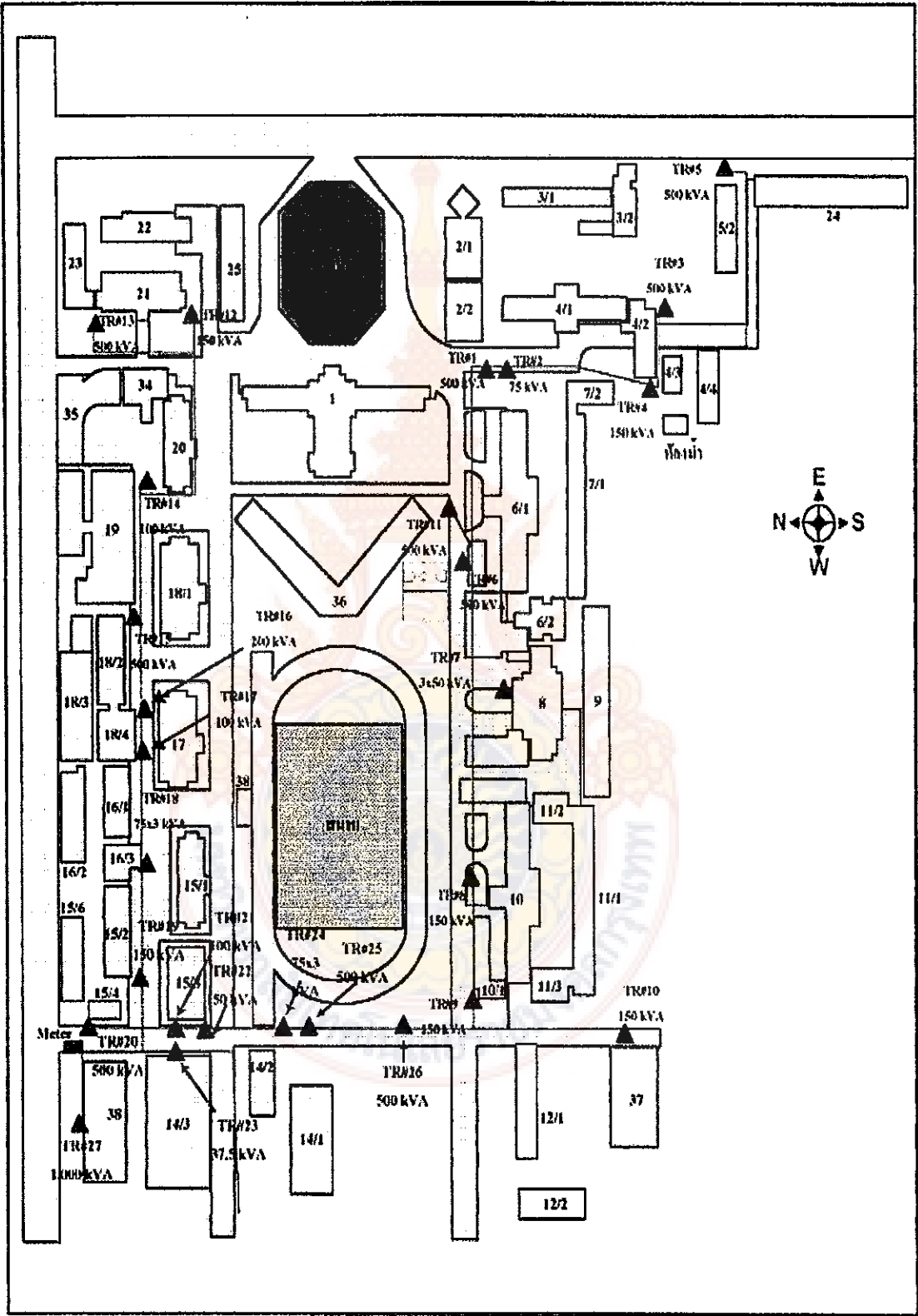
ส่วนที่ 2 ข้อมูลลักษณะอาคาร

2.1 ข้อมูลพื้นที่อาคาร

(๑) ชื่ออาคาร	(๒) จำนวน ชั้น	(๓) ความสูง แต่ละชั้น (ม.)	(๔) พื้นที่ จอดรถ (ตรม.)	(๕) พื้นที่ใช้สอย รวม (ตรม.)	(๖) พื้นที่ ปรับอากาศ (ตรม.)	(๗) พื้นที่กระจก ต่อพื้นที่ผนัง (%)	(๘) อายุ อาคาร (ปี)
อาคารโซนที่ 1	-	-	-	53,769	24,569	-	-
อาคารโซนที่ 2	-	-	-	40,000	10,200	-	-
รวม			-	93,769	34,769		

พื้นที่ทั้งหมดของอาคารควบคุม93,769.00..... ตารางเมตร
พื้นที่ปรับอากาศ34,769.00..... ตารางเมตร

2.2 ฟังบริเวณและทิศที่ตั้งอาคาร



รูปที่ 4.1 แสดงผังอาคารที่ศึกษา
ที่มา : แผนกอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ตารางที่ 4.1 แสดงอาคาร โซนที่ 1

อาคารเลขที่	ชื่ออาคาร
(1)	ตึกอำนวยการ
(14/1)	แผนกวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
(14/2)	อาคารปฏิบัติการแผนกวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
(15/1)	แผนกวิชาช่างยนต์
(15/2)	แผนกวิชาช่างยนต์
(15/3)	แผนกวิชาช่างยนต์
(15/4)	อาคารปฏิบัติการแผนกวิชาช่างยนต์
(15/5)	แผนกวิชาอุตสาหกรรมเครื่องเรือนและตกแต่งภายใน
(15/6)	แผนกวิชาช่างยนต์
(16/1)	แผนกอิเล็กทรอนิกส์
(16/2)	แผนกอิเล็กทรอนิกส์
(16/3)	แผนกวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์
(17)	แผนกวิชาช่างไฟฟ้า
(18/1)	แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
(18/2)	แผนกวิชาช่างโลหะ
(18/3)	อาคารปฏิบัติการแผนกวิชาช่างโลหะ
(18/4)	อาคาร โลหะวิทยา
(19)	แผนกวิชาช่างก่อสร้าง
(20)	แผนกวิชาเคมีสิ่งทอ
(26)	อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีสิ่งทอ
(33)	อาคารแผนกวิชาเทคนิคเคมี
(36)	อาคารเรียนรวม
(25)	อาคารสโมสรครูวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
(41)	อาคารผลิตภัณฑ์เนื้อ
(27)	ห้องน้ำ

ตารางที่ 4.2 แสดงอาคาร โชนที่ 2

อาคารเลขที่	ชื่ออาคาร
(2)	อาคารห้องสมุดเก่า
(2/1)	อาคารวิทยบริการ
(3)	อาคารแผนกวิชาการท่องเที่ยว
(4)	อาคารแผนกวิชาการโรงแรม
(4/1)	อาคารแผนกวิชาอาหารและโภชนาการ
(4/2)	อาคารปฏิบัติการอาหาร
(4/3)	อาคารปฏิบัติการคหกรรมศาสตร์
(4/4)	อาคารแผนกวิชาคหกรรมศาสตร์
(5/2)	อาคารแผนกวิชาเทคโนโลยีสิ่ง
(6/1)	อาคารแผนกวิชาการตลาด
(6/2)	อาคารแผนกวิชาการบัญชี
(7/1)	แผนกวิชาการเงินการธนาคาร
(7/2)	ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมอุตสาหกรรมผ้า
(8)	อาคารกิจกรรมสหกรณ์และห้องพยาบาล
(9)	อาคารแผนกวิชาบัญชีคอมพิวเตอร์ธุรกิจ
(10)	อาคารแผนกวิชาเคมีปฏิบัติการ
(11/1)	อาคารแผนกวิชาวิทยาศาสตร์
(11/2)	อาคารแผนกวิชาวิทยาศาสตร์
(11/3)	อาคารแผนกวิชาเคมีอุตสาหกรรม

ที่มา : แผนกอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2.3 บันทึกการแก้ไขต่อเติมอาคารหรือปลูกสร้างอาคารเพิ่มเติม

ไม่มีการต่อเติมหรือปลูกสร้างอาคารเพิ่มเติมในช่วงที่ทำการศึกษา

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการใช้พลังงาน

3.1 การซื้อไฟฟ้า

(1) ปริมาณการซื้อพลังงานไฟฟ้า

[] อัตราปกติ [] อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD Tariff)

[✓] อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Tariff)

- ปริมาณพลังงานไฟฟ้า 245,303.33 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

(2) ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

- สำหรับผู้ซื้อไฟฟ้าในอัตราปกติ - กิโลวัตต์

- อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 1,715.00 กิโลวัตต์

[] อัตราตามช่วงเวลาของวัน [✓] อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Tariff)

ช่วงเวลา	กิโลวัตต์
1) On peak	1,715.00
2) Partial peak	1,560.00
3) Off peak	210.00

3.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบ

(1) ระบบ	(2) ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)		(3) ร้อยละ	(4) หมายเหตุ
	จากเครื่องวัด	จากการประเมิน		
ปรับอากาศ	-	207,745.66	70.35	ไม่ได้แยกเครื่องวัด ไฟฟ้า
แสงสว่าง	-	55,635.08	18.84	
อื่นๆ	-	31,925.16	10.81	
รวม	-	295,306.00	100.00	

**ส่วนที่ 4 การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์
ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน**

4.1 การติดตั้งเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

(1) หม้อแปลงไฟฟ้า

รายละเอียด	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
ประเภทหม้อแปลงไฟฟ้า	[] แบบแห้ง [] แบบเปียก	[] แบบแห้ง [] แบบเปียก	[] แบบแห้ง [] แบบเปียก	[] แบบแห้ง [] แบบเปียก
ขนาดพิกัด (กิโลโวลต์ แอมแปร์)	-	-	-	-
แรงดันไฟฟ้าด้านแรงดันสูง (กิโลโวลต์)	-	-	-	-
แรงดันไฟฟ้าด้านแรงดันต่ำ (โวลต์)	-	-	-	-
ระบบระบายความร้อน	-	-	-	-
ชื่อผู้ผลิต	-	-	-	-
เดือน / พ.ศ. ที่ติดตั้งใช้งาน	-	-	-	-
สถานที่ใช้งาน	-	-	-	-
หมายเหตุ	-	-	-	-

(2) ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดี่ยว (Unitary air conditioning system)

รายละเอียด	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4
ประเภทเครื่องปรับอากาศ	-	-	-	-
ขนาดทำความเย็น (วัตต์) ¹⁾	-	-	-	-
พิกัดพลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	-	-	-	-
ชื่อผู้ผลิต	-	-	-	-
เดือน/พ.ศ. ที่ติดตั้งใช้งาน	-	-	-	-
สถานที่ใช้งาน	-	-	-	-
หมายเหตุ	-	-	-	-

คำอธิบาย

¹⁾ ขนาดทำความเย็น 1 วัตต์ เท่ากับ 3.412 บีทียูต่อชั่วโมง

4.2 การเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์และมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

(1) ลำดับที่	(2) รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุง เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ และมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	(3) ระยะเวลาดำเนินการ		(4) เงินทุน (บาท)	(5) ผลการประหยัดพลังงาน			(6) หมายเหตุ
		เริ่ม (เดือน/พ.ศ.)	แล้วเสร็จ (เดือน/พ.ศ.)		ชนิด พลังงาน	จำนวน (หน่วย)	มูลค่า (บาท)	
-	-	-	-	-	-	-	-	ไม่ได้ส่งแบบ บพอ. 1 และแบบ บพอ. 2 ให้กรมพัฒนาพลังงานฯ ตั้งแต่ บ.ค. - มี.ย. 2548
รวม					-	-	-	-

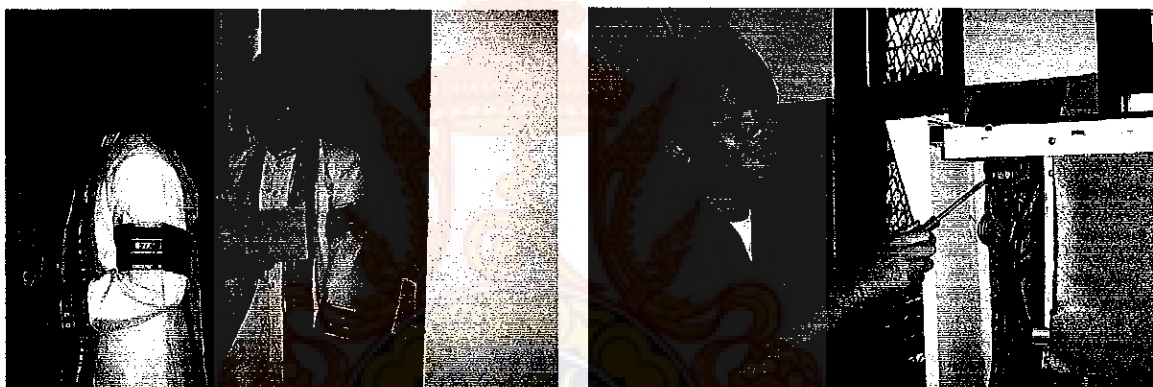
1./ ผลการประหยัดพลังงานหากเป็นไฟฟ้าให้ระบุจำนวนทั้งหมด กิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ ชั่วโมง

รับรองข้อมูลถูกต้องจำนวน แผ่น

ลงชื่อ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
(.....)

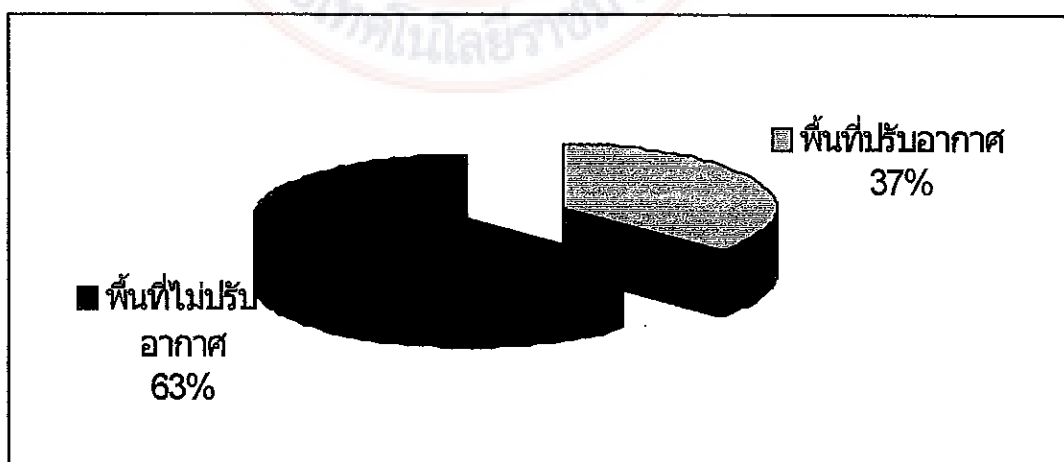
4.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานของอาคาร ตามแบบ บพอ. 1

ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ (มทรค.) ตั้งอยู่เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 บนเนื้อที่ 145 ไร่ ก่อตั้งเมื่อปี 2495 เดิมชื่อ “วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ ฯ” สังกัดกรมอาชีวศึกษา ต่อมาได้โอนไปสังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จึงเปลี่ยนชื่อเป็น “สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ฯ” ในปัจจุบันได้รับการสถาปนาขึ้นเป็น “มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ” ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2548 ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 122 ตอนที่ 6 ก ลงวันที่ 18 มกราคม 2548 ตามมาตรา 7 มหาวิทยาลัยฯ มีวัตถุประสงค์ ให้การศึกษาด้านวิชาชีพที่เน้น **การปฏิบัติ การผลิตครูวิชาชีพ** เน้นให้ผู้สำเร็จอาชีวศึกษามีโอกาสศึกษาต่อระดับปริญญาเป็นหลัก



รูปที่ 4.2 บัณฑิตนักปฏิบัติ

มทรค. มีพื้นที่อาคารทั้งหมด 93,769.00 ตารางเมตร แบ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศ 34,769.00 ตารางเมตร และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 59,000.00 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 37 และ 63 ตามลำดับ

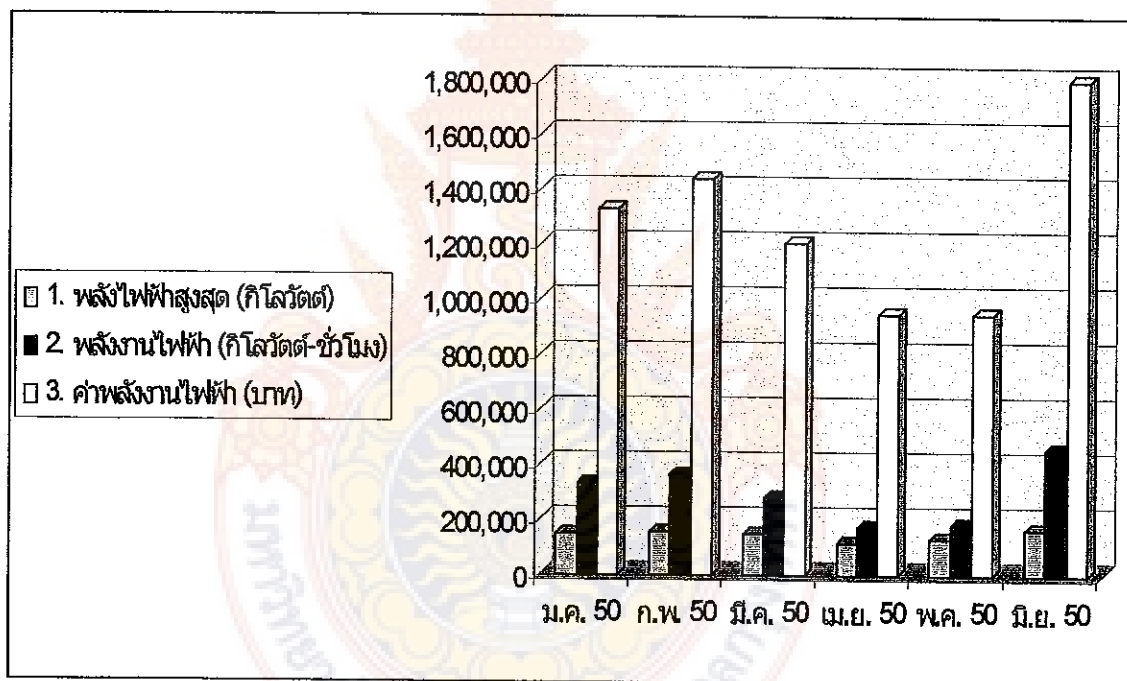


รูปที่ 4.3 แสดงพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

ส่วนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

เดือนมกราคม – มิถุนายน 2550 มทร.ก. ใช้พลังงานไฟฟ้า รวม 8,575.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เฉลี่ยเดือนละ 1,429.17 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 1,771,820.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (หน่วย) เฉลี่ยเดือนละ 295,303.33 หน่วย เป็นเงินค่าพลังงานไฟฟ้า รวม 7,656,199.00 บาท เฉลี่ยเดือนละ 1,276,033.17 บาท คิดเป็น **อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.32 บาท หน่วย** ซึ่งสามารถวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ได้ดังนี้:-

