



การจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคาร ทีไอที

นวัฒน์ พรหมขันตี

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2550

Energy Planning and Management in Air-Conditioning System of TOT Building

Nawat Phromkuntee

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

เลขทะเบียน.....	0199670
วันลงทะเบียน.....	3 ส.ย. 2551
เลขที่ออกใบสอบ.....	697.98
	43527
	[2550]
	๐๖1

2007



ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคาร ที่ โอ ที

เสนอโดย นวัฒน์ พรหมขันตี

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผศ.ดร.ติกะ บุญนาค

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ)

.....กรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผศ.ดร.ติกะ บุญนาค)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นุภาพ แยมไทรพัฒน์)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผศ.ดร.สมศักดิ์ คำริชอบ)

วันที่ 19 เดือน กันยายน พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลงมิได้ หากไม่ได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คึกะ บุนนาค ที่ได้สละเวลาอันมีค่ารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำสารนิพนธ์ และให้คำแนะนำช่วยเหลือ และตรวจแก้ สารนิพนธ์จนเสร็จสิ้น

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.รังสิต ศรีจิตติ ผู้อำนวยการหลักสูตรการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร และ ดร.นุภาพ แยมไคร์พัฒน์ ซึ่งเสียสละเวลาอันมีค่ารับเป็นกรรมการสอบสารนิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำเรื่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเพื่อนพนักงานของ บริษัท ทีไอที จำกัด(มหาชน) และสถานีตรวจอากาศขอนแก่น ที่สละเวลาช่วยเหลือด้านข้อมูล ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง รวมทั้งเพื่อนร่วมสถาบันอีกหลายท่านที่มีอาจกล่าวนามเป็นรายบุคคลซึ่งได้ให้ความรู้และข้อมูลในการจัดทำ จนการศึกษานี้สำเร็จลงไปได้

ขอโน้มระลึกถึงพระคุณบิดามารดา ครอบครัว และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และเป็นกำลังใจให้แก่ผู้จัดทำมาโดยตลอด ทำให้สามารถสำเร็จการศึกษามาได้

นวัฒน์ พรหมขันดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ม
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
สัญลักษณ์.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการศึกษา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. แนวคิดทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ระบบปรับอากาศ.....	4
2.2 การเลือกขนาดและจำนวนของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน.....	6
2.3 อากาศในบรรยากาศ.....	10
2.4 คุณสมบัติของอากาศรับ.....	10
2.5 ประสิทธิภาพการทำความร้อน.....	14
2.6 พระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน.....	16
2.7 อัตราค่าไฟฟ้า กิจการขนาดกลาง.....	17
2.8 การจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศ.....	18
2.9 องค์ประกอบสำคัญของการตรวจสอบการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ.....	22
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	28
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	30
3.1 ข้อมูลเบื้องต้น.....	30

สารบัญ (ต่อ)

3.2 การวัด และอุปกรณ์.....	33
3.3 ตารางการเก็บข้อมูล.....	37
3.4 การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
4. ผลการวิเคราะห์.....	41
4.1 พลังไฟฟ้าสูงสุด.....	42
4.2 พลังงานไฟฟ้า.....	43
4.3 ค่าไฟฟ้า.....	44
4.4 การประหยัดพลังงาน โดยการบำรุงรักษา.....	46
4.5 การประหยัดพลังงาน โดยการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง.....	47
4.6 พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ.2549.....	49
4.7 อุณหภูมิแวดล้อม.....	50
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	52
5.1 สรุป.....	52
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	53
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป.....	54
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	58
ประวัติผู้เขียน.....	87

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อกำลังไฟฟ้า.....	7
2.2 มาตรฐานการใช้พลังงานต่อปริมาณ ความเย็นที่ทำได้ของเครื่องปรับอากาศแบบต่าง ๆ.....	8
2.3 ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม.....	9
2.4 มาตรฐานการปรับอากาศในอาคารของเครื่องทำความเย็น ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ.....	16
2.5 อัตราค่าไฟฟ้าของระดับแรงดันต่าง ๆ.....	17
2.6 การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้น.....	24
3.1 การตรวจวัดค่าด้านไฟฟ้า.....	37
3.2 การตรวจวัดค่าสมรรถนะ.....	37
4.1 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษา.....	46
4.2 วิเคราะห์การลงทุนโดยใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง.....	48