1. เดือนมิถุนายน ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 1,635.00 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 217,340.55 บาท ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 454,000.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เนื่องจากเริ่ม เปิดภาคเรียน
2. เดือนเมษายน ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุด 1,125.00 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 149,546.25 บาท ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุด 170,240.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เนื่องจากปิดภาคเรียน



รูปที่ 4.4 แสดงพลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์) พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

และค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท) ประจำเดือน มกราคม – มิถุนายน 2550

การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ไม่มีการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเนื่องจากไม่มี
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

4.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ตามแบบ บพอ. 2

ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป อาคารที่ศึกษาเป็นสถานศึกษา ทำงาน 14 ชั่วโมง/วัน
เจ้าของอาคารควบคุมได้เสนอแต่งตั้งเจ้าหน้าที่รับผิดชอบด้านพลังงาน (ผขอ.) จากกรมพัฒนาพลังงาน
ทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน รวม 2 คน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลลักษณะอาคาร มีพื้นที่ทั้งหมด 93,769.00 ตารางเมตร แบ่งเป็นพื้นที่
ปรับอากาศ 34,769.00 ตารางเมตร และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 59,000.00 ตารางเมตร ในช่วงที่ทำการศึกษา
ไม่มีการต่อเติมหรือปลูกสร้างอาคารเพิ่มเติม

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการใช้พลังงาน อาคารที่ศึกษาใช้ไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้
(TOU Tariff) โดยเฉลี่ย 245,303.33 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 1,715.00 กิโลวัตต์
แบ่งเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ, ระบบแสงสว่าง และระบบอื่น ๆ ร้อยละ 70.35, 18.84
และ 10.81 ตามลำดับ

ส่วนที่ 4 การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน
และการอนุรักษ์พลังงาน ในช่วงที่ทำการศึกษาไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว



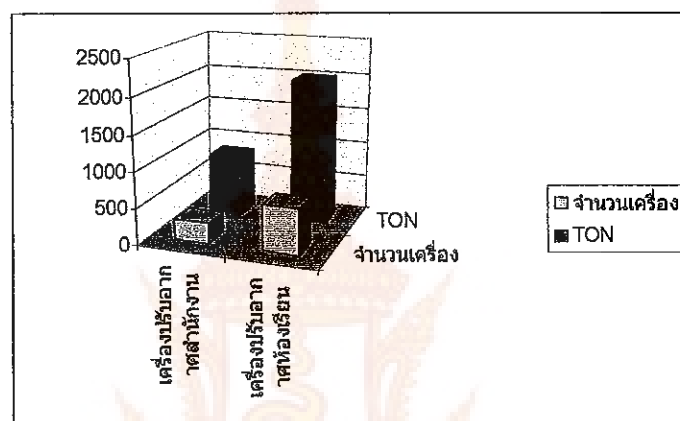
รูปที่ 4.5 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

4.2 ข้อมูลและการวิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

4.2.1 ข้อมูลจำนวน และขนาดเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศภายในอาคารที่ศึกษามี จำนวน 911 เครื่อง ขนาดความจุรวม 2,869 TON โดยแบ่งออกเป็น.-

1. เครื่องปรับอากาศสำนักงาน จำนวน 280 เครื่อง ความจุรวม 848 TON
2. เครื่องปรับอากาศอาคารเรียน จำนวน 631 เครื่อง ความจุรวม 2,021 TON

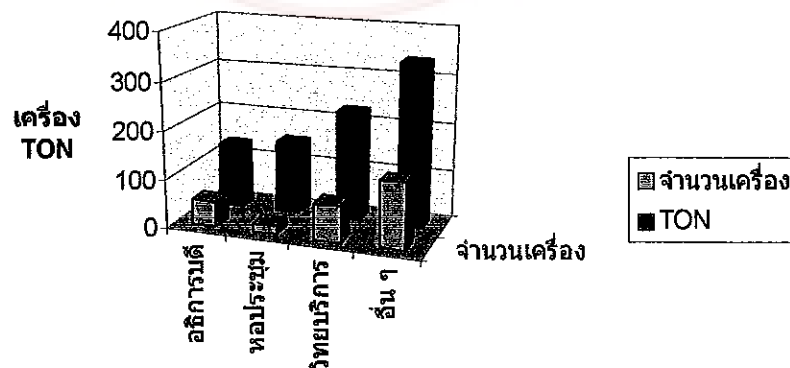


รูปที่ 4.6 แสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศสำนักงาน และเครื่องปรับอากาศห้องเรียน

ที่มา : ฝ่ายพัสดุ, ทะเบียนครุภัณฑ์ 30 พฤษภาคม 2550

4.2.1.1 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศสำนักงาน

- (1) เครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี จำนวน 53 เครื่อง ความจุรวม 133 TON
- (2) เครื่องปรับอากาศหอประชุม จำนวน 16 เครื่อง ความจุรวม 150 TON
- (3) เครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ จำนวน 74 เครื่อง ความจุรวม 227 TON



รูปที่ 4.7 แสดงจำนวนและขนาดความจุเครื่องปรับอากาศสำนักงาน

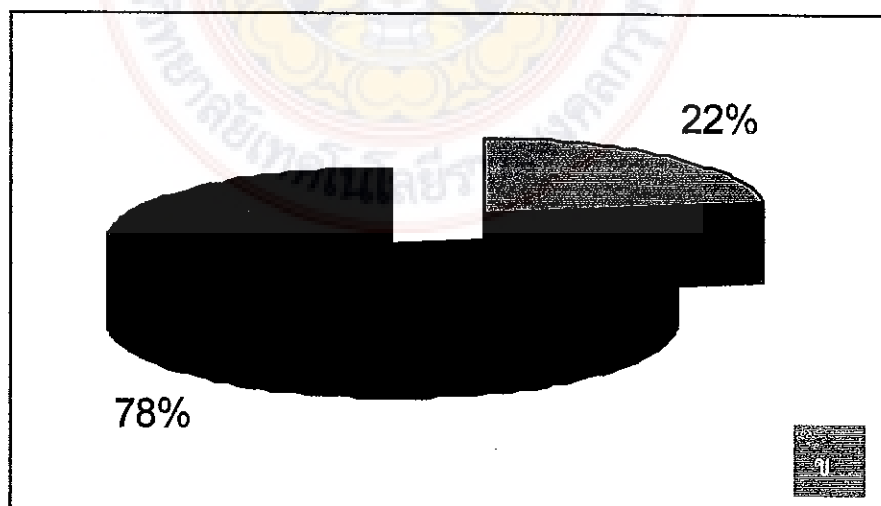
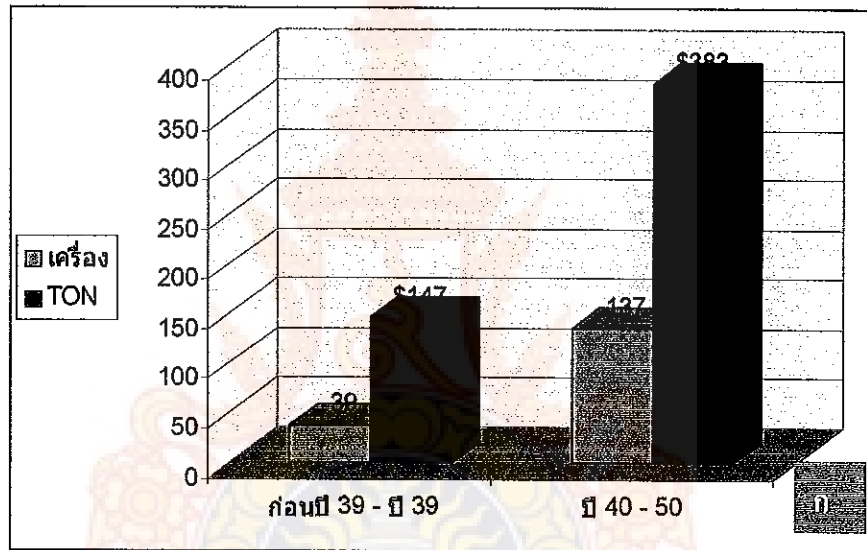
(4) เครื่องปรับอากาศสำนักงานคณะ จำนวน 137 เครื่อง ความจุรวม 338 TON ติดตั้งกระจายอยู่ตามสำนักงานคณะต่าง ๆ จึงไม่สามารถรวมกลุ่มแล้วเปลี่ยนเป็นเครื่องทำความเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำได้ การวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศลักษณะนี้ กระทำโดยแบ่งกลุ่มเครื่องปรับอากาศตามปีงบประมาณ

ก) เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ก่อนปี 2539 จำนวน 39 เครื่อง ความจุรวม 147 TON

คิดเป็นร้อยละ 22

ข) เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ปี 2540 – 2550 จำนวน 98 เครื่อง ความจุรวม 191 TON

คิดเป็นร้อยละ 78



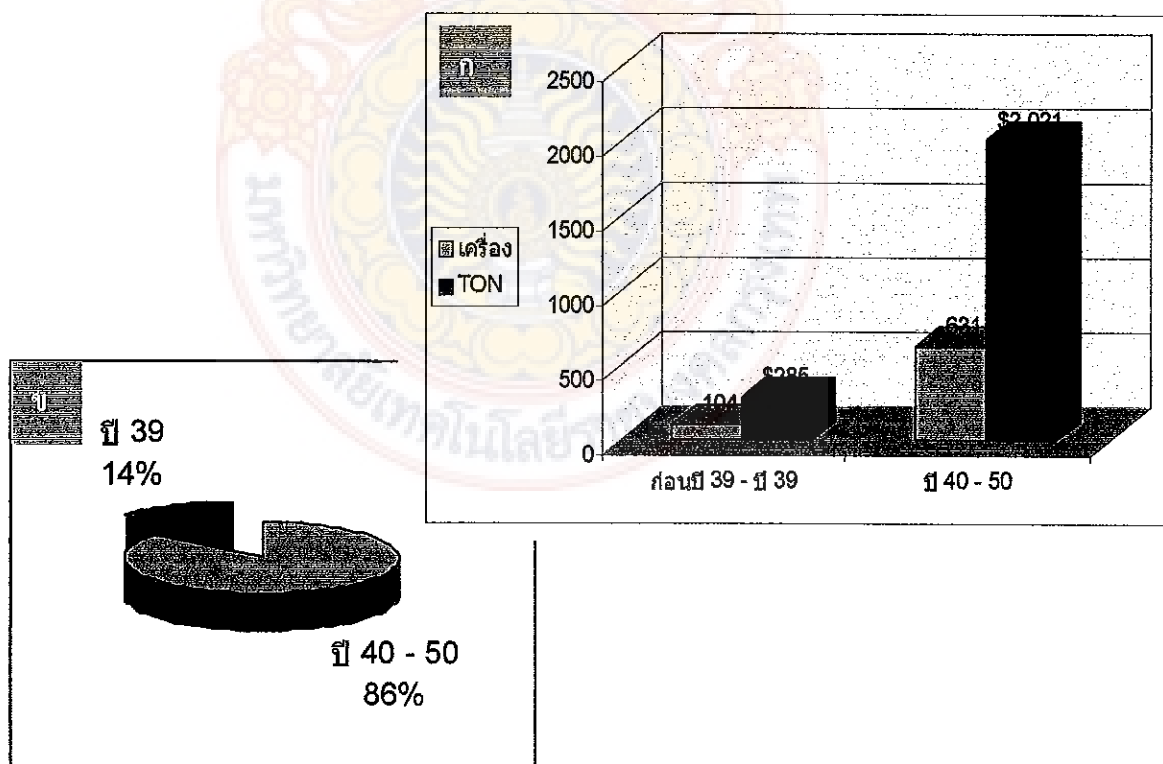
รูปที่ 4.8 (ก) จำนวนและขนาดเครื่องปรับอากาศสำนักงานคณะ
และ (ข) จำนวนเครื่องปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ

4.2.1.2 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศอาคารเรียน

เครื่องปรับอากาศอาคารเรียน จำนวน 631 เครื่อง ความจุรวม 2,021 TON ได้ติดตั้งกระจายอยู่ตามคณะต่าง ๆ ชั่วโมงการใช้งานขึ้นอยู่กับตารางเรียนของแต่ละสาขาวิชา จึงไม่สามารถรวมกลุ่มแล้วเปลี่ยนเป็นเครื่องทำความเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ เหมือนหัวข้อ 4.2.2 ได้ ในการศึกษาจึงได้แบ่งกลุ่มเครื่องปรับอากาศออกตามปีที่ติดตั้ง เหมือนหัวข้อ 4.2.1.1(4) เพื่อวิเคราะห์หา **ค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็น** ตามหัวข้อ 3.2.2 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 ซึ่งกำหนดให้ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารเก่าใช้ **พลังงานไฟฟ้า 1.61 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น** ตามหัวข้อ 2.2.8

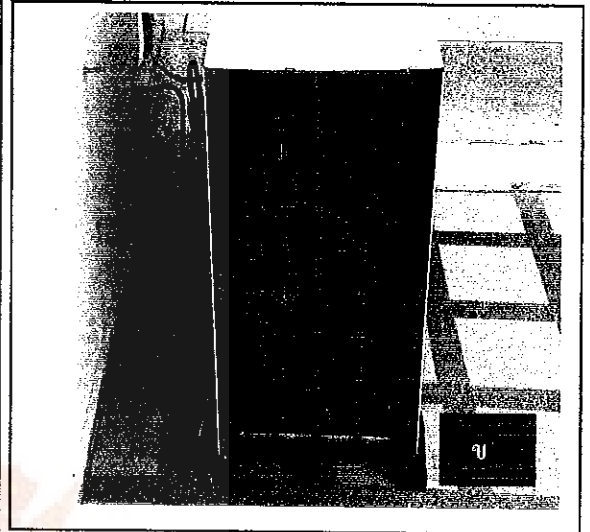
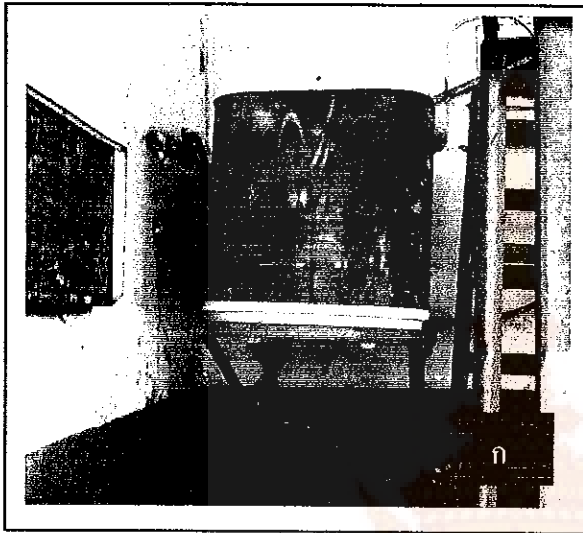
การแบ่งกลุ่มเครื่องปรับอากาศตามปีงบประมาณ ประกอบด้วย-

- (1) เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ก่อนปี 2539 จำนวน 104 เครื่อง ความจุรวม 285 TON คิดเป็นร้อยละ 14
- (2) เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ปี 2540 – 2550 จำนวน 527 เครื่อง ความจุรวม 1,736 TON คิดเป็นร้อยละ 86



รูปที่ 4.9 (ก) จำนวนและขนาดเครื่องปรับอากาศอาคารเรียน
และ (ข) จำนวนเครื่องปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ

- (3) การสำรวจภาคสนามพบว่าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งก่อนปี 2539 ชุดควบแน่นสกปรก มีฝุ่นจับหนา งบประมาณความร้อนย้อนกลับเข้าสู่ชุดควบแน่นมีเสียงดัง อุปกรณ์ไม่ครบ เช่น ไม่มีแผ่นกรองอากาศ เป็นต้น



รูปที่ 4.10 (ก) และ (ข) ชุดควบแน่นสกปรกมีฝุ่นเกาะ (ค) หน่วยแฟนคอยล์ และ (ง) งบประมาณความร้อนย้อนกลับเข้าสู่ชุดควบแน่น

4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศสำนักงาน

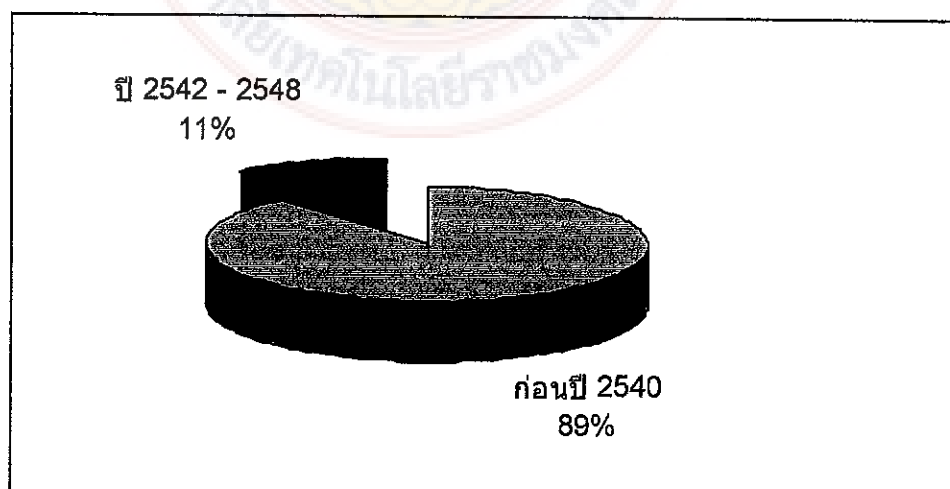
ตามนัยแห่งกฎกระทรวง ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงาน ในอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 กำหนดให้อาคารเก่าที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ใช้พลังงานไฟฟ้า 1.61 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น, เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Chiller) ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.70 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น และเครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Package Unit Air Cooled) ใช้พลังงานไฟฟ้า 1.58 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ดังรายละเอียดหัวข้อ 2.2.8

เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เหมาะสำหรับอาคารที่มีภาระความร้อนรวม 100 TON ขึ้นไป และใช้งานอย่างต่อเนื่อง เช่น ห้างสรรพสินค้า สำนักงาน และอาคารพาณิชย์

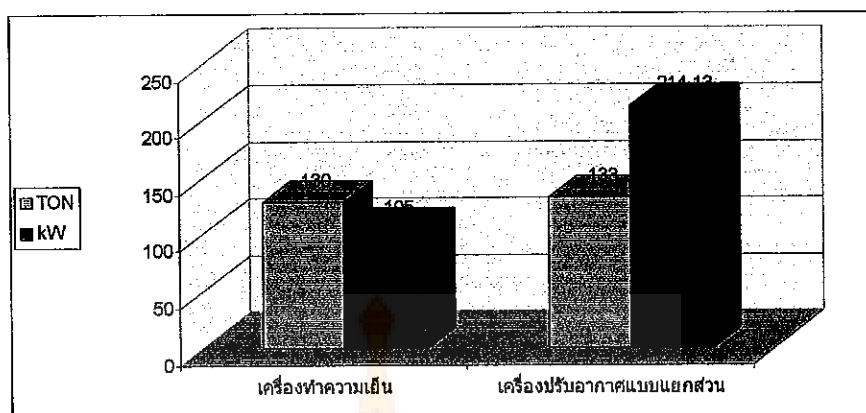
4.2.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี

สำนักงานอธิการบดีติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 53 เครื่อง ความจุรวม 133 TON แบ่งออกเป็น.-

1. ติดตั้งก่อนปี 2540 จำนวน 47 เครื่อง ความจุรวม 103 TON คิดเป็น ร้อยละ 89
2. ติดตั้งระหว่างปี 2542 - 2548 จำนวน 6 เครื่อง ความจุรวม 27 TON คิดเป็นร้อยละ 11
3. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ความจุรวม 133 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 214.13 กิโลวัตต์
4. เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 130 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 105.00 กิโลวัตต์



รูปที่ 4.11 สัดส่วนเครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี



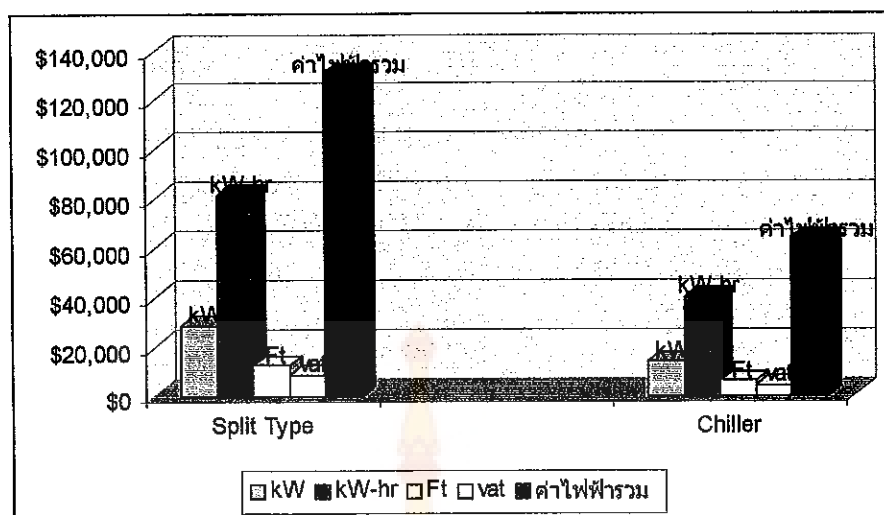
รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบพลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

5. จากข้อ 3 เปลี่ยนเป็นข้อ 4 สามารถประหยัดพลังไฟฟ้าได้ 109.13 กิโลวัตต์
เป็นเงิน 66,695.01 บาท / เดือน แสดงว่าประหยัดได้ร้อยละ 50.96

ตารางที่ 4.3 แสดงผลประหยัดพลังไฟฟ้า 109.13 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 66,695.01 บาท

รายการ	Split Type	Chiller	ประหยัด
ความต้องการพลังไฟฟ้า, kW	214.13	105.00	109.13
อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า, บาท/kW	132.93	132.93	
1. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า, บาท	28,464.30	13,957.65	14,506.65
เวลาใช้งาน, hr/day	8.00	8.00	
เวลาใช้งาน, day/month	22.00	22.00	
รวมพลังงานไฟฟ้า, kW-hr/month	18,843.44	9,240.00	9,603.44
อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า, บาท/kW-hr	4.32	4.32	
2. ค่าพลังงานไฟฟ้า, บาท	81,403.66	39,916.80	41,486.86
Ft, บาท/kW-hr	0.6611	0.6611	
3. ค่า Ft, บาท	12,436.67	6,098.40	6,338.27
รวม 1 + 2 + 3	122,304.63	59,972.85	62,331.78
4. ภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%), บาท	8,561.32	4,198.10	4,363.22
รวมทั้งหมด	130,865.96	64,170.95	66,695.01
ประหยัดได้, %			50.96

หมายเหตุ ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง เดือนละ 22 วัน



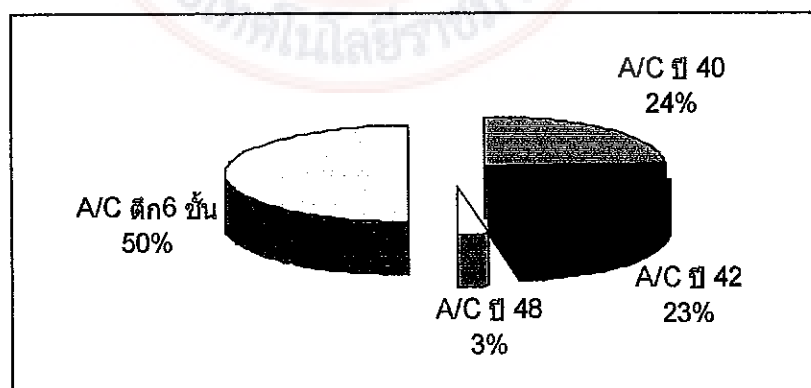
รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนกับเครื่องทำน้ำเย็น

4.2.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ

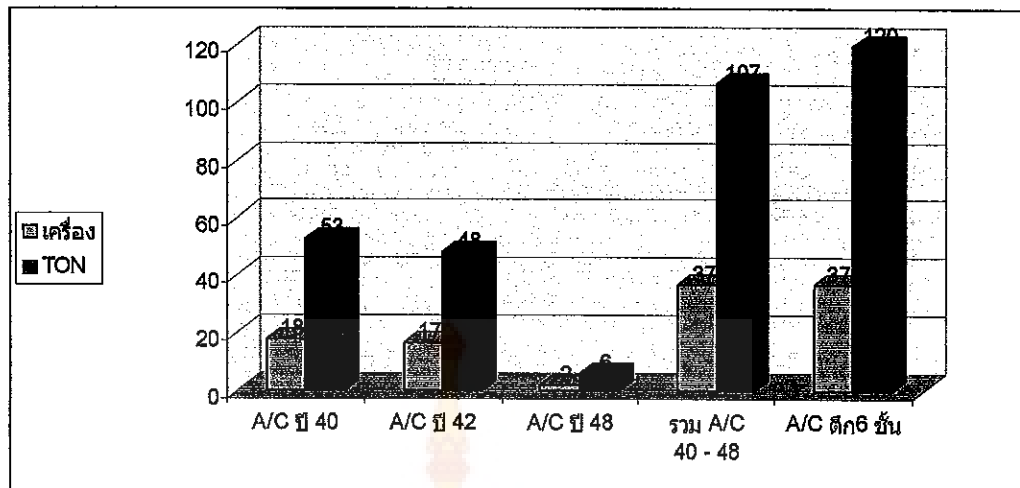
สถาบันวิทยบริการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 74 เครื่อง ความจุรวม 227 TON แบ่งออกเป็น.-

1. เครื่องปรับอากาศอาคารเก่า จำนวน 37 เครื่อง ความจุรวม 107 TON ประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศ.-
 - ก) ติดตั้งก่อนปี 2540 จำนวน 18 เครื่อง ความจุรวม 53 TON
 - ข) ติดตั้งปี 2542 จำนวน 17 เครื่อง ความจุรวม 48 TON
 - ค) ติดตั้งปี 2548 จำนวน 2 เครื่อง ความจุรวม 6 TON
2. เครื่องปรับอากาศอาคารใหม่ 6 ชั้น จำนวน 37 เครื่อง ความจุรวม 120 TON

หมายเหตุ จำนวนเครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ คิดเป็นร้อยละ 24, 23, 3 และ 50 ตามลำดับ

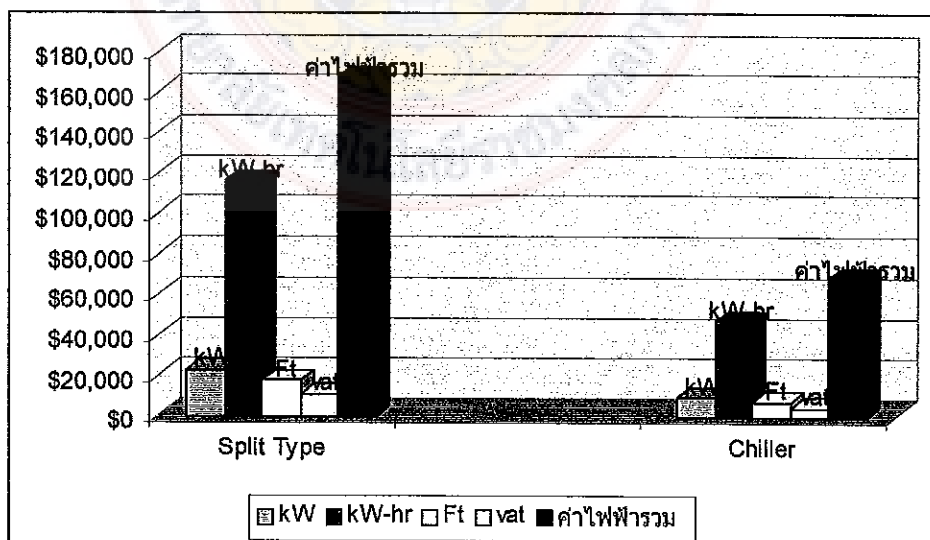


รูปที่ 4.14 แสดงสัดส่วนเครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ



รูปที่ 4.15 แสดงจำนวนเครื่อง และความจุรวมของเครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ

3. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ความจุรวม 107 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 172.27 กิโลวัตต์
4. เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 100 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 70.00 กิโลวัตต์
5. จากข้อ 3 เปลี่ยนเป็นข้อ 4 สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 102.27 กิโลวัตต์ คิดเป็นเงิน 99,599.51 บาท / เดือน คิดเป็นร้อยละ 59.37
6. ผลการวิเคราะห์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ร้อยละ 59.37 สูงกว่าเครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี หัวข้อ 4.2.2.1 (ร้อยละ 50.96) เนื่องจากใช้งานมากกว่าคือ วันละ 12 ชั่วโมง เดือนละ 26 วัน



รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนกับเครื่องทำน้ำเย็น

ตารางที่ 4.4 แสดงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 102.27 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 99,559.51 บาท

รายการ	Split Type	Chiller	ประหยัด
ความต้องการพลังไฟฟ้า, kW	172.27	70.00	102.27
อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า, บาท/kW	132.93	132.93	
1. รวมค่าความต้องการพลังไฟฟ้า, บาท	22,899.85	9,305.10	13,594.75
เวลาใช้งาน, hr/day	12.00	12.00	
เวลาใช้งาน, day/month	26.00	26.00	
รวมพลังงานไฟฟ้า, kW-hr/month	26,874.12	10,920.00	15,954.12
อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า, บาท/kW-hr	4.32	4.32	
2. รวมค่าพลังงานไฟฟ้า, บาท	116,096.20	47,174.40	68,921.80
Ft, บาท / kW - hr	0.6611	0.6611	
3. รวมค่า Ft, บาท	17,736.92	7,207.20	10,529.72
รวม 1+ 2 + 3	156,732.97	63,686.70	93,046.27
4. ภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%), บาท	10,971.31	4,458.07	6,513.24
รวมทั้งหมด	167,704.28	68,144.77	99,559.51
ประหยัดได้, %			59.37

หมายเหตุ ทำงานวันละ 12 ชั่วโมง เดือนละ 26 วัน

4.2.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศหอประชุม ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จำนวน 16

เครื่อง ความจุรวม 150 TON แบ่งออกเป็น.-

1. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ติดตั้งปี 2540 จำนวน 3 เครื่อง

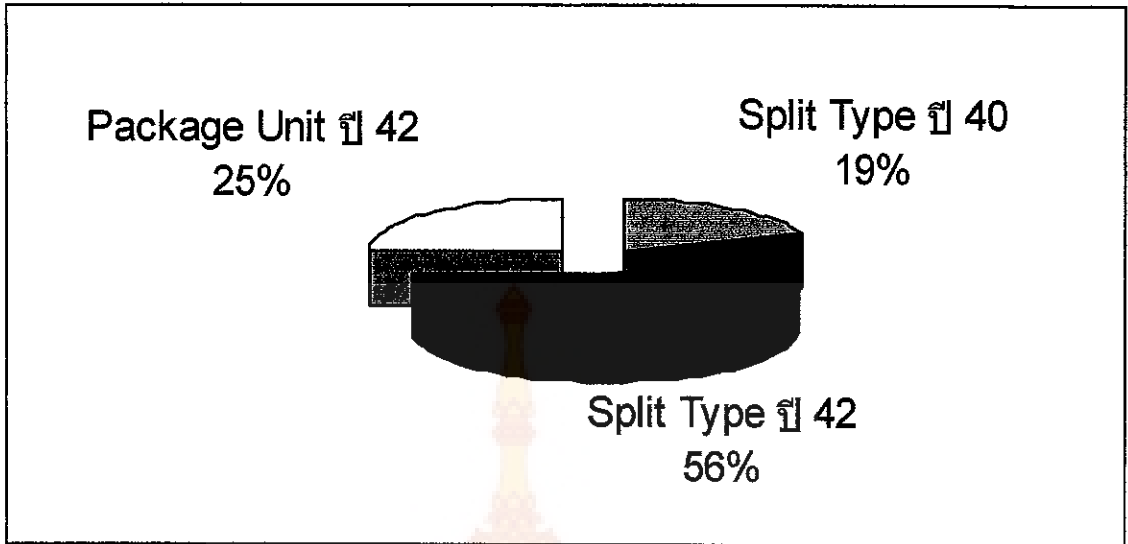
ความจุรวม 6.00 TON คิดเป็นร้อยละ 19

2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ติดตั้งปี 2542 จำนวน 9 เครื่อง

ความจุรวม 30.00 TON คิดเป็นร้อยละ 56

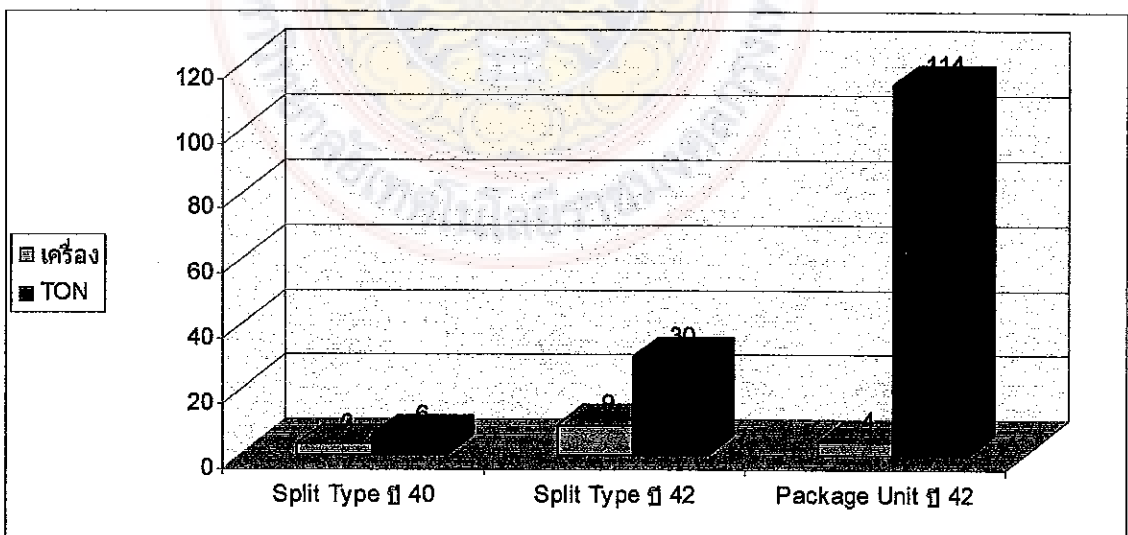
3. เครื่องทำความเย็นแบบชุด (Package Unit) ติดตั้งปี 2542 จำนวน 4 เครื่อง