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โค้ดะแกรมการทำงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	6
3.1 อาคารฝ่ายโทรทัศน์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บมจ.ทีไอที.....	30
3.2 อาคารภาคขายและบริการภูมิภาคที่ 2 ความสูง 6 ชั้น.....	31
3.3 สักส่วนการใช้พลังงานเฉลี่ยในแต่ละประเภทอาคาร.....	32
3.4 เครื่องมือวัดความเร็วลมมัลติฟังก์ชัน.....	33
3.5 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power clamp meter).....	34
3.6 การวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดช่องจ่ายลม.....	35
3.7 ตำแหน่งการวัดความเร็วลม.....	36
3.8 หัววัดค่าความเร็วลม (Ft/min) ความชื้นสัมพัทธ์(%) และอุณหภูมิ (°C).....	36
4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด ปี พ.ศ.2548 และ พ.ศ.2549.....	41
4.2 การใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ.2548 และ ปี พ.ศ.2549	43
4.3 ค่าไฟฟ้า ปี พ.ศ.2548 และ ปี พ.ศ.2549	44
4.4 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษา.....	47
4.5 การประหยัดพลังงานโดยใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง.....	49
4.6 การใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ.2549.....	50
4.7 อุณหภูมิแวดล้อม ปี พ.ศ.2548 และ ปี พ.ศ.2549 ณ สถานีตรวจอากาศขอนแก่น..	51

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัดช่องจ่ายลม	sq.ft
B_{save}	เงินที่ประหยัดได้	บาท
Cfb	ค่าแก้ไขขนาดทำความเย็น	
Cfe	ค่าแก้ไขกำลังไฟฟ้า	
COP	สัมประสิทธิ์ค่าสมรรถนะ	
$\cos \phi$	ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์(PF)	
C_p	ระดับความร้อนของอากาศ	
DC	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	บาท/kW
E	แรงดันไฟฟ้า	Volt
E_n	พลังงานไฟฟ้าใหม่	kWh/Year
E_o	พลังงานไฟฟ้าเดิม	kWh/Year
EER	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน	Btu-h/W
E_{save}	การประหยัดพลังงาน	kWh/Year
Est	การใช้พลังงานไฟฟ้า	kWh/Year
EC	ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/kW
E_q	ราคาอุปกรณ์	บาท
f	ความถี่ไฟฟ้า	Hz
F_n	ค่าโหลดแฟคเตอร์ใหม่	
F_o	ค่าโหลดแฟคเตอร์เดิม	
FT	ค่าปรับต้นทุนการผลิต	บาท/kW
h	เอนทาลปี	Btu/lb _{da}
h_c	เอนทาลปีของอากาศเข้าคอยล์เย็น	Btu/lb _{da}
h_s	เอนทาลปีของอากาศออกจากคอยล์เย็น	Btu/lb _{da}
h_v	เอนทาลปีของไอน้ำ	Btu/lb _{da}
I	กระแสไฟฟ้า	Ampere
Inv	เงินลงทุน	บาท

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
LC	ค่าทำความสะอาครื่อง	บาท
m°	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ	lb/hr
m_w	น้ำหนักไอน้ำ	lb _w
m_a	น้ำหนักอากาศแห้ง	lb _a
n	จำนวน โมลของอากาศ	
N	จำนวนเครื่องปรับอากาศจะเปลี่ยนใหม่	การตรวจวัด
P	ความดันเฉพาะส่วนไอน้ำ	psia
P_s	ความดันเฉพาะส่วนของอากาศแห้ง	psia
P_B	ความดันรวม	psia
Pb	ระยะเวลาคืนทุน	ปี
Po	พลังงานไฟฟ้าเดิม	kW
Pi	พลังไฟฟ้า	kW
Pn	พลังงานไฟฟ้าใหม่	kW
P_B	พลังไฟฟ้าเสมือน	kvar
P_i	ความดันไอน้ำผสม	lb
P_p	พลังไฟฟ้าปรากฏ	kV
P_{peak}	พลังไฟฟ้าสูงสุด	kWh
Ps	พลังงานไฟฟ้ารวม	kW
P_i	ความดันภาวะอิ่มตัว	lb
Q°	อัตราการไหลของอากาศ	cfm
Q_i	ความสามารถในการทำความเย็น	kW _R
Q_w	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์	kW
RC	อัตราการทำความเย็น	Btu/h
RE	ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น	kW/Ton
t	อุณหภูมิ	°F, °C
t_{dew}	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง	°F
t_w	อุณหภูมิกระเปาะเปียก	°F