ความจุรวม 114.00 TON คิดเป็นร้อยละ 25



รูปที่ 4.17 สัดส่วนจำนวนเครื่องปรับอากาศหอประชุม

4. เครื่องทำความเย็นแบบชุด เดินครั้งละ 2 เครื่อง ความจุรวม 57.00 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 90.00 กิโลวัตต์ ค่าไฟฟ้า 390.00 บาท / ชั่วโมง การเดินเครื่องครั้งแรกในรอบเดือนต้องเสียค่าพลังไฟฟ้า (*Peak Demand*) เป็นเงิน 11,963.70 บาท
5. การเดินเครื่องทำความเย็นแบบชุด วันเสาร์-วันอาทิตย์ *ไม่ต้องเสียค่าพลังไฟฟ้า (Off - Peak)*



รูปที่ 4.18 แสดงจำนวนเครื่องและความจุรวมของเครื่องปรับอากาศหอประชุม

4.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศอาคารเรียน

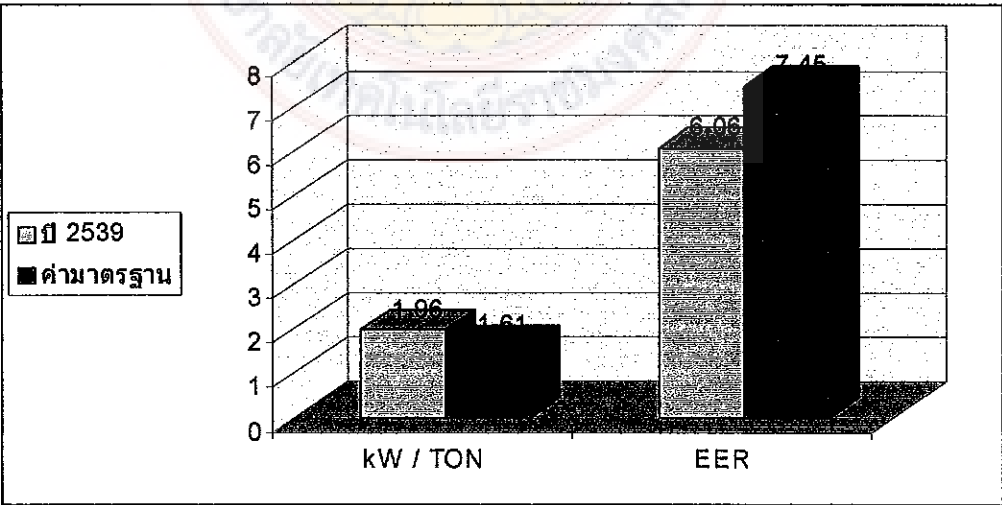
กฎกระทรวง กำหนดให้เครื่องปรับอากาศอาคารเก่าใช้พลังงานไฟฟ้า 1.61 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน 7.45 และเครื่องปรับอากาศอาคารใหม่ใช้พลังงานไฟฟ้า 1.40 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน 8.6 เทียบได้กับเครื่องปรับอากาศสลากประหยัดไฟ เบอร์ 3 (8.6 ≤ EER < 9.6) ดังรายละเอียดหัวข้อ 2.2.8–2.2.9

4.2.3.1 เครื่องปรับอากาศอาคารเรียนที่ติดตั้งก่อนปี 2539 จำนวน 104 เครื่อง ความจุรวม 285 ตันความเย็น ใช้พลังงานเฉลี่ย 1.96 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) 6.06 เทียบได้กับเครื่องปรับอากาศสลากประหยัดไฟ ต่ำกว่าเบอร์ 1 (เบอร์ 1 ค่า EER < 7.6) สูงกว่าข้อกำหนดของกฎกระทรวง ร้อยละ 20.74

ตารางที่ 4.5 ค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นของเครื่องปรับอากาศห้องเรียนที่ติดตั้งก่อนปี 2539

เครื่องปรับอากาศ	kW/TON	EER	หมายเหตุ
ค่าจากการวัด	1.96	6.06	สูงกว่ามาตรฐาน 20.74 %
ค่ามาตรฐานอาคารเก่า	1.61	7.45	
ค่ามาตรฐานอาคารใหม่	1.40	8.6	

วิเคราะห์ข้อมูลเทียบกับการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ สามารถประหยัดพลังงานได้ 159.60 กิโลวัตต์ คิดเป็นเงิน 89,035.40 บาท คิดเป็นร้อยละ 28.57 ต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศสำนักงาน อธิการบดี หัวข้อ 4.2.2.1 (ร้อยละ 50.96) เนื่องจากใช้น้อยกว่า คือวันละ 3 ชั่วโมง เดือนละ 13 วัน

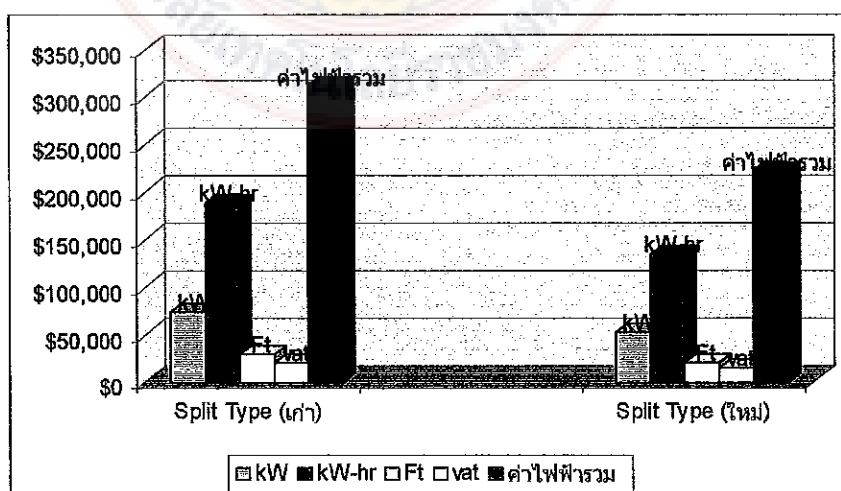


รูปที่ 4.19 ค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นเทียบกับค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 4.6 แสดงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 159.60 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 39,284.39 บาท

รายการ	Split Type (เก่า)	Split Type (ใหม่)	ประหยัด
ความต้องการพลังไฟฟ้า, kW	558.60	399.00	159.60
อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า, บาท/kW	132.93	132.93	
1. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า, บาท	74,254.70	53,039.07	21,215.63
เวลาใช้งาน, hr/day	3.00	3.00	
เวลาใช้งาน, day/month	13.00	13.00	
รวมพลังงานไฟฟ้า, kW – hr/month	10,892.70	7,780.50	3,112.20
อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า, บาท/kW-hr	4.32	4.32	
2. ค่าพลังงานไฟฟ้า, บาท	47,056.46	33,611.76	13,444.70
Ft, บาท/kW-hr	0.6611	0.6611	
3. ค่า Ft, บาท	7,189.18	5,135.13	2,054.05
รวม 1 + 2 + 3	128,500.34	91,785.96	36,714.38
4. ภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%), บาท	8,995.02	6,425.02	2,570.01
รวมทั้งหมด	137,495.37	98,210.98	39,284.39
ประหยัดได้, ร้อยละ			28.57

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศอาคารเรียนที่ติดตั้งก่อนปี 2539 ประหยัดพลังงานไฟฟ้า ร้อยละ 28.57 เนื่องจากใช้งานวันละ 3 ชั่วโมง เดือนละ 13 วัน



รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเก่ากับที่ติดตั้งใหม่

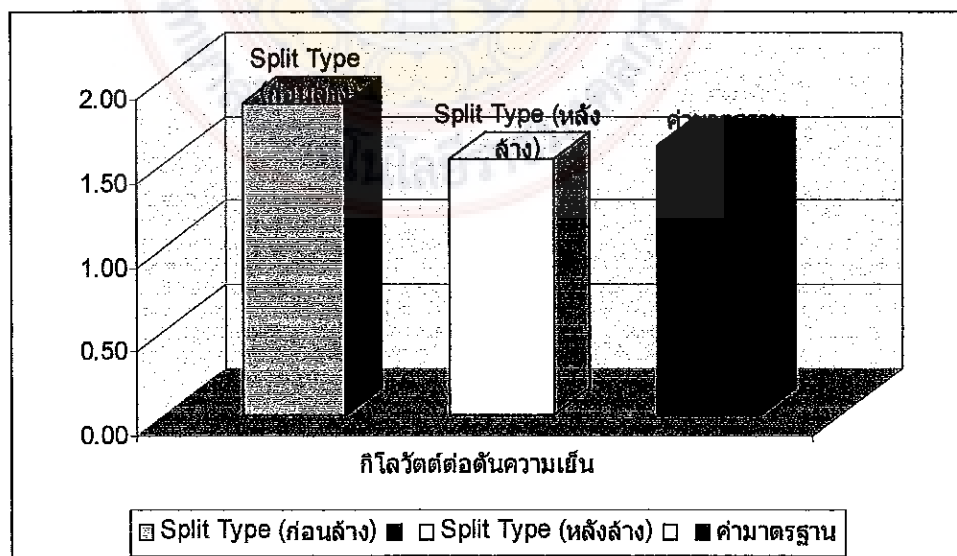
4.2.3.2 เครื่องปรับอากาศอาคารเรียนที่ติดตั้งปี 2540 - 2550 จำนวน 527 เครื่อง ความจุรวม 1,736 TON

- ก) ผลการวัดค่าพลังไฟฟ้าก่อนการล้างเครื่องปรับอากาศ ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย **1.86 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น** ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานร้อยละ **13.44** มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน **6.45** เทียบได้กับเครื่องปรับอากาศ **สลากประหยัดไฟต่ำกว่าเบอร์ 1**
- ข) ผลการวัดค่าพลังไฟฟ้าหลังการล้างเครื่องปรับอากาศ ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย **1.53 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น** ประหยัดกว่าค่ามาตรฐานร้อยละ **4.97** มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน **7.84** เทียบได้กับเครื่องปรับอากาศ **สลากประหยัดไฟเบอร์ 2** ($7.6 \leq \text{EER} < 8.6$)

ตารางที่ 4.7 ค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นเครื่องปรับอากาศห้องเรียนที่ติดตั้งปี 2540 - 2550

เครื่องปรับอากาศ	kW / TON	EER	หมายเหตุ
ค่าจากการวัดก่อนล้าง	1.86	6.45	พลังงานสูงกว่ามาตรฐาน 13.44 %
ค่ามาตรฐานอาคารเก่า	1.61	7.45	หัวข้อ 2.2.8
ค่าจากการวัดหลังล้าง	1.53	7.84	ประหยัดกว่าค่ามาตรฐาน 4.97 %

- ค) วิเคราะห์ข้อมูลหลังการล้างเครื่องปรับอากาศ สามารถประหยัดพลังงานได้ **572.88 กิโลวัตต์** เป็นเงิน **200,536.93 บาท** คิดเป็นร้อยละ **17.74**

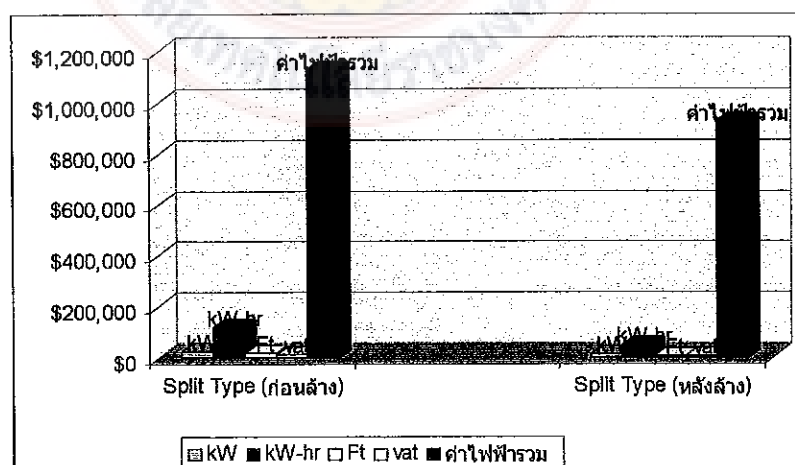


รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็นก่อน – หลังล้างเครื่องปรับอากาศ และค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 4.8 แสดงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 572.88 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 200,536.93 บาท

รายการ	Split Type (ก่อนล้าง)	Split Type (หลังล้าง)	ประหยัด
ความต้องการพลังไฟฟ้า, kW	3,228.96	2,656.08	572.88
อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า, บาท/kW	132.93	132.93	
1. รวมค่าความต้องการพลังไฟฟ้า, บาท	429,225.65	353,072.71	76,152.94
เวลาใช้งาน, hr/day	3.00	3.00	
เวลาใช้งาน, day/month	13.00	13.00	
รวมพลังงานไฟฟ้า, kW-hr/month	125,929.44	103,587.12	22,342.32
อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า, บาท/kW-hr	4.32	4.32	
2. รวมค่าพลังงานไฟฟ้า, บาท	544,015.18	447,496.36	96,518.82
Ft, บาท/kW-hr	0.6611	0.6611	
3. รวมค่า Ft, บาท	83,113.43	68,367.50	14,745.93
รวม 1 + 2 + 3	1,056,354.26	868,936.57	187,417.69
4. ภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%), บาท	73,944.80	60,825.56	13,119.24
รวมทั้งหมด	1,130,299.06	929,762.13	200,536.93
ประหยัดได้, ร้อยละ			17.74

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศอาคารเรียนหลังล้างเครื่องปรับอากาศจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า ร้อยละ 17.74 เนื่องจากใช้งานวันละ 3 ชั่วโมง เดือนละ 13 วัน



รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้ารวมของอาคารเรียนก่อน - หลังล้างเครื่องปรับอากาศ

4.3 ข้อมูลและการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน

จากผลการวิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศได้นำมาวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนเพื่อตัดสินใจการลงทุน โดยยึด *เกณฑ์การตัดสินใจลงทุนจึงคิดที่ $IRR \geq 7.5 \%$* (รายละเอียดหัวข้อ 2.4)

4.3.1 ข้อมูลและการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุนเครื่องปรับอากาศสำนักงาน

4.3.1.1 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี (รายละเอียดหัวข้อ 4.2.2.1)

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 53 เครื่อง ความจุรวม 133 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 214.13 กิโลวัตต์
2. เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 130 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 105.00 กิโลวัตต์
3. เปลี่ยนข้อ 1 เป็นข้อ 2 สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 109.13 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 66,695.01 บาท / เดือน คิดเป็นร้อยละ 50.9

4.3.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี ในกรณีเปลี่ยนจากข้อ 1 เป็นข้อ 2 โดยใช้ฟังก์ชันอัตราผลตอบแทนการลงทุน (รายละเอียดหัวข้อ 2.4) แบ่งออกเป็น.- (รายละเอียดในภาคผนวก ค.)

1. เงินลงทุน	เป็นเงิน	3,120,000.00	บาท
2. ประหยัดค่าไฟฟ้า	เป็นเงิน	800,340.12	บาท/ปี
3. อัตราผลตอบแทนการลงทุน	ร้อยละ	9.00	

ตารางที่ 4.9 แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 9.00

ข้อมูล	บาท	IRR
เงินลงทุน	-3,120,000.00	
รายได้สุทธิปีที่ 1	800,340.12	#NUM!
รายได้สุทธิปีที่ 2	800,340.12	-35%
รายได้สุทธิปีที่ 3	800,340.12	-12%
รายได้สุทธิปีที่ 4	800,340.12	1%
รายได้สุทธิปีที่ 5	800,340.12	9%

4.3.1.3 ข้อมูลสถาบันวิทยบริการอาคารเก่า (รายละเอียดหัวข้อ 4.2.2.2)

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ความจุรวม 107 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 172.27 กิโลวัตต์
2. เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 100 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 70.00 กิโลวัตต์
3. เปลี่ยนข้อ 1 เป็นข้อ 2 สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 102.27 กิโลวัตต์ คิดเป็นเงิน 99,599.51 บาท / เดือน คิดเป็นร้อยละ 59.37

4.3.1.4 วิเคราะห์ข้อมูลอัตราผลตอบแทนการลงทุน ในกรณีเปลี่ยนข้อ 1 เป็นข้อ 2 แบ่งออกเป็น -

- | | | | |
|---------------------------------|----------|--------------|--------|
| 1. เงินลงทุน | เป็นเงิน | 2,400,000.00 | บาท |
| 2. ประหยัดค่าไฟฟ้า | เป็นเงิน | 1,195,194.12 | บาท/ปี |
| 3. อัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ | | 23.00 | |

ตารางที่ 4.10 แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 23.00

ข้อมูล	บาท	IRR
เงินลงทุน	-2,400,000.00	
รายได้สุทธิปีที่ 1	1,195,194.12	-50%
รายได้สุทธิปีที่ 2	1,195,194.12	0%
รายได้สุทธิปีที่ 3	1,195,194.12	23%

4.3.2 ข้อมูลและการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุนเครื่องปรับอากาศอาคารเรียน

4.3.2.1 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศอาคารเรียนที่ติดตั้งก่อนปี 2539 (รายละเอียดหัวข้อ 4.2.3.1)

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 104 เครื่อง ความจุรวม 285 ตันความเย็น ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.96 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น สูงกว่าข้อกำหนดของกฎกระทรวง ร้อยละ 20.74
2. เครื่องปรับอากาศใหม่ จำนวน 104 เครื่อง ความจุรวม 285 ตันความเย็น ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.40 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น
3. เปลี่ยนข้อ 1 เป็นข้อ 2 สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 159.60 กิโลวัตต์ คิดเป็นเงิน 89,035.40 บาท / เดือน คิดเป็นร้อยละ 28.57

4.3.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลอัตราผลตอบแทนการลงทุน ในกรณีเปลี่ยนข้อ 1 เป็นข้อ 2 แบ่งออกเป็น.-

- | | | | |
|---------------------------------|----------|--------------|--------|
| 1. เงินลงทุน | เป็นเงิน | 4,275,000.00 | บาท |
| 2. ประหยัดค่าไฟฟ้า | เป็นเงิน | 1,068,428.80 | บาท/ปี |
| 3. อัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ | | 8.00 | |

ตารางที่ 4.11 แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 8.00

ข้อมูล	บาท	IRR
เงินลงทุน	-4,275,000.00	
รายได้สุทธิปีที่ 1	1,068,428.80	#NUM!
รายได้สุทธิปีที่ 2	1,068,428.80	-36%
รายได้สุทธิปีที่ 3	1,068,428.80	-13%
รายได้สุทธิปีที่ 4	1,068,428.80	0%
รายได้สุทธิปีที่ 5	1,068,428.80	8%

4.3.2.3 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศอาคารเรียนที่ติดตั้งปี 2540 - 2550 (รายละเอียดหัวข้อ 4.2.3.2)

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จำนวน 527 เครื่อง ความจุรวม 1,736 TON ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.86 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น
2. หลังการล้างเครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.53 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น
3. สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 572.88 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 200,536.93 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 17.74

4.3.2.4 วิเคราะห์ข้อมูลอัตราผลตอบแทนการลงทุน ในกรณีล้างเครื่องปรับอากาศ แบ่งออกเป็น.-

- | | | | |
|---------------------------------|----------|------------|-----------|
| 1. เงินลงทุน | เป็นเงิน | 632,400.00 | บาท |
| 2. ประหยัดค่าไฟฟ้า | เป็นเงิน | 200,536.93 | บาท/เดือน |
| 3. อัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ | | 11.00 | |

ตารางที่ 4.12 แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุน ร้อยละ 11.00

ข้อมูล	บาท	IRR
เงินลงทุน	623,400.00	
รายได้สุทธิเดือนที่ 1	200,536.93	#NUM!
รายได้สุทธิเดือนที่ 2	200,536.93	-25%
รายได้สุทธิเดือนที่ 3	200,536.93	-2%
รายได้สุทธิเดือนที่ 4	200,536.93	11%



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การบันทึกข้อมูลสำหรับอาคารควบคุมตามแบบ บพอ. การวิเคราะห์หามาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ และการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน ในอาคารที่ศึกษาสามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะได้ดังนี้.-

5.1 สรุปผลและข้อเสนอแนะการจัดทำแบบ บพอ.