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
V	ความเร็ว	ft/s
v	ปริมาตรจำเพาะ	ft ³ /lb
W	ความชื้นจำเพาะ	lb _w /lb _a
wb	อุณหภูมิกระเปาะเปียก	°F
Y	เศษส่วน โมลของอากาศ	
Y _i	เศษส่วน โมลในภาวะของผสม	
Y _s	เศษส่วน โมลในภาวะอิ่มตัว	
φ	ความชื้นสัมพัทธ์	%
Δh	เอนทาลปีที่อุณหภูมิอ้างอิง	Btu/lb _a
Δt	อุณหภูมิอ้างอิง	°F, °C
ρ	ความหนาแน่น	kg/m ³
สัญลักษณ์ตัวห้อยท้าย		
a	อากาศ	
da	อากาศแห้ง	
dew	จุดน้ำค้าง	
i	ไอน้ำที่เป็นของผสม	
il	ไฟฟ้าเสมือน	
p	ไฟฟ้าปรากฏ	
peak	ไฟฟ้าสูงสุด	
s	ภาวะอิ่มตัว	
w	อากาศชื้น	

หัวข้อสารนิพนธ์	การจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคาร ทีไอที
ชื่อผู้เขียน	นวัฒน์ พรหมขันตี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเกะ มุนนาค
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

การศึกษากาการจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคารทีไอที สำหรับอาคารฝ่ายโทรศัพทภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางตรวจสอบ การใช้พลังงานของอาคารและเป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานของอาคารทีไอที โดยใช้มาตรฐานตาม กฎกระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดลอม ออกตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมและอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ. 2538

ผลการศึกษากาการใช้พลังงานของอาคารพบว่า สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ระบบปรับอากาศร้อยละ 64.62 ระบบแสงสว่างร้อยละ 14.51 และระบบอื่น ๆ ร้อยละ 20.87 ผลการตรวจวัดค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศจำนวน 127 เครื่อง พบว่ามีเครื่องปรับอากาศที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 31 เครื่อง แนวทางการปรับปรุง การใช้พลังงานสามารถทำได้โดยการบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศใหม่ที่มี ประสิทธิภาพสูง

นอกจากนี้ในการวิเคราะห์การลงทุนพบว่า การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษา ต้องใช้เงินลงทุน 152,400 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 0.53 ปี สำหรับการเปลี่ยนไปใช้ เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงต้องใช้เงินลงทุน 1,291,400 บาท และมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 4.54 ปี

คำสำคัญ: การอนุรักษ์พลังงาน / การบำรุงรักษา / เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง /
ระยะเวลาคืนทุน

Thematic Paper Title **Energy Planning and Management in Air-Conditioning
System of TOT Building**

Author **Nawat Phromkuntee**

Thematic Paper Advisor **Asst. Prof. Dr. Tilka Bunnag**

Department **Building Technology Management**

Academic Year **2007**

ABSTRACT

The study of energy planning and management in the air-conditioning system of TOT building especially for the building of Administration Sector, North-Eastern Region Telephone Service had objectives to apply it as the inspection guideline of energy consumption for a building and it would be the energy conservation measures applicable for TOT's general buildings in compliance with the standard provision in the ministerial rules of the Ministry of Science and Environment issued in pursuant to the Energy Conservation Promotion Act B.E. 2538.