5.1.1 สรุปผลอาคารที่ศึกษา

1. เป็นอาคารควบคุมเลขที่ TSIC – ID 93150 - 0086 ตั้งอยู่เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10120 โทรศัพท์ 02 287-9600 ต่อ 2167 โทรสาร 02 287-9600 ต่อ 2167
2. ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 295,303.33 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน เป็นเงิน 1,276,033.17 บาท/เดือน อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.32 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
3. ตั้งแต่ เดือนมกราคม - มิถุนายน 2548 ไม่มีการส่ง แบบ บพอ. 1 และแบบ บพอ. 2 ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน ตามนัยแห่ง กฎกระทรวง ว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการ และระยะเวลา การส่งข้อมูลและการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2547 ข้อ 3 วรรค 2 ซึ่งออกตามนัยแห่ง พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรา 9, 10, 19, 21 และมาตรา 53 – 61

5.1.2 ข้อเสนอแนะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ควรขยายศูนย์อนุรักษ์พลังงาน ที่มีอยู่เป็น กองอนุรักษ์พลังงาน โดยทำเป็นประกาศกระทรวงศึกษาธิการ ตามนัยแห่ง พระราชบัญญัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2548 มาตรา 9 เพื่อกำหนดอำนาจ หน้าที่ และการ ประสานงานจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานของอาคาร ส่งแบบ บพอ. 1 และแบบ บพอ. 2 ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตามกฎหมายต่อไป



รูปที่ 5.1 กองอนุรักษ์พลังงาน

5.2 สรุปผลและข้อเสนอแนะมาตรการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

5.2.1 เครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี

5.2.1.1 สรุปผลสำนักงานอธิการบดี ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่ติดตั้งก่อนปี 2540 จำนวน 47 เครื่อง ความจุ 103 TON ที่ติดตั้งปี 2542 – 2548 จำนวน 6 เครื่อง ความจุ 30 TON รวมทั้งหมด 53 เครื่อง ความจุรวม 133 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 214.13 กิโลวัตต์

5.2.1.2 ข้อเสนอแนะ

1. สมควรเปลี่ยนเป็นเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Chiller) ขนาด 130 TON ซึ่งใช้ไฟฟ้า 105.00 กิโลวัตต์ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 109.13 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 66,695.01 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 50.96 เนื่องจากสำนักงานอธิการบดีใช้เครื่องปรับอากาศอย่างต่อเนื่อง
2. สามารถรายงานแบบบันทึกการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ตามแบบ บพอ. 2 ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

5.2.2 เครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการ

5.2.2.1 สรุปผลสถาบันวิทยบริการอาคารเก่า ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 37 เครื่อง ความจุรวม 107 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 172.27 กิโลวัตต์

5.2.2.2 ข้อเสนอแนะ

1. สมควรเปลี่ยนเป็นเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 100 TON ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้า 70.00 กิโลวัตต์ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 102.27 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 99,599.51 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 59.37 เนื่องจากสถาบันวิทยบริการใช้เครื่องปรับอากาศอย่างต่อเนื่อง
2. สามารถรายงานแบบ บพอ. 2 ให้ พพ. ได้
3. ช่วงเวลา 18.00 – 21.00 น. สมควรปิดอาคารเก่า ให้ผู้ใช้บริการอ่านหนังสือ ยืม-คืนหนังสือ ได้ที่อาคารใหม่ ชั้น 1 และ 2 ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 102.27 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 34,460.00 บาท/เดือน

5.2.2.3 สรุปผลสถาบันวิทยบริการอาคารใหม่ 6 ชั้น ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 37 เครื่อง ความจุรวม 120 TON ใช้พลังงานไฟฟ้า 172.27 กิโลวัตต์

5.2.2.4 ข้อเสนอแนะ ช่วงเวลา 18.00 – 21.00 น. สมควรปิดเครื่องปรับอากาศ ชั้น 3 – 6 เปิดบริการให้อ่านหนังสือ, ยืม-คืนหนังสือ เฉพาะชั้นที่ 1 และ 2 ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้า 57.42 กิโลวัตต์ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 114.85 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 19,350.00 บาท/เดือน

5.2.3 เครื่องปรับอากาศอาคารเรียน

5.2.3.1 สรุปผลอาคารเรียนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศก่อนปี 2539 จำนวน 104 เครื่อง ความจุรวม 285 ตันความเย็น ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.96 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น สิ้นเปลืองพลังงานกว่าข้อกำหนดของกฎกระทรวง ร้อยละ 20.74

5.2.3.2 ข้อเสนอแนะ

1. สมควรเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชุดใหม่แทนของเดิม เนื่องจากอาคารเรียนมีการใช้งานไม่ต่อเนื่องขึ้นกับตารางเรียนของแต่ละสาขาวิชา สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 159.60 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 89,035.40 บาท / เดือน คิดเป็นร้อยละ 28.57
2. สามารถรายงานแบบ บพอ. 2 ให้ พพ. ได้

5.2.3.3 สรุปผลอาคารเรียนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศปี 2540 - 2550 จำนวน 527 เครื่อง ความจุรวม 1,736 TON

1. ผลการวัดค่าพลังไฟฟ้าก่อนการล้างเครื่องปรับอากาศ ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.86 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน ร้อยละ 13.44
2. ผลการวัดค่าพลังไฟฟ้าหลังการล้างเครื่องปรับอากาศ ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.53 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ประหยัดกว่าค่ามาตรฐาน ร้อยละ 4.97

5.2.3.4 ข้อเสนอแนะ

1. สมควรล้างเครื่องปรับอากาศทุก 6 เดือน สามารถประหยัดพลังงาน 572.88 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 200,536.93 บาท / เดือน คิดเป็นร้อยละ 17.74
2. สามารถรายงานแบบ บพอ. 1 ส่วนที่ 3 ข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานให้ พพ. ได้

5.3 สรุปผลและข้อเสนอแนะอัตราผลตอบแทนการลงทุน

เกณฑ์มาตรฐานในการตัดสินใจลงทุนพิจารณาที่ค่า $IRR \geq MRR$ ในปัจจุบัน $MRR = 7.5 \%$ (รายละเอียดหัวข้อ 2.4)

5.3.1 เครื่องปรับอากาศสำนักงาน

5.3.1.1 สรุปผลเครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี สมควรเปลี่ยนเป็นเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 130 TON

1. เงินลงทุน	เป็นเงิน	3,120,000.00	บาท
2. ประหยัดค่าไฟฟ้า	เป็นเงิน	800,340.12	บาท/ปี
3. อัตราผลตอบแทนการลงทุน	ร้อยละ	9.00	

5.3.1.2 สรุปผลเครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการอาคารเก่า สมควรเปลี่ยนเป็นเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 100 TON

1. เงินลงทุน	เป็นเงิน	2,400,000.00	บาท
2. ประหยัดค่าไฟฟ้า	เป็นเงิน	1,195,194.12	บาท/ปี
3. อัตราผลตอบแทนการลงทุน	ร้อยละ	23.00	

5.3.1.3 ข้อเสนอแนะ อนุสนธิจากการประชุมคณะอนุกรรมการกำกับดูแลงานภาคบังคับ เมื่อวันที่ 17 มกราคม 2545 คณะอนุกรรมการฯ สรุปผล ดังนี้.-

1. เครื่องปรับอากาศที่หมดสภาพการใช้งานที่มีอายุตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป ให้เจ้าของอาคารแยกชิ้นส่วน ทำลายคอมเพรสเซอร์ไม่ให้สามารถใช้งานได้ อีกเพื่อจำหน่ายตาม ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ. 2535 ต่อไป
2. ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากประเทศไทยได้ลงนามในพิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol) การปลดปล่อยสารทำความเย็น R – 22 มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สมควรกักเก็บสารทำความเย็นก่อนทำลายคอมเพรสเซอร์ โดยมีค่าใช้จ่าย ประมาณเครื่องละ 655 บาท

5.3.2 เครื่องปรับอากาศอาคารเรียน

5.3.2.1 สรุปผลเครื่องปรับอากาศอาคารเรียนที่ติดตั้งก่อนปี 2539 สมควรเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศชุดใหม่ทั้งหมด

- | | | | |
|--------------------------|----------|--------------|--------|
| 1. เงินลงทุน | เป็นเงิน | 4,275,000.00 | บาท |
| 2. ประหยัดค่าไฟฟ้า | เป็นเงิน | 1,068,428.80 | บาท/ปี |
| 3. อัตราผลตอบแทนการลงทุน | ร้อยละ | 8.00 | |

5.3.2.2 ข้อเสนอแนะ

1. อนุสนธิจากการประชุมคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2543 คณะรัฐมนตรี ลงมติให้นำเครื่องปรับอากาศเก่าที่ถูกถอดออกกลับมาใช้อีก โดยให้แยกคอมเพรสเซอร์ออกจากชุดระบายความร้อน และเก็บไว้เพื่อรอการทำลาย หรือจัดการตามแนวทางการศึกษาของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน ต่อไป (รายละเอียดตามหนังสือสำนักเลขาธิการรัฐมนตรี ที่ นร 0205 / ว 52 ลงวันที่ 25 เมษายน 2543 เรื่อง มาตรการป้องกันการนำเครื่องปรับอากาศเก่าที่ถูกถอดออกกลับมาใช้ใหม่)
2. อนุสนธิจากการประชุมคณะอนุกรรมการกำกับดูแลงานภาคบังคับ เมื่อวันที่ 17 มกราคม 2545 คณะอนุกรรมการฯ สรุปผลให้มอบเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานตั้งแต่ 7 – 10 ปี ขึ้นไปแก่สถานศึกษาเพื่อเป็นอุปกรณ์การสอน

5.3.2.3 สรุปผลเครื่องปรับอากาศอาคารเรียนที่ติดตั้งปี 2540 - 2550 สมควรล้างเครื่องปรับอากาศทุก 6 เดือน

- | | | | |
|--------------------------|----------|------------|-----------|
| 1. เงินลงทุน | เป็นเงิน | 632,400.00 | บาท |
| 2. ประหยัดค่าไฟฟ้า | เป็นเงิน | 200,536.93 | บาท/เดือน |
| 3. อัตราผลตอบแทนการลงทุน | ร้อยละ | 11.00 | |

5.3.2.4 ข้อเสนอแนะ

1. การทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศไม่ให้มีฝุ่นจับคอนเดนเซอร์ ส่งผลให้การระบายความร้อนดีระบบจะมีประสิทธิภาพสูงและประหยัดพลังงาน (รายละเอียดหัวข้อ 2.2.4)
2. เป็นการรักษาคุณภาพอากาศ (Air Quality) ที่หมุนเวียนในห้องปรับอากาศ
3. มอบ กองอนุรักษ์พลังงาน จัดตั้ง งานบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ



เอกสารอ้างอิง

- ไพบูลย์ หังสพฤกษ์ และ เสอี โซไซโต. 2538. การปรับอากาศ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ดวงกมล : 122 หน้า
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2525. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร : อักษรเจริญทัศน์ : 972 หน้า
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2541. พจนานุกรมศัพท์ปรับอากาศ อังกฤษ – ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร : อรุณการพิมพ์ : 181 หน้า
- Althouse, Andrew D. Turnquist, Carl H., Bracciano, Alfred F. 1996. **Modern Refrigeration and Air Conditioning**. Illinois : The Goodheart - Willcox Company
- Birch, Thomas W. 1995. **Automotive Heating and Air Conditioning**. New Jersey : Prentice – Hall International , Inc.
- Cengel, Yunus A. and Michael A. Boles. 2002. **Thermodynamics an Engineering Approach**. 4th Edition. New York : McGraw – Hill.
- Dwiggins, H. 1996. **Today Technician Shop Manual for Automotive Heating and Air Conditioning**. International Thomson Publishing Company
- Jones, J.B. and Dugan, R.E. 1996. **Engineering Thermodynamics**. New Jersey : Prentice – Hall International , Inc.
- John Deere Service Training, Depart. F. 1981. **Fundamental of Service**. Illinois 61265 : John Deere Road, Moline
- Stoecker, W.F. and John, J.W. 1982. **Refrigeration and Air Conditioning**. New York : McGraw – Hill.
- Whitman, William C., Johnson, William M., Tomczyk, John A. **Refrigeration and Air Conditioning Technology** : Thomson Learning, Mexico, 2000.

ภาคผนวก ก.



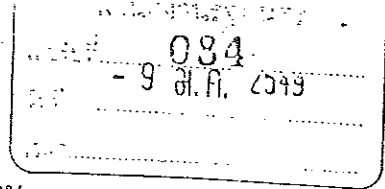


ที่ พน 0600/4619

กระทรวงพลังงาน

ถนนพระราม 1

กรุงเทพฯ 10330



๔๘ ธันวาคม ๒๕๔๘

เรื่อง ขอให้สถานศึกษาทั้งรัฐและเอกชนสามารถเลือกใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นแบบเดิม(ไม่ต้องเปลี่ยนเป็น TOU)

เรียน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ

อ้างถึง หนังสือกระทรวงศึกษาธิการ ค่วนที่สุด ที่ ศธ 0208/4573 ลงวันที่ 17 ตุลาคม 2548

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าจําแนกตามประเภทกิจการไฟฟ้า

ตามหนังสือที่อ้างถึง กระทรวงศึกษาธิการ ขอให้กระทรวงพลังงานพิจารณาลดหย่อนการคิดอัตราค่ากระแสไฟฟ้าของสถานศึกษา โดยให้ใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเดิม ในอัตราเดิมคือหน่วยละประมาณ 1.70 บาท เพื่อให้สถานศึกษาในสังกัดทั้งภาครัฐและเอกชนมีงบประมาณเหลือจ่ายมากขึ้น และสามารถนำไปใช้จ่ายในการพัฒนาการบริหารจัดการการศึกษาของสถานศึกษาให้เจริญก้าวหน้าต่อไป ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

กระทรวงพลังงาน ได้พิจารณาแล้ว มีความเห็น ดังนี้

1. การกำหนดโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ควรกำหนดให้สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริงในการผลิตและจำหน่ายกระแสไฟฟ้า และสอดคล้องกับลักษณะการใช้ไฟฟ้า เพื่อเป็นการส่งสัญญาณที่ถูกต้องให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยอัตรา TOU จะมีลักษณะที่ค่าไฟฟ้าจะมีราคาแพงในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงหรือช่วง Peak (09.00-22.00 น. ของวันจันทร์-วันศุกร์) และค่าไฟฟ้าจะมีราคาถูกในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำหรือช่วง Off-Peak (22.00-09.00 น. ของวันจันทร์-วันศุกร์ วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติทั้งวัน) เป็นโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนในการจัดหาไฟฟ้ามากที่สุดในปัจจุบัน และเป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่ส่งเสริมให้เกิดการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยลดการลงทุนในการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าได้ในระยะยาว ซึ่งโดยหลักการควรกำหนดให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกรายจ่ายค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนมากที่สุด แต่เนื่องจากปัจจุบันราคามิเตอร์ที่สามารถอ่านค่าตามอัตรา TOU ยังมีราคาแพง จึงยังไม่สามารถนำอัตรา TOU มาใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้าได้ทั้งหมด โดยในระยะแรกจึงนำอัตรา TOU มาเป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้น้ำขนาดใหญ่ และต่อมาได้มีการขยายขอบเขตการใช้อัตรา TOU ไปยังผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มอื่นๆเพิ่มขึ้น

2. คณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2540 กำหนดให้ส่วนราชการที่ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 250,000 หน่วย/เดือน ใช้อัตรา TOU เช่นเดียวกับธุรกิจเอกชน นอกจากนี้ โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่ประกาศใช้ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 เป็นต้นมา ได้ขยายขอบเขตการใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ให้ครอบคลุมถึงผู้ใช้ไฟฟ้าในกลุ่มธุรกิจและอุตสาหกรรมมากขึ้น รวมทั้งนำอัตรา TOU มาใช้เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้น้ำประเภบ้านอยู่อาศัย และกิจการขนาดเล็กด้วย

3. การกำหนดโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ปัจจุบันได้มีการดูแลราคาไฟฟ้าให้กับส่วนราชการ สถาบันการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน ที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยอยู่แล้ว สำหรับสถาบันการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน ที่มีการใช้ไฟฟ้ามากจะกำหนดให้จ่ายค่าไฟฟ้าตามต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง โดยโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับส่วนราชการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 เป็นต้นมา สามารถสรุปได้ ดังนี้