From the study result of the building's energy consumption, it was found that the proportion of electrical utilization within the building could be divided into 3 parts, i.e. 64.62% for air-conditioning system, 14.51% for lighting system and 20.87% for other system respectively. The result of 127 air-conditioners' capability inspection came out that there are 31 standard criteria impassable air-conditioners. The solution guideline for the energy improvement can be done by serious maintenance or replace them with the newly high efficient air-conditioners.

Besides, in the investment analysis, it was found that the energy saving by maintenance method would need 152,400 baht investment, whereas the payback period or rate of return would be 0.53 years. For another option to have them changed into high efficient air-conditioners it would need 1,291,400 baht investment and the payback period would take 4.54 years.

Keywords: energy conservation / maintenance / high efficiency air-conditioning system /
payback period

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

นับจากอดีตจนถึงปัจจุบันความต้องการด้านพลังงานของโลกมีอัตราที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการขยายตัวทั้งทางเทคโนโลยีและเศรษฐกิจ ทำให้แหล่งพลังงานต่างๆถูกนำมาใช้ ไม่ว่าจะเป็นน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ซึ่งเห็นได้จากการปรับตัวของราคาพลังงานที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆตามกลไกตลาดโลก ประเทศไทยนับเป็นประเทศอยู่ในกลุ่มกำลังพัฒนาซึ่งมีความต้องการใช้พลังงานเพื่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างมาก พลังงานที่ใช้้นั้นมาจาก 2 ส่วน คือ พลังงานที่สามารถหาได้ในประเทศ เช่น ก๊าซธรรมชาติ, น้ำ, แสงอาทิตย์ และพลังงานที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเช่น น้ำมันดิบ โดยที่จะนำพลังงานที่หาได้นั้นมาผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้คนทั้งประเทศได้ใช้ อย่างไรก็ตามจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งดูได้จากอัตราการที่มีการสร้างโรงไฟฟ้าเพื่อรองรับความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งในการสร้างโรงไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนมหาศาล

ประเทศไทยได้มีการดำเนินการตรากฎหมายเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและมีการจัดทำพระราชบัญญัติเพื่อส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน โดยเริ่มมีการใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2535 โดยประกาศใช้เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ.2535 มีผลบังคับใช้เรื่อยมาจนถึงปัจจุบันเพื่อควบคุมการใช้พลังงานของอาคาร โรงงานอุตสาหกรรม ภาคอาคารธุรกิจต่างๆ ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในภาคธุรกิจคือ การลดต้นทุน ซึ่งเชื่อเพลิงนับได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตและได้ถูกนำมาอ้างเพื่อขึ้นราคาสินค้าเสมอ การอนุรักษ์พลังงานเป็นการลดค่าสูญเสียจากการใช้พลังงานที่ไม่ถูกต้อง หรือใช้พลังงานลดลงแต่ผลิตผลเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้น และจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของอาคาร ทำให้ธุรกิจมีความมั่นคง ผลประกอบการเพิ่มขึ้น รัฐบาลได้มีการรณรงค์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานอย่างจริงจังและต่อเนื่อง เพราะวิกฤติทางด้านพลังงานในประเทศมีมาเป็นระยะๆ

การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศโดยทั่วไปมีค่าสูญเสียอยู่ 2 ทาง คือ การใช้พลังงานทางอ้อม (Passive Energy Use) เป็นการใช้พลังงานจากปัจจัยที่การออกแบบหรือติดตั้งอุปกรณ์ที่ผิดพลาดทำให้เกิดการสูญเสียในระบบเป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพของการทำความเย็นลดลง ทำให้มีค่าการใช้พลังงานที่สูงขึ้น การใช้พลังงานทางตรง (Active Energy Use) เป็นการใช้พลังงานโดยตรงจากไฟฟ้าเพื่อขับคอมเพรสเซอร์ในระบบทำความเย็น และสามารถตรวจสอบการใช้พลังงานได้โดยการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่ออัตราการทำความเย็น (kW/Ton) หากค่าสมรรถนะของการทำความเย็น เพื่อเป็นแนวทางการลดค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานทางเลือกอันดับแรกที่มีอัตราการใช้สูงสุดเพราะจัดหาง่าย สะอาด สะดวกในการใช้งาน การจัดการด้านพลังงานจึงมีความจำเป็นซึ่งเป็นต้นทุนอย่างหนึ่ง ในการดำเนินกิจกรรม ในการดำเนินงานด้านพลังงานของแต่ละอาคารจะต้องมีการทำอย่างเป็นระบบ ถูกต้องตามหลักวิชาการเหมาะสมกับการปฏิบัติของแต่ละกิจกรรมดำเนินการและที่สำคัญ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานด้านวิศวกรรม ถึงจะได้ผลคุ้มค่าต่อการลงทุน

การตรวจสอบการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในอาคารประเภทสำนักงาน เพื่อเป็นการประเมินและวางแผนการอนุรักษ์พลังงาน และวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานของอาคาร ตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานเมื่อมีการจัดการและวางแผน โดยอ้างอิงจากพระราชบัญญัติส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงานเรื่องมาตรฐานการปรับอากาศในอาคารโดยค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (kW/Ton) ที่ภาระเต็มพิกัด (Full load) หรือการตรวจวัดที่ภาระการใช้งานจริง (Actual load) จะต้องมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงพลังงานและต้องมีการติดตามเพื่อประเมินผลการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง และจัดตั้งโครงการพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงาน การลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า ซึ่งเป็นต้นทุนของการดำเนินกิจกรรมของอาคารจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรและประเทศต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) วิเคราะห์การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 2) เพื่อการลดต้นทุนด้านพลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 3) ศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงาน และ จุดคุ้มทุน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1) สถานที่ศึกษาอาคารฝ่ายภาคตะวันออกเจียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ประกอบด้วย
 - 1.1) อาคารภาคขายและบริการภูมิภาคที่ 2 ความสูง 6 ชั้น
 - 1.2) อาคารหุ้มสายโทรศัพท์ขอนแก่น ความสูง 2 ชั้น
 - 1.3) อาคารฝ่ายขายและบริการลูกค้าภูมิภาคที่ 2.2 ความสูง 3 ชั้น
 - 1.4) อาคารศูนย์บริการลูกค้าสาขาศูนย์ราชการ ความสูง 2 ชั้น
- 2) ศึกษาเฉพาะระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบ Packet จำนวน 110 และ 17 เครื่องตามลำดับ
- 3) ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ออัตราการทำความเย็น (kW/Ton)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เพื่อวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ
- 2) เพื่อตรวจสอบค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (kW/TON) ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน
- 3) เป็นข้อมูลในการวางแผนอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ
- 4) เพื่อใช้เป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ และการลงทุน

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

หากจะกล่าวในด้านของการจัดการและวางแผนพลังงานในอาคาร เป็นที่ทราบกันดีถึงสัดส่วนการใช้พลังงานที่สูงสุดของอาคารเป็นของระบบปรับอากาศ ในการวางแผนการใช้พลังงานระบบปรับอากาศของอาคาร ทีโอที แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบการศึกษา แบ่งเป็นหัวข้อย่อยดังนี้

2.1 ระบบปรับอากาศ

การจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคาร ทีโอที เป็นการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนของ อาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 127 เครื่อง โดยกิตติพงษ์ เฌมียประดิษฐ์(2540) ได้ศึกษาการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ อาคารโดยทั่วไปมักมีการติดตั้งระบบปรับอากาศ เพื่อความรู้สึกรบายและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานที่อยู่ภายในอาคาร เมื่อมีคนอยู่เป็นจำนวนมากเกิดอากาศเสียที่จะต้องดูดทิ้งไป แล้วนำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกเข้ามาแทนที่ จำนวนพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศในอาคารเหล่านี้ อาจสูงถึง 60 % ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด การประหยัดพลังงานบางส่วนจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า และสามารถทำได้หลายวิธี บางวิธีไม่จำเป็นต้องลงทุนเพิ่มแต่อย่างใดเป็นเพียงการปรับปรุงลักษณะการใช้งาน บางส่วนของระบบเท่านั้น ซึ่งได้ผลดีโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ความรู้สึกรบายและสุขภาพของพนักงานแต่อย่างไร