3.1 ส่วนราชการที่ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน อัตราค่าไฟฟ้าจะมีลักษณะเป็น อัตราคงที่ (บาท/หน่วย) ในอัตราค่าไฟฟ้าที่ต่ำกว่าต้นทุนที่แท้จริง โดยมีอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU เป็นทางเลือก

3.2 ส่วนราชการที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 250,000 หน่วยต่อเดือน ขึ้นไป อัตราค่าไฟฟ้าจะมีลักษณะ เป็นอัตรา TOU โดยค่าไฟฟ้าจะสะท้อนถึงต้นทุนในการผลิตและจัดหาไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ไฟฟ้าที่ ประหยัดและมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับธุรกิจเอกชน ซึ่งเป็นดำเนินการตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2540 (รายละเอียดปรากฏตามสิ่งที่ส่งมาด้วย)

ทั้งนี้ การปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า เมื่อเดือนตุลาคม 2548 ที่ผ่านมา โครงสร้างอัตราค่า ไฟฟ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ได้มีการปรับปรุงสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ หรือ F_i ให้มีความ เหมาะสมเพิ่มขึ้น โดยให้มีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงและค่าซื้อไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งจะมีความ โปร่งใส เป็นธรรม และเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ไฟฟ้ามากกว่าสูตร F_i เดิม

4. เพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยโดยรวมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ กระทรวง พลังงานจึงเห็นควรกำหนดให้ส่วนราชการที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 250,000 หน่วย/เดือนขึ้นไป ใช้อัตรา TOU ในลักษณะ เดียวกับธุรกิจเอกชนต่อไป สำหรับการพิจารณาให้ความช่วยเหลือเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการศึกษาของ สถาบันการศึกษา เห็นควรเสนอให้มีการกำหนดมาตรการช่วยเหลือในแนวทางอื่นเป็นการเฉพาะเพื่อสนับสนุนการศึกษา โดยตรง ซึ่งจะเป็นการบริหารจัดการทั้งด้านการศึกษาและการใช้พลังงานของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิด ประโยชน์สูงสุดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

๙- ๖

(นายวิเศษ จูภิบาล)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน

สำนักวิเคราะห์แผนพลังงาน
ส่วนไฟฟ้า

โทร. 0-2612-1555 ต่อ 515

โทรสาร. 0-2612-1384-5



อัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการไฟฟ้า

คณะรัฐมนตรีได้ลงมติเห็นชอบเรื่องการปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ในการประชุมเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2543 และการไฟฟ้านครหลวงได้ประกาศใช้โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าใหม่ โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2543 นั้น

โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าใหม่นี้ ได้จำแนกรายละเอียดอัตราค่าไฟฟ้าของแต่ละกิจการไฟฟ้า คือ กิจการผลิต กิจการระบบส่ง กิจการระบบจำหน่าย และกิจการค้าปลีก รวมทั้งการอุดหนุนค่าไฟฟ้าระหว่างกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความชัดเจน โปร่งใส และสะท้อนถึงต้นทุนของแต่ละกิจการไฟฟ้า

อัตราปกติ

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่าง ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องโดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

การใช้ไฟฟ้า	อัตราค่าไฟฟ้าจริง				การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ	
	อัตราค่า ผลิตไฟฟ้า	อัตราค่า บริการ ระบบส่ง	อัตราค่า บริการ ระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	อัตราค่า บริการ ระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าบริการ
	(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)
ค่าบริการรายเดือน				40.90		32.71		8.19
หน่วยที่ 1 - 5	1.5518	0.2818	0.4849		2.3185		0.0000	
หน่วยที่ 6 - 15	1.5518	0.2818	0.4849		0.9609		1.3576	
หน่วยที่ 16 - 25	1.5518	0.2818	0.4849		0.7740		1.5445	
หน่วยที่ 26 - 35	1.5518	0.2818	0.4849		0.5217		1.7968	
หน่วยที่ 36 - 100	1.5518	0.2818	0.4849		0.1385		2.1800	
หน่วยที่ 101 - 150	1.5518	0.2818	0.4849		0.0451		2.2734	
หน่วยที่ 151 - 400	1.5518	0.2818	0.4849		-0.4596		2.7781	
ตั้งแต่ 400 หน่วยขึ้นไป	1.5518	0.2818	0.4849		-0.6595		2.9780	

1.2 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

การใช้ไฟฟ้า	อัตราค่าไฟฟ้าจริง				การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ	
	อัตราค่า ผลิตไฟฟ้า	อัตราค่า บริการ ระบบส่ง	อัตราค่า บริการ ระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	อัตราค่า บริการ ระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าบริการ
	(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)
ค่าบริการรายเดือน				40.90		-		40.90
หน่วยที่ 1 - 150	1.5518	0.2818	0.4849		0.5138	-	1.8047	
หน่วยที่ 151 - 400	1.5518	0.2818	0.4849		-0.4596	-	2.7781	
ตั้งแต่ 400 หน่วยขึ้นไป	1.5518	0.2818	0.4849		-0.6595	-	2.9780	

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมทั้งที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรืออื่นๆตลอดจนบริเวณเกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.1 อัตราปกติ

ระดับแรงดัน	อัตราค่าไฟฟ้าจริง				การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ	
	อัตราค่า ผลิตไฟฟ้า	อัตราค่า บริการ ระบบส่ง	อัตราค่า บริการ ระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	อัตราค่า บริการ ระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าบริการ
	(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)
2.1.1 12 - 24 กิโลโวลต์								
ค่าบริการรายเดือน				228.17				228.17
ค่าพลังงานไฟฟ้า	1.5765	0.3419	0.3009	-	-0.2456	-	2.4649	-
2.1.2 ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์								
ค่าบริการรายเดือน				57.95		17.05		40.90
หน่วยที่ 1 - 150	1.6437	0.3624	0.6187	-	0.8201	-	1.8047	-
หน่วยที่ 151 - 400	1.6437	0.3624	0.6187	-	-0.1533	-	2.7781	-
ตั้งแต่ 400 หน่วยขึ้นไป	1.6437	0.3624	0.6187	-	-0.3532	-	2.9780	-

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าของส่วนราชการ หน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน และองค์กรที่ไม่ใช่ส่วนราชการ แต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่รวมถึงหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์กรระหว่างประเทศ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

6.1 อัตราปกติ

ระดับแรงดัน	อัตราค่าไฟฟ้าจริง				การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ	
	อัตราค่า ผลิตไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	อัตราค่า บริการ ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	อัตราค่า บริการ ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)	อัตรา ค่าบริการ ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
6.1.1 ตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	1.5804	0.3605	0.1859	228.17	0.1556	-	1.9712	228.17
6.1.2 12 - 24 กิโลโวลต์	1.6108	0.3729	0.3270	228.17	0.1695	-	2.1412	228.17
6.1.3 ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์				20.00				20.00
หน่วยที่ 0 - 10	1.6108	0.3951	0.6731		1.3916	-	1.3576	-
มากกว่า 10 หน่วยขึ้นไป	1.6810	0.3951	0.6731		0.3010	-	2.4482	-

ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการ กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง หรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

7.1 อัตราปกติ

การใช้ไฟฟ้า	อัตราค่าไฟฟ้าจริง				การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ	
	อัตราค่า ผลิตไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	อัตราค่า บริการ ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	อัตราค่า บริการ ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)	อัตรา ค่าบริการ ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ รายเดือน (บาท/เดือน)	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
ค่าบริการรายเดือน				228.17		113.01		115.16
หน่วยที่ 1 - 100	1.5945	0.3582	0.3146		1.6221	-	0.6452	
ตั้งแต่ 100 หน่วยขึ้นไป	1.5945	0.3582	0.3146		0.4705	-	1.7968	

อัตรา TOU 1

สำหรับการใช้ไฟฟ้าในประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยและประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

ระดับแรงดัน	อัตราค่าไฟฟ้าจริง				การอุดหนุนค่าไฟฟ้า			อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ		
	อัตราค่าผลิตไฟฟ้า		อัตราค่าบริการระบบส่ง	อัตราค่าบริการระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	ค่าบริการ	ค่าบริการ	กำลังงานไฟฟ้า		ค่าบริการ
	(บาท/หน่วย)		(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)		(บาท/เดือน)
	1*	2*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	2*	1*
12-24 กิโลโวลต์	1.9892	1.1914	0.7058	0.9296	228.17	-	-	3.6246	1.1914	228.17
ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	2.0927	1.2246	0.7481	1.9384	57.95	0.4699	-	4.3093	1.2246	57.95

1* On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

2* Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ และ

วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

หมายเหตุ : เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย อัตราข้อ 1.2 และประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก อัตราข้อ 2.1 โดยผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการด้านเครื่องวัดฯ ตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Meter) เพิ่มขึ้นจากค่าบริการปกติ และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราปกติตามเดิมอีกครั้งได้ ทั้งนี้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ จะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

อัตรา TOU 2

สำหรับการใช้ไฟฟ้าในประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง ประเภทที่ 6 โรงการ และองค์กรไม่แสวงหากำไร และประเภทที่ 7 สบู่เพื่อการเกษตร

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

ระดับแรงดัน	อัตราค่าไฟฟ้าจริง				การอุดหนุนค่าไฟฟ้า			อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ			
	อัตราค่าผลิตไฟฟ้า		อัตราค่าบริการระบบส่ง	อัตราค่าบริการระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	ค่าบริการ	ค่าบริการ	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กำลังงานไฟฟ้า	ค่าบริการ	
	(บาท/หน่วย)		(บาท/หน่วย)	(บาท/กิโลวัตต์)	(บาท/เดือน)	(บาท/กิโลวัตต์)	(บาท/เดือน)	(บาท/กิโลวัตต์)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	
	1*	2*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	2*	1*
69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	1.9314	1.1726	0.6822	74.14	228.17	-	-	74.14	2.5136	1.1726	228.17
12 - 24 กิโลโวลต์	1.9892	1.1914	0.7058	132.93	228.17	-	-	132.93	2.5950	1.1914	228.17
ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	2.0927	1.2246	0.7481	277.19	228.17	67.19	-	210.00	2.8408	1.2246	228.17

1* On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

2* Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ และ

วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือนของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง และ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

สำหรับผู้บริโภคไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟกเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้วเฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ในอัตรา กิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

- หมายเหตุ**
1. ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนคิดในอัตราร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา นั้น ให้มีการยกเว้นการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดดังกล่าวไปก่อนจนถึงเดือน กันยายน 2545
 2. เป็นอัตราบังคับสำหรับผู้บริโภคไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจกรรมเฉพาะอย่าง ผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมที่เคยใช้ TOU แล้ว และผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าเดือนตุลาคม 2543 ในประเภทที่ 3 กิจกรรมขนาดกลางและประเภทที่ 4 กิจกรรมขนาดใหญ่
 3. เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้บริโภคไฟฟ้าเดิมที่ไม่เคยใช้ TOU ในประเภทที่ 3 กิจกรรมขนาดกลาง ประเภทที่ 4 กิจกรรมขนาดใหญ่ (TOD) และผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมที่ไม่เคยใช้ TOU และรายใหม่ในประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร และประเภทที่ 7 สบู่เพื่อการเกษตร

ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการไฟฟ้า

1. อัตราค่าไฟฟ้าจริง จำแนกเป็น
 - อัตราการผลิตไฟฟ้า
 - อัตราค่าบริการระบบส่ง
 - อัตราค่าบริการระบบจำหน่าย
 - ค่าบริการ
2. การอุดหนุนค่าไฟฟ้า จำแนกเฉพาะ 2 กิจกรรม คือ
 - อัตราค่าบริการระบบจำหน่าย
 - ค่าบริการ
3. การอุดหนุนค่าไฟฟ้าที่แสดงค่าเป็น - (บวก.) หมายถึง ได้รับการอุดหนุน
การอุดหนุนค่าไฟฟ้าที่แสดงค่าเป็น - (ลบ) หมายถึง ไม่ได้รับการอุดหนุน
4. ค่าไฟฟ้าฐานที่เรียกเก็บ

$$\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} = \text{ค่าไฟฟ้าจริง} - \text{การอุดหนุนค่าไฟฟ้า}$$
5. ค่าไฟฟ้าผันแปร (F.) จะคำนวณรายละเอียดตามกิจการไฟฟ้าด้วยเช่นเดียวกัน โดยจะแสดงจำนวนเงินค่าไฟฟ้าผันแปรไว้ในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า
6. อัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการไฟฟ้าข้างต้นยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

อัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการไฟฟ้านี้เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน
ตุลาคม 2543 เป็นต้นไป

การไฟฟ้านครหลวง

เลขรับ ๑๕/๑๐/๔๘
วันที่ ๑๕/๑๐/๔๘
เวลา ๑๖.๕๓

ความที่สุด

ที่ ศธ 0208/

4573



สำนักงานรัฐมนตรี กระทรวงพลังงาน
รับที่ ๓๙๘๖
วันที่ ๑๙ ต.ค. ๒๕๔๘
เวลา ๑๖.๒๕ น.

กระทรวงศึกษาธิการ

กทพ. 10300

ส่วนไฟฟ้า
เลขรับ 1011
วันที่ ๑๕ ต.ค. ๔๘
เวลา ๑๔.๓๐

๑๗ ตุลาคม ๒๕๔๘

เรื่อง ขอให้สถานศึกษาทั้งรัฐและเอกชนสามารถเลือกใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นแบบเดิม
(ไม่ต้องเปลี่ยนเป็น TOU)

เรียน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน

ด้วยกระทรวงศึกษาธิการ ได้รับแจ้งข้อมูลจากสถานศึกษาเอกชน ที่ตั้งอยู่ในเขต กรุงเทพมหานครและรอบปริมณฑลเกี่ยวกับการใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าประเภทคิดค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ไฟ (Time Of Use Tariff : TOU) กับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟตั้งแต่ 30 KW ตามนโยบายคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี ตั้งแต่เดือนตุลาคม ๒๕๔๓ ซึ่งคิดอัตราค่าพลังงานไฟฟ้า ในช่วงเวลา 09.00 - 22.00 น. คิดหน่วยละประมาณ 2.70 บาท (เดิมหน่วยละประมาณ 1.70 บาท ซึ่งสูงกว่าอัตราปกติเดิม 1 บาท) และในช่วงเวลา 22.00 - 09.00 น. รวมทั้งวันหยุดราชการซึ่งเป็นเวลาที่สถาบันการศึกษาปิดทำการเรียนการสอน การไฟฟ้าจะคิดค่าพลังงานไฟฟ้าเพียงหน่วยละ ประมาณ 1.20 บาท ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้สถานศึกษาทุกระดับที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและรอบปริมณฑล ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงที่มีการใช้ไฟฟ้าที่ต้องการความสว่างมาก และใช้เครื่องปรับอากาศมากกว่า 10 เครื่อง ซึ่งทำให้การใช้พลังงานเกิน 30 KW. การไฟฟ้านครหลวงจะแจ้งให้เปลี่ยนเครื่องวัดเป็นประเภท การคิดค่าไฟฟ้าตามอัตราช่วงเวลาของการใช้ไฟ หรือ TOU ดังนั้นสถานศึกษาทั้งรัฐและเอกชนทุกระดับการศึกษาต้องจ่ายค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน สูงขึ้นกว่าเดิมมากจากการขึ้นค่าไฟฟ้าทางอ้อมของการไฟฟ้านครหลวงในครั้งนี้ ซึ่งทำให้สถานศึกษาทุกแห่งที่ถูกเปลี่ยนเครื่องวัดไฟฟ้าเป็นประเภท TOU ได้รับความเดือดร้อนมาก

ช่วงเวลา
ไม่สอดคล้อง
กับเวลา
เรียน
รัฐมนตรี

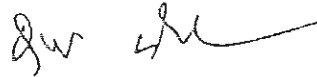
กระทรวงศึกษาธิการ มีนโยบายที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้สถานศึกษาทุกแห่งในสังกัดทั้งภาครัฐและเอกชนได้ใช้จ่ายงบประมาณอย่างประหยัดและคุ้มค่า เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในการจัดการศึกษาทุกระดับและประเภทการศึกษาให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากที่สุด และในขณะเดียวกันรัฐก็พึงสนับสนุนให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษามากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการช่วยแบ่งเบาภาระด้านงบประมาณรายจ่ายของรัฐอีกส่วนหนึ่ง

/ กระทรวง...

กระทรวงศึกษาธิการ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาลดหย่อนการคิดอัตราค่ากระแสไฟฟ้าของสถานศึกษา โดยให้ใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเดิม ในอัตราเดิมคือหน่วยละประมาณ 1.70 บาท ทั้งนี้เพื่อให้สถานศึกษาในสังกัดทั้งภาครัฐและเอกชนมีงบประมาณเหลือจ่ายมากขึ้น และสามารถนำไปใช้จ่ายในการพัฒนาการบริหารจัดการการศึกษาของสถานศึกษาให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และพิจารณาอนุเคราะห์หากได้ผลเป็นประการใด โปรดแจ้งให้กระทรวงศึกษาธิการทราบด้วย จักขอบคุณมาก

ขอแสดงความนับถือ



(นายจตุรนต์ ฉายแสง)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ

ที่ พน ๐๑๐๐/๒๕๖๖

ณ.ก.พ.

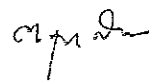
เพื่อพิจารณา พิจารณ 4 เรข
ก.ม.น.ว. ๑๕/๓๐.๕๓๓๐๓๖๖
๑๖/๓

ณ
๑๕๑๑/๕๕

(นายวิเศษ จูภิบาล)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน

ณ.ก.พ.



๒
๕๖๐๑๕๘

สำนักงานปลัดกระทรวง
สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์
โทร ๐ 2628 5638-9
โทรสาร ๐ 2281 9413

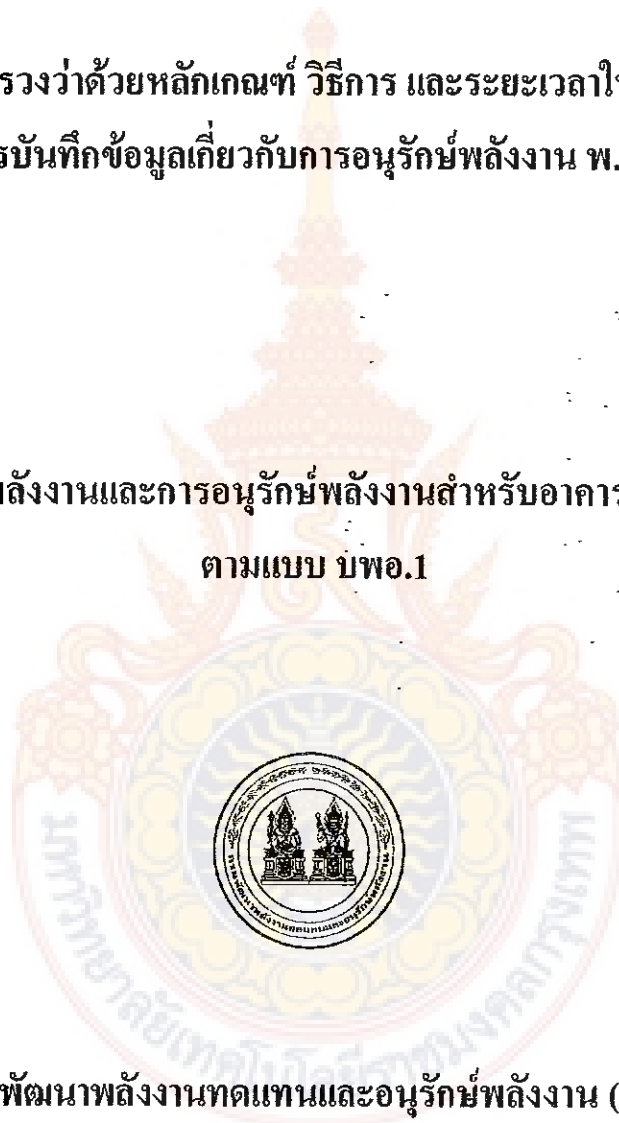
ภาคผนวก ข.



ข้อเสนอแนะ
การจัดทำแบบส่งข้อมูลและแบบบันทึกข้อมูล
สำหรับอาคารควบคุมตามแบบ บพอ. 1

ตามกฎหมายว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการ และระยะเวลาในการส่งข้อมูล
และการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2547

การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารควบคุม
ตามแบบ บพอ.1



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
กระทรวงพลังงาน

เมษายน 2548

1. ความเป็นมา

การจัดทำแบบส่งข้อมูลและแบบบันทึกข้อมูลเป็นขั้นตอนหนึ่งในการอนุรักษ์พลังงานซึ่งเจ้าของอาคารควบคุมจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยมี ขอบข่ายการดำเนินการให้เป็นไปตามกฎกระทรวง และจากการที่ได้มีการประกาศใช้กฎกระทรวงว่าด้วย หลักเกณฑ์ วิธีการ และระยะเวลาในการส่งข้อมูลและการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2547 ออกตามความในมาตรา 6 วรรคสอง มาตรา 11 (2) และ (3) และมาตรา 22 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งมีผลใช้บังคับในวันที่ 29 เมษายน 2548 กำหนดให้

เจ้าของอาคารควบคุมต้องส่งข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานอาคาร การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานตาม แบบ บพอ.1 ให้แก่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และต้องจัดให้มีการบันทึกการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานตามแบบ บพอ.2

ดังนั้นเพื่อให้การจัดทำข้อมูล แบบบันทึกข้อมูลและแบบส่งข้อมูลดังกล่าวครบถ้วนและถูกต้อง มีแนวทาง ในการปฏิบัติที่ชัดเจน และเจ้าของอาคารควบคุมสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นฐานข้อมูลในการอนุรักษ์พลังงาน ได้ตามเจตนารมณ์ของกฎหมาย พพ. จึงได้จัดทำข้อเสนอแนะการจัดทำแบบส่งข้อมูลและแบบบันทึกข้อมูลสำหรับ อาคารควบคุมฉบับนี้ขึ้น

2. ขั้นตอนปฏิบัติในการส่งและบันทึกข้อมูล

2.1 การบันทึกข้อมูล

เจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีการบันทึกข้อมูลลงในแบบ บพอ.1 และแบบ บพอ.2 โดยแบบ บพอ.2 ให้มีการบันทึกเป็นรายเดือน

กรณีที่อาคารใดเป็นอาคารควบคุมในวันหรือหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมมีผลใช้ บังคับ ให้บันทึกข้อมูลตามแบบ บพอ.2 นับตั้งแต่วันที่ขึ้นอาคารควบคุม สำหรับอาคารที่ก่อสร้างขึ้นใหม่และได้ เป็นอาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดแล้วแต่ยังไม่มีการเปิดใช้งานและยังไม่มีการใช้พลังงาน ให้บันทึก ข้อมูลครั้งแรกนับแต่วันที่เริ่มเปิดดำเนินการใช้งานอาคารควบคุม และให้ดำเนินการส่งข้อมูลตามแบบ บพอ.1 ตาม กำหนดระยะเวลาการส่งข้อมูล

2.2 การรับรองข้อมูล ให้มีการรับรองข้อมูลดังนี้

แบบบันทึกข้อมูล (แบบ บพอ.2) ให้ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานประจำอาคารควบคุม ลงนามรับรองความถูกต้องของข้อมูลที่ได้มีการบันทึกลงใน แบบ บพอ.2 ในแต่ละเดือน

แบบส่งข้อมูล (แบบ บพอ.1) ให้ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานประจำอาคารควบคุม ลงนามรับรองความถูกต้องของข้อมูลที่ได้มีการบันทึกลงใน แบบ บพอ.1 ในรอบ 6 เดือน และให้เจ้าของอาคารควบคุมลงนาม รับทราบการบันทึกข้อมูลตามแบบดังกล่าว

2.3. ระยะเวลาการส่งข้อมูล

ให้เจ้าของอาคารควบคุมส่งข้อมูลตามแบบ บพอ.1 ปีละ 2 ครั้ง คือ

ครั้งแรก ส่งข้อมูลรายเดือนในรอบ 6 เดือนของเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน ภายในเดือนกรกฎาคม ของปีเดียวกันนั้น

ครั้งที่สอง ส่งข้อมูลรายเดือนในรอบ 6 เดือนของเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม ภายในเดือนมกราคมของ ปีถัดไป

ในกรณีที่อาคารใดเป็นอาคารควบคุมในวันหรือหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมมีผลใช้ บังคับ ให้ดำเนินการส่งข้อมูลตามแบบ บพอ.1 ตามกำหนดเวลาดังกล่าวข้างต้น เช่น เป็นอาคารควบคุม ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2548 ให้ส่งข้อมูลครั้งแรกของเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ของปี 2548 ภายในวันที่ 31 มกราคม 2549 เป็นต้น

สำหรับอาคารที่ก่อสร้างขึ้นใหม่และได้เป็นอาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดแล้วแต่ยังไม่มี การเปิดใช้งานและยังไม่มีการใช้พลังงาน ให้ดำเนินการส่งข้อมูลตามแบบ บพอ.1 ตามกำหนดเวลาดังกล่าวข้างต้น เช่น เป็นอาคารควบคุม ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2548 แต่เริ่มมีการเปิดใช้งานอาคารควบคุมและมีการใช้พลังงานครั้งแรก ในวันที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ 2548 ให้ส่งข้อมูลครั้งแรกของเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายนของปี 2548 ภายใน วันที่ 31 กรกฎาคม 2548 เป็นต้น

2.4 วิธีการส่งข้อมูล

ให้เจ้าของอาคารควบคุมส่งข้อมูลตามแบบ แบบ บพอ.1 ให้แก่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน (พพ.) โดยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1) ส่งโดยบุคคล การส่งโดยตัวบุคคลถือแบบ แบบ บพอ.1 ไปส่งที่ พพ. โดย พพ.จะออกไปรับ ให้กับบุคคลที่ถือแบบไปส่ง และถือเอาวันที่ในใบรับเป็นวันส่งข้อมูล

2) ส่งทางไปรษณีย์ลงทะเบียนตอบรับ โดยถือเอาวันที่ลงทะเบียนในไปรษณีย์ตอบรับเป็นวันส่ง ข้อมูล

3) ส่งทางโทรสาร โดยถือวันที่ส่งโทรสารเป็นวันส่งข้อมูล แต่การส่งทางโทรสารนี้จะมีผลสมบูรณ์ต่อเมื่อได้ส่ง แบบ บพอ.1 ฉบับจริงไปถึง พพ. ภายในเจ็ดวันนับแต่วันครบกำหนดการส่งข้อมูลตามข้อ 2.3 มิฉะนั้นจะถือว่าไม่ได้ส่งข้อมูล

4) ส่งข้อมูลทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์แบบเข้ารหัสลับ ซึ่งปัจจุบัน พพ. ยังไม่ประกาศใช้อย่างเป็นทางการ แต่สามารถส่งด้วยระบบการนำส่งข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-form) เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนจะมีประกาศ โดยติดต่อขอรายละเอียดได้ที่หน่วยลูกค้าสัมพันธ์ หรือศึกษารายละเอียดได้ที่ www.dede.go.th

3. คำแนะนำการกรอกข้อมูลในแบบส่งข้อมูล (แบบ บพอ.1)

3.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ข้อ 1.1 ให้ระบุชื่ออาคารควบคุม

ข้อ 1.2 ให้ระบุสถานที่ตั้งของอาคารควบคุม

ข้อ 1.3 ให้ระบุประเภทของอาคารควบคุม

ข้อ 1.4 ให้ระบุปีที่ก่อสร้างเสร็จและเปิดใช้งานอาคาร

ข้อ 1.5 ให้ระบุเวลาการทำงานของอาคาร กรณีอาคารควบคุมแห่งนั้นมีจำนวนอาคารหลายหลัง-หรือมีพื้นที่การใช้ประโยชน์หลายอย่างที่มีเวลาการทำงานไม่ตรงกัน ให้ระบุเวลาการทำงานของกิจกรรมหลัก

ตัวอย่าง อาคารควบคุมแห่งหนึ่งมีการใช้ประโยชน์เป็นศูนย์การค้าและสำนักงาน โดยศูนย์การค้า มีเวลาทำงาน 11 ชั่วโมงต่อวัน 300 วัน/ปี และสำนักงานทำงาน 9 ชั่วโมงต่อวัน 288 วันต่อปี กรณีนี้ให้ศูนย์การค้าเป็นกิจกรรมหลักของอาคาร ให้กรอกข้อมูลเวลาทำงาน ดังนี้

ข้อ 1.5 เวลาทำงานของอาคาร11.... ชั่วโมง/วัน ... 300.... วัน/ปี

ข้อ 1.6 ให้ระบุจำนวนห้องพักทั้งหมดกรณีเป็นอาคารประเภทโรงแรม และให้ระบุจำนวนเตียงคนใช้ทั้งหมดกรณีเป็นอาคารโรงพยาบาล

ข้อ 1.7 ให้อาคารควบคุมทุกประเภท (รวมทั้งอาคารที่เป็นโรงแรมและโรงพยาบาลด้วย) ระบุพื้นที่ทั้งหมดของอาคาร โดยพื้นที่ใช้งานทั้งหมดของอาคาร หมายถึง พื้นที่ใช้งานภายในตัวอาคารทั้งหมด ซึ่งรวมถึงพื้นที่ในส่วนที่เป็นอาคารจอดรถด้วย พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร ประกอบด้วย พื้นที่ใช้สอยรวมและพื้นที่จอดรถรวมกัน

- (1) พื้นที่ใช้สอยรวม หมายถึง พื้นที่ใช้งานของอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่ในส่วนที่เป็นอาคารจอดรถ ซึ่งพื้นที่ใช้สอยรวมประกอบด้วยพื้นที่ของอาคารส่วนที่ไม่ปรับอากาศและพื้นที่ของอาคารส่วนที่ปรับอากาศรวมกัน

(2) พื้นที่จอดรถ หมายถึง พื้นที่ที่เป็นอาคารจอดรถ

(3) การใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้งานจริงในแต่ละเดือน (ในส่วนของพื้นที่ใช้สอยรวม)

ช่อง (1) ให้ระบุเดือน/พ.ศ. ที่มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้งานจริงของอาคารควบคุม โดยให้เรียงลำดับเดือนตามปฏิทิน เช่น การส่งข้อมูลรายเดือนในช่วงครึ่งแรกของปี ซึ่งเป็นข้อมูลเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน ให้เรียงลำดับเดือนในการกรอกข้อมูลดังนี้ มกราคม, กุมภาพันธ์, มีนาคม, เมษายน, พฤษภาคม, มิถุนายน ตามลำดับ เป็นต้น

ช่อง (2) ให้ระบุจำนวนชั่วโมงการทำงานในแต่ละเดือน หาได้จากการรวมจำนวนชั่วโมงการทำงานของแต่ละวันของเดือนนั้น ๆ ตั้งแต่วันเริ่มต้นของเดือนจนถึงวันสิ้นสุดของเดือนนั้น เช่น กรณีโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในเดือนมกราคม ปี 2548 เปิดบริการทุกวันตลอดวัน ดังนั้นชั่วโมงการทำงานของเดือนมกราคมก็คือ 31 วัน x 24 ชั่วโมงต่อวัน เท่ากับ 744 ชั่วโมงต่อเดือน เป็นต้น

ช่อง (3) ให้ระบุการใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้งานจริงของอาคารควบคุมทุกประเภท ได้แก่ อาคารสำนักงานศูนย์การค้า โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา และอื่น ๆ ของแต่ละเดือน โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ

พื้นที่ปรับอากาศ หมายถึง พื้นที่ของอาคารที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และเป็นพื้นที่ที่พร้อมจะใช้งาน

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ หมายถึง พื้นที่ของอาคารที่ไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และเป็นพื้นที่ที่พร้อมจะใช้งาน

ช่อง (4) เฉพาะอาคารควบคุมที่เป็นโรงแรม หรืออาคารควบคุมที่ดำเนินกิจการในลักษณะเดียวกันกับโรงแรม ให้ระบุจำนวนร้อยละของห้องที่จำหน่ายได้ต่อเดือน ของแต่ละเดือน โดยมีวิธีการคิด ดังนี้

ร้อยละของห้องที่จำหน่ายต่อเดือนในแต่ละเดือน

$$= \frac{\text{จำนวนห้องที่จำหน่ายได้ในเดือนนั้น} \times 100}{\text{จำนวนห้องทั้งหมด}}$$

จำนวนห้องที่จำหน่ายได้ในเดือนนั้น หมายถึง ผลรวมของจำนวนห้องที่จำหน่ายได้ในแต่ละวัน ตั้งแต่วันเริ่มต้นของเดือนจนถึงวันสิ้นสุดของเดือนนั้น มีหน่วยเป็น ห้อง - วัน

จำนวนห้องพักทั้งหมด หมายถึง จำนวนห้องพักที่มีไว้จำหน่ายหรือให้บริการเช่าอยู่ด้วยจำนวนวันทั้งหมดในเดือนนั้น มีหน่วยเป็น ห้อง - วัน

ตัวอย่าง โรงแรมแห่งหนึ่งมีจำนวนห้องพัก 400 ห้อง มีการขายห้องพัก ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม 2548 รวม 7,440 ห้อง - วัน

วิธีการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนห้องพักที่จำหน่ายได้} &= 7,440 && \text{ห้อง - วัน} \\
 \text{จำนวนห้องพักทั้งหมด} &= 400 \text{ ห้อง} \times 31 \text{ วัน} \\
 &= 12,400 && \text{ห้อง - วัน} \\
 \text{ร้อยละของห้องพักที่จำหน่ายต่อเดือน} &= \frac{7,440 \times 100}{12,400} \\
 &= 60
 \end{aligned}$$

ข้อ (5) เฉพาะอาคารควบคุมที่เป็นโรงพยาบาล ให้ระบุจำนวนคนไข้ในและคนไข้นอกที่มาใช้บริการในแต่ละเดือน ดังนี้

1. จำนวนคนไข้ในของแต่ละเดือน คือ ผลรวมของจำนวนคนไข้ในคูณด้วยจำนวนวันที่คนไข้ในแต่ละคนอยู่ในโรงพยาบาลสำหรับเดือนนั้น ตั้งแต่วันเริ่มต้นของเดือนจนถึงวันสิ้นสุดของเดือนนั้น มีหน่วยเป็น เตียง - วัน

ตัวอย่าง การหาจำนวนคนไข้ใน เป็นหน่วย เตียง - วัน

โรงพยาบาลแห่งหนึ่งมีจำนวนเตียงคนไข้ทั้งหมด 30 เตียง ในเดือนเมษายน 2548 มีจำนวน คนไข้ในและจำนวนวันที่คนไข้ในแต่ละคนอยู่ในโรงพยาบาลสำหรับเดือนนั้น ดังนี้

คนไข้ในจำนวน 8	เตียง	อยู่ในโรงพยาบาล	4	วัน
คนไข้ในจำนวน 10	เตียง	อยู่ในโรงพยาบาล	5	วัน
คนไข้ในจำนวน 15	เตียง	อยู่ในโรงพยาบาล	8	วัน

วิธีการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนคนไข้ใน} &= (8 \times 4) + (10 \times 5) + (15 \times 8) \text{ เตียง - วัน} \\
 &= 32 + 50 + 120 \text{ เตียง - วัน} \\
 &= 202 \text{ เตียง - วัน}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น จำนวนคนไข้ในของเดือนเมษายน 2548 = 202 เตียง - วัน

2. จำนวนคนไข้นอกของแต่ละเดือน คือ ผลรวมจำนวนคนไข้นอกของแต่ละวันตั้งแต่วันเริ่มต้นของเดือนจนถึงวันสิ้นสุดของเดือนนั้น มีหน่วยเป็น คน

ตัวอย่าง การกรอกข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้งานจริงในแต่ละเดือน กรณีของอาคารควบคุมที่เป็นโรงแรม