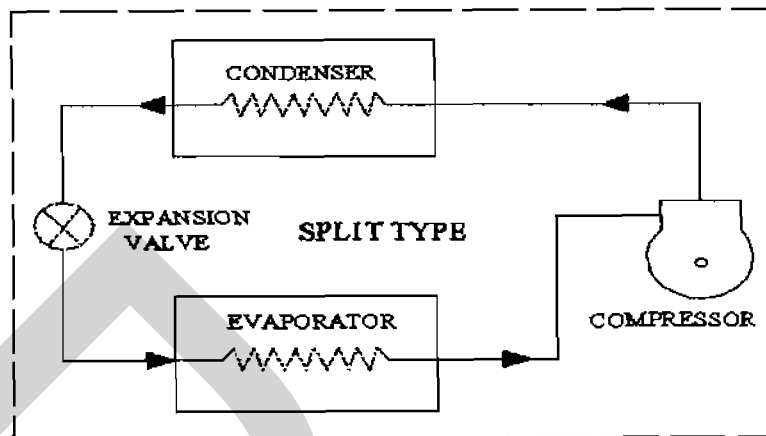
วิธีการปรับอากาศในอาคารต้องสามารถควบคุมสภาวะอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น อุณหภูมิอากาศเหมาะสมตามความต้องการ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเหมาะสมสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศและอากาศมีความสะอาด ปราศจากฝุ่นละออง และกลิ่นรบกวนหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพพนักงาน มีการไหลเวียนของอากาศในอาคารสม่ำเสมอและเพียงพอ ไม่มีจุดอับ เพื่อให้ทุกส่วนของอาคารมีคุณภาพของอากาศตามต้องการ การที่จะทำให้อากาศภายในอาคารมีสภาวะตามต้องการข้างต้นต้องอาศัยการทำงานของเครื่องปรับอากาศ แบ่งเป็นประเภทดังนี้

- 1) Room air condition(Window Unit)
- 2) Split System Unit
- 3) Package Cooling Unit
- 4) Chiller

เครื่องปรับอากาศ 3 แบบแรก มีหลักการทำงานโดยจะป้อนสารทำความเย็นเหลว อุณหภูมิต่ำในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการเข้าสู่คอยล์ทำความเย็น โดยมีพัดลมช่วยดูด อากาศร้อนขึ้นและสกรปรกภายในอาคารผ่านแผ่นกรองอากาศ ซึ่งวางอยู่ด้านหน้าคอยล์ เพื่อจับ ฝุ่นละอองออกบางส่วนเมื่ออากาศร้อนขึ้นเคลื่อนที่ผ่านคอยล์จะคายความร้อนให้แก่สารทำความ เย็นที่ไหลอยู่ภายในทำให้มีอุณหภูมิและความชื้นลดต่ำลงและถูกส่งเข้าอาคาร เพื่อรับความร้อน อีกครั้ง ส่วนสารทำความเย็นเหลวภายในคอยล์เย็น ซึ่งได้รับความร้อนจากอากาศจะระเหย กลายเป็นไอและถูกและคอมเพรสเซอร์ดูดอัดจนเป็นไอที่มีอุณหภูมิสูงเคลื่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์ เพื่อระบายความร้อนให้แก่ น้ำหรืออากาศและกลั่นตัวเป็นของเหลวกลับเข้าสู่ระบบ อีกครั้งหนึ่งเป็น วงจรหมุนเวียน

เครื่องปรับอากาศแบบ Window Unit และ Split System Unit มักจะระบายความร้อนด้วย อากาศ ส่วนเครื่องแบบ Packaged Cooling Unit มีทั้งแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและน้ำ ส่วนเครื่อง Chiller นั้น มักใช้กับอาคารที่ต้องการทำความเย็นเกินกว่า 500 Ton ขึ้นไประบบ ประกอบด้วย Chiller, Air Handling Unit และ Chilled Water Pump หากเป็นชนิดระบายความร้อน ด้วยน้ำจะต้องมี Cooling Tower และ Condenser Water Pump เป็นองค์ประกอบในการทำความเย็น

ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type Air-conditioning System) การทำความเย็น (Refrigeration) หมายถึง กระบวนการใด ๆ ที่เกิดการเคลื่อนย้ายความร้อนหรือกระบวนการที่ลด และรักษาระดับของอุณหภูมิของพื้นที่หรือวัสดุให้ต่ำกว่าสภาวะรอบข้างหรือเรียกอีกชื่อว่าระบบ ปรับอากาศ (Air Conditioning) และใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหัวใจหลักในการทำความเย็นเพื่อ ส่งเสริมการประหยัดพลังงานคือการลดการใช้พลังงานในอาคาร คือการตรวจประเมิน ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกอยู่ในห้องเรียกว่าแฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) ประกอบด้วย ตัวตู้ พัดลม ฮีวา โปรเตอร์ ลีนลดความดันและแผงกรองอากาศ ส่วนที่สองคือส่วนที่อยู่ภายนอกห้องเรียกว่า คอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) ซึ่งประกอบไปด้วย คอมเพรสเซอร์ พัดลม คอนเดนเซอร์ แผง สวิตช์ และอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน



รูปที่ 2.1 โค้ดแกรมการทำงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.2 การเลือกขนาดและจำนวนของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน

อาคารทั่วไปมักติดตั้งเครื่องปรับอากาศหลายจุดแต่ละจุดมีขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ เช่น ห้องทำงานของผู้บริหารอาจใช้เครื่องขนาด 1 Ton แต่ตัวสำนักงานอาจใช้เครื่องขนาดใหญ่แทนเพื่อลดปริมาณของคอนเดนซิ่งซึ่งต้องติดตั้งไว้ด้านนอกห้องที่จะทำให้ยุ่งยากต่อการตกแต่งอาคารให้สวยงามตามต้องการ

การเลือกเครื่องปรับอากาศนอกจากจะคำนึงถึงราคาต้นทุนแล้วควรให้ความสนใจในด้านการประหยัดพลังงานของเครื่องแต่ละแบบหรือผลิตภัณฑ์ด้วยบางครั้งเครื่องที่ราคาถูกอาจใช้พลังงานมากหากคำนวณค่าใช้จ่ายรวมของค่าเครื่อง ค่าบำรุงรักษา และค่าไฟฟ้า ตลอดอายุการใช้งานของตัวเครื่องแล้ว พบว่าเครื่องปรับอากาศที่ราคาถูกอาจจะมีโอกาสสูงที่ค่าใช้จ่ายต่อเดือนของการใช้พลังงานรวมมากกว่าเครื่องที่มีราคาแพงกว่า

ในเครื่องปรับอากาศพวก Window Unit , Split System Unit และ Package Cooling Unit นั้น ประสิทธิภาพของตัวเครื่องสามารถหาได้จากค่า EER(Energy Efficiency Ratio) หน่วยเป็น Btu/w-h และเครื่องปรับอากาศที่ประหยัดพลังงานจะมีค่า EER สูง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อกำลังไฟฟ้า

	EER	kW/Ton	Remarks
1. Room Air Condition (8,000 – 24000 Btuh)	9.2 – 7.5	1.30 - 1.60	
2. Split System (Small Size) Up 15 Tons	8.3 – 7.5	1.45 – 1.60	Air – Cooled Condenser
3. Split System (Medium Size) 16 - 40 Tons	8	1.5	Air – Cooled Condenser EER 8.0 Minimum
4. Package Unit(1 – 15 tons)	10	1.20	Water - Cooled Condenser
5. DX Central(40 – 200 Ton)	10.9	1.10	Water - Cooled Condenser
6. Water Chiller ,Reciprocating		1.30 – 1.70	Air – Cooled Condenser
7. Water Chiller ,Reciprocating		1.20 – 1.50	Water - Cooled Condenser
8. Water Chiller ,Centrifugal		1.05 – 1.10	Water - Cooled Condenser

ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อกำลังไฟฟ้า(AVERAGE ELECTRICAL POWER REQUIREMENT) ในตารางที่ 2.1 แสดงค่า EER และ kW/Ton ของเครื่องปรับอากาศแต่ละแบบที่มีจำหน่าย ค่า kW/Ton ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้แนะนำค่าสำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ค่า kW/Ton หากว่ามีค่าต่ำกว่าควรเลือกเครื่องที่ค่า kW/Ton สูงขึ้นซึ่งระบบมีประสิทธิภาพสูง และราคาอาจสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการใช้งานสามารถประหยัดพลังงาน ไฟฟ้าได้เป็นจำนวนมาก

การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กเกินไป จำนวนมากเครื่องนั้น แม้ราคารวมของเครื่องจะต่ำลง แต่สิ้นเปลืองพลังงานมาก เพราะประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างต่ำ ในทางตรงข้ามหากเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่จำนวนน้อยชุดก็จะทำให้ความชื้นในห้องปรับอากาศน้อยลง เพราะต้องเดินเครื่องชุดใหญ่ไป ในขณะที่ปริมาณความร้อนภายในตัวอาคารลดลง เครื่องจึงทำงานที่ประสิทธิภาพต่ำและสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเช่นเดียวกัน วิธีการที่ถูกต้องคือทำการวิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารทุกกรณี จะช่วยประหยัดพลังงานได้เป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานการใช้พลังงานต่อปริมาณความเย็นที่ทำได้ของเครื่องปรับอากาศแบบต่างๆ

ชนิด	kW (kW _r)	kW (Ton _r)
1. เครื่องทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chiller)	0.22	0.77
2. เครื่องทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Chiller)	0.26	0.91
3. แบบเป็นชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water – Cool package Unit)	0.25	0.88
4. ชุดควบแน่นระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air - Cooled Condensing Unit)	0.37	1.5
5. เครื่องทำน้ำเย็นแบบสกรู (Screw Type Chiller)	0.22	0.77

ตารางที่ 2.3 ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม

<u>COMMERCIAL BUILDING</u>	Dry Bulb Temperature(F)	Relative Humidity
Office	78°	55 %
Corridors	Uncontrolled	Uncontrolled
Cafeterias	75°	55 %
Auditoriums	78°	50 %
Computer Rooms	75°	As needed
Lobbies	82°	60 %
Doctor Offices	78°	55 %
Toilet Rooms	80°	-
Storage ,Equipment Rooms ,Garages	Uncontrolled	Do Not Cool or Dehumidify.
<u>RETAIL STORES</u>		
Department Store	80°	55 %
Supermarkets	78°	55 %
Drug Stores	80°	55 %
Meat Markets	78°	55 %
Apparel	80°	55 %
Jewelry	80°	55 %
Garages	Do Not Cool	-

2.3 อากาศในบรรยากาศ

อากาศในบรรยากาศประกอบด้วยแก๊สต่าง ๆ หลายชนิดมีส่วนประกอบและปริมาณแปรผัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสถานที่และระดับความสูงของโลกในเมื่อส่วนประกอบของแก๊สไม่คงที่ จำเป็นต้องกำหนดส่วนประกอบที่แน่นอนขึ้นมาเพื่อยึดถือเป็นมาตรฐาน โดย สุรพล พุกพานิช (2529) ได้ศึกษาเรื่องอากาศในบรรยากาศดังนี้

อากาศ(แห้ง)มาตรฐาน(% โดยปริมาตร)	100.000000
ไนโตรเจน	78.084000
ออกซิเจน	20.947600
อาร์กอน	0.93400
คาร์บอนไดออกไซด์	0.031400
นีออน	0.001818
ฮีเลียม	0.000524
แก๊สอื่นๆ	0.000658

เรียกอากาศข้างบนนี้ว่าอากาศ(แห้ง)มาตรฐานซึ่งมีน้ำหนัก โมเลกุล 28.966 และถูกกำหนดไว้ที่อุณหภูมิ 69.50 °F ความดันบรรยากาศ 14.70 psia ปริมาตรจำเพาะ 13.34 ft³/lb_w

อากาศปกติหรืออากาศที่ล้อมรอบตัวเรามีไอน้ำปนอยู่ด้วยเสมอซึ่งรวมเรียกว่าอากาศชื้นและความหมายของอากาศชื้นคือของผสมระหว่างอากาศแห้งและไอน