(3) การใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้งานจริงในแต่ละเดือน ดังนี้

(1) เดือน/พ.ศ.	(2) ชั่วโมง การทำงาน (ชั่วโมง)	(3) อาคารควบคุมประเภท (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)		(4) โรงแรม	(5) โรงพยาบาล	
		พื้นที่ปรับอากาศ (ตารางเมตร)	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (ตารางเมตร)		จำนวน คนไข้ใน (เตียง – วัน)	จำนวน คนไข้นอก (คน)
มกราคม 2548	744	9,000	2,250	55	-	-
กุมภาพันธ์ 2548	672	9,000	2,250	57	-	-
มีนาคม 2548	744	9,000	2,250	65	-	-
เมษายน 2548	720	9,000	2,250	50	-	-
พฤษภาคม 2548	744	9,000	2,250	48	-	-
มิถุนายน 2548	720	9,000	2,250	52	-	-

3.2 ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้พลังงาน

ข้อ 2.1 การใช้พลังงาน

ช่อง (1) แสดงชนิดพลังงานที่ใช้ในอาคารควบคุม หากอาคารควบคุมได้มีการใช้พลังงานชนิดอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวไว้ในข้อ 1. ถึงข้อ 3. ให้ระบุชนิดพลังงานนั้นเพิ่มเติมต่อท้ายในข้อ 3. ตามลำดับ

กรณีการใช้ไฟฟ้า

ข้อ 1. พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์) ให้กรอกข้อมูลพลังไฟฟ้าสูงสุดตามที่ปรากฏในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บจากการไฟฟ้าหรือผู้จำหน่ายไฟฟ้าในรอบเดือนนั้นๆ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าบางประเภทอาจมีค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดหลายช่วงเวลา เช่น ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท TOD และ TOU เป็นต้น ให้ระบุค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดทั้ง 3 ช่วงเวลา กรณีของ TOD ให้ระบุค่า On peak, Partial peak และ Off peak และกรณีของ TOU ให้ระบุค่า Peak, Off peak1 และ Off peak2 ตามลำดับ

ข้อ 2 พลังงานที่ซื้อ (กิโลวัตต์ – ชั่วโมง) ให้กรอกข้อมูลพลังงานไฟฟ้าตามที่ปรากฏในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บจากการไฟฟ้าหรือผู้จำหน่ายไฟฟ้าในรอบเดือนนั้นๆ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท TOD และ TOU ให้รวมปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้ง 3 ช่วงเวลาเป็นค่าเดียว แล้วกรอกข้อมูลลงในตาราง

กรณีอาคารควบคุมที่มีการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าเพื่อซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าหรือผู้จำหน่ายไฟฟ้ามากกว่าหนึ่งมิเตอร์ขึ้นไปให้แยกการออกข้อมูลออกเป็นรายมิเตอร์ หนึ่งตารางข้อมูลต่อหนึ่งมิเตอร์

ตัวอย่าง การกรอกข้อมูลในกรณีที่อาคารควบคุมเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท TOD ให้กรอกข้อมูลดังนี้

2.1 การใช้พลังงาน

(1) ชนิดพลังงานที่ใช้	(2) หน่วย	(3) ปริมาณการใช้		
		เดือนที่ 1 ม.ค. หรือ ก.ค.	เดือนที่ 2 ก.พ. หรือ ส.ค.	เดือนที่ 3 มี.ค. หรือ ก.ย.
1. พลังไฟฟ้าสูงสุด				
On peak	กิโลวัตต์	820	832	810
Partial peak	กิโลวัตต์	1,460	1,470	1,450
Off peak	กิโลวัตต์	1,210	1,320	1,260
2. พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อ	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง	692,770	661,850	698,610

กรณีการใช้พลังงานความร้อน

ข้อ 3 พลังงานความร้อน กรณีอาคารควบคุมที่มีการใช้น้ำมันเตา น้ำมันเบนซิน ให้ระบุชนิดของน้ำมันเตา น้ำมันเบนซินที่ใช้ด้วย (ชนิดของน้ำมันเตา ได้แก่ น้ำมันเตาเกรด A, เกรด C และ เกรด D เป็นต้น ชนิดของน้ำมันเบนซิน ได้แก่ เบนซิน 95 และเบนซิน 91 เป็นต้น) และกรณีที่อาคารใดมีการใช้น้ำมันเตาหรือน้ำมันเบนซินมากกว่าหนึ่งชนิด ให้กรอกข้อมูลแทรกในส่วนของพลังงานชนิดนั้น ๆ

กรณีที่อาคารควบคุมใด มีการใช้พลังงานหมุนเวียนให้ระบุชนิดของพลังงานหมุนเวียนลงในช่องของพลังงานหมุนเวียน พลังงานหมุนเวียน หมายถึง พลังงานที่ได้จาก ไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ ลม และคลื่น เป็นต้น

ช่อง (2) ให้แสดงหน่วยของพลังงานแต่ละชนิดที่ใช้ ในกรณีที่ใช้พลังงานชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ระบุ

ไว้ในตาราง และให้ระบุหน่วยของพลังงานชนิดนั้น ๆ ด้วย

ช่อง (3) ให้ระบุปริมาณการใช้พลังงานแต่ละชนิดที่ใช้ในรอบ 6 เดือนของการส่งข้อมูลรายเดือน โดยให้เรียงลำดับเดือนตามปฏิทิน ดังนี้ การส่งข้อมูลรายเดือนในช่วงครึ่งปีแรก คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน ให้เรียงเดือน ดังนี้ เดือนที่ 1 คือ มกราคม, เดือนที่ 2 คือ กุมภาพันธ์,..... เดือนที่ 6 คือ เดือนมิถุนายน ตามลำดับ ส่วนข้อมูลในช่วงครึ่งปีหลัง ให้เรียงเดือนดังนี้ เดือนที่ 1 คือ กรกฎาคม, เดือนที่ 2 คือ สิงหาคม,..... เดือนที่ 6 คือ ธันวาคม ตามลำดับ

ตัวอย่าง การกรอกข้อมูลในกรณีที่อาคารควบคุมมีการใช้น้ำมันเตาหลายชนิด เช่น อาคารแห่งหนึ่งมีการใช้น้ำมัน 2 ชนิด คือ น้ำมันเตาเกรด A และ เกรด C ให้กรอกข้อมูล ดังนี้

2.1 การใช้พลังงาน

(1) ชนิดพลังงานที่ใช้	(2) หน่วย	(3) ปริมาณการใช้		
		เดือนที่ 1 ม.ค. หรือ ก.ค.	เดือนที่ 2 ก.พ. หรือ ส.ค.	เดือนที่ 3 มี.ค. หรือ ก.ย.
3. พลังงานความร้อน				
น้ำมันเตาเกรด A	ลิตร	1,200	1,115	1,050
น้ำมันเตาเกรด C	ลิตร	1,100	1,120	1,125
น้ำมันดีเซล	ลิตร			
น้ำมันเบนซิน	ลิตร			
น้ำมันก๊าด	ลิตร			
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	กิโลกรัม			
ก๊าซธรรมชาติ	ล้านบีทียู			
ถ่านหินนำเข้า	ตัน			
ลิกไนต์	ตัน			
อื่น ๆ (ระบุ)	หน่วย (ระบุ)			
รวมการใช้พลังงานความร้อนจากพลังงานสิ้นเปลือง				

หมายเหตุ

- ปริมาณการใช้พลังงานในแต่ละเดือน ให้เริ่มนับปริมาณการใช้ตั้งแต่วันที่เริ่มต้นของเดือนจนถึงวันสิ้นสุดของเดือนนั้น

- ปริมาณไฟฟ้าซื้อตามช่อง (3) ข้อ 1. และข้อ 2. ของเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 6 ให้ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าที่เรียกเก็บในเดือนนั้น แต่ไม่รวมไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเอง ซึ่งให้ระบุไว้ในตารางข้อ 2.2

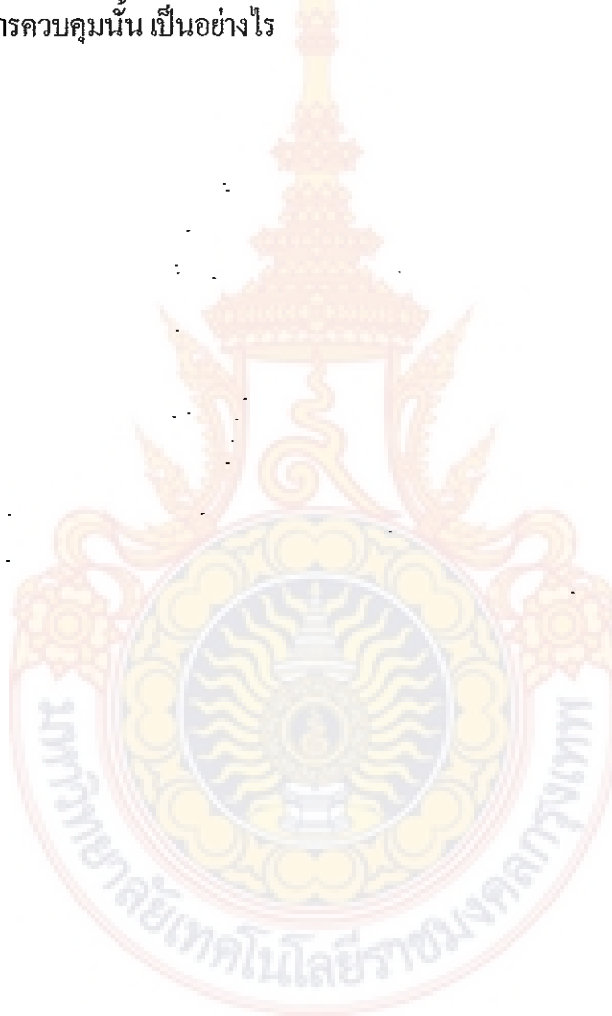
- ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน ตามช่อง (3) ข้อ 3. ไม่รวมถึงพลังงานที่ใช้ในการขนส่ง

ช่อง (4) ให้ระบุค่าความร้อนของพลังงานแต่ละชนิดในหน่วยเมกะจูลต่อหน่วยของพลังงานชนิดนั้น ๆ โดยให้ใช้ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value) ที่ได้จากผู้จำหน่าย หากอาคารควบคุมใดไม่มีค่าความร้อนต่ำที่ได้จากผู้จำหน่าย ให้ใช้ค่าความร้อนเฉลี่ยที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กำหนด

สำหรับค่าความร้อนที่ พพ. กำหนดให้อ้างอิงตามรายงานประจำปีของรายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศ
ไทยของปีล่าสุดที่ พพ. จัดทำ (ดูรายละเอียดในเว็บไซต์ของ พพ. ที่ www.dede.go.th)

ช่อง (5) ให้แสดงปริมาณความร้อนรวมของพลังงานแต่ละชนิดที่ใช้ทั้งหมดในรอบ 6 เดือน ในหน่วยของเมกะจูล
โดยการแปลงค่าปริมาณการใช้พลังงานรวมในรอบ 6 เดือน จากหน่วยเดิมคิดเทียบเท่าเป็นค่าความร้อน
ซึ่งได้จากการนำผลรวมของปริมาณการใช้พลังงานแต่ละชนิดในช่อง (3) คูณด้วยค่าความร้อนต่ำที่ได้จาก
ผู้จำหน่ายพลังงานชนิดนั้น หรือคูณด้วยค่าความร้อนเฉลี่ยที่ พพ. กำหนดในช่อง (4) แล้วแต่กรณี

หมายเหตุ การคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนรวมในช่อง (5) ของพลังงานที่ใช้แต่ละชนิดให้อยู่ในรูปของค่า
ความร้อนในหน่วยของเมกะจูล เพื่อต้องการให้เป็นหน่วยเดียวกันและสามารถเปรียบเทียบกันได้ว่าสัดส่วนการ
ใช้พลังงานแต่ละชนิดในอาคารควบคุมนั้น เป็นอย่างไร



ตัวอย่าง การกรอกข้อมูลส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้พลังงาน

2.1 การใช้พลังงาน

(1) ชนิดพลังงานที่ใช้	(2) หน่วย	(3) ปริมาณการใช้						(4) ค่าพลังงานเฉลี่ย (เมกะจูล/หน่วย)	(5) ปริมาณพลังงานรวม (เมกะจูล)	
		เดือนที่ 1 มค. หรือ กค.	เดือนที่ 2 กพ. หรือ สค.	เดือนที่ 3 มีค. หรือ กย.	เดือนที่ 4 เมย. หรือ ตค.	เดือนที่ 5 พค. หรือ พย.	เดือนที่ 6 มิย. หรือ ธค.			รวม
1. พลังไฟฟ้าสูงสุด (อัตรา TOD)										
On peak	กิโลวัตต์	820	832	810	822	828	815	-		
Partial peak	กิโลวัตต์	1,460	1,470	1,450	1,465	1,456	1,440	-		
Off peak	กิโลวัตต์	1,210	1,320	1,260	1,250	1,245	1,236	-		
2. พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อ	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง	692,770	661,850	698,610	694,520	697,460	695,870	3.60 ^{2/}	14,907,888	
3. พลังงานความร้อน										
น้ำมันเตาเกรด A	ลิตร	1,200	1,115	1,050	1,020	1,010	1,005	39.77	254,528	
น้ำมันเตาเกรด C	ลิตร	1,100	1,120	1,125	1,080	1,060	1,050	40.11	262,119	
น้ำมันดีเซล	ลิตร									
น้ำมันเบนซิน	ลิตร									
น้ำมันก๊าด	ลิตร									
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	กิโลกรัม	1,000	1,100	900	1,000	1,200	1,100	49.3	310,590	
ก๊าซธรรมชาติ	ล้านบีทียู									
ถ่านหินนำเข้า	ตัน									
อื่น ๆ (ระบุ)	หน่วย (ระบุ)									
รวมปริมาณพลังงานทั้งหมด										
พลังงานหมุนเวียน (ระบุ)	หน่วย (ระบุ)									

หมายเหตุ: 1/ ในกรณีที่มีความร้อนจากผู้จำหน่าย ให้ใช้ค่าความร้อนเฉลี่ยที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกำหนด

2/ เป็นค่าแปลงจากหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นเมกะจูล

ภาคผนวก ค.



ตารางที่ 1 ค แสดงฟังก์ชันอัตราผลตอบแทนการลงทุน

IRR เครื่องปรับอากาศสำนักงานอธิการบดี

ข้อมูล	บาท	IRR
เงินลงทุน	-3,120,000.00	
รายได้สุทธิปีที่ 1	800,340.12	#NUM!
รายได้สุทธิปีที่ 2	800,340.12	-35%
รายได้สุทธิปีที่ 3	800,340.12	-12%
รายได้สุทธิปีที่ 4	800,340.12	1%
รายได้สุทธิปีที่ 5	800,340.12	9%
รายได้สุทธิปีที่ 6	800,340.12	14%

หมายเหตุ: ปีที่ 0 ค่าเงินลงทุนเท่ากับ 0 ปี 39

ข้อมูล	บาท	IRR
เงินลงทุน	-3,120,000.00	
รายได้สุทธิปีที่ 1	800,340.12	#NUM!
รายได้สุทธิปีที่ 2	800,340.12	-35%
รายได้สุทธิปีที่ 3	800,340.12	-12%
รายได้สุทธิปีที่ 4	800,340.12	1%
รายได้สุทธิปีที่ 5	800,340.12	9%
รายได้สุทธิปีที่ 6	800,340.12	14%

IRR เครื่องปรับอากาศสถาบันวิทยบริการอาคารเก่า

ข้อมูล	บาท	IRR
เงินลงทุน	-2,400,000.00	
รายได้สุทธิปีที่ 1	1,195,194.12	-50%
รายได้สุทธิปีที่ 2	1,195,194.12	0%
รายได้สุทธิปีที่ 3	1,195,194.12	23%
รายได้สุทธิปีที่ 4	1,195,194.12	35%
รายได้สุทธิปีที่ 5	1,195,194.12	41%
รายได้สุทธิปีที่ 6	1,195,194.12	44%

IRR เครื่องปรับอากาศอาคารเรียน ปี 40 - 50

ข้อมูล	บาท	IRR
เงินลงทุน	-623,400.00	
รายได้สุทธิเดือนที่ 1	200,536.93	#NUM!
รายได้สุทธิเดือนที่ 2	200,536.93	-25%
รายได้สุทธิเดือนที่ 3	200,536.93	-2%
รายได้สุทธิเดือนที่ 4	200,536.93	11%
รายได้สุทธิเดือนที่ 5	200,536.93	18%
รายได้สุทธิเดือนที่ 6	200,536.93	23%

ส่วน ก : ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) ผศ. อำนาจ นามสกุล แสงอินทร์
(ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. AMNAT SANGIN
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 1009 02648 04 1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
4. หน่วยงานและที่อยู่ สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กทม.
โทรศัพท์ (02) 287 9653 โทรสาร (02) 287 9653

1. ประวัติการศึกษา

คุณวุฒิ	วัน เดือน ปี ที่สำเร็จ	ชื่อสถานศึกษา
5.1 Certificate (Refrigeration)	2543	Bundesfachshule Kalte -- Klima -- Technik Germany
5.2 Certificate (Pedagogics -- Didactics)	2543	RWTH University of Technology Aachen Germany
5.3 วท.ม.	2531	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5.4 กศ.บ.	2524	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
5.5 ปวส. และ ปม.	2521	วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาพระนครใต้
5.6 ปวส.	2518	วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพฯ
5.6 ปวช.	2515	โรงเรียนช่างกลปทุมวัน

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากคุณวุฒิการศึกษา)

สาขาวิชา - พัสตูล - การเงิน

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็น ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

นายอำนาจ นามสกุล แสงอินทร์ : การจัดการพลังงานในสถาบันการศึกษาของรัฐ (พ.ศ. 2546)

7.2 งานวิจัยที่กำลังทำ โครงการวิจัย เรื่อง การอนุรักษ์พลังงาน ในระบบปรับอากาศ

(ENERGY CONSERVATION IN AIR CONDITIONING SYSTEM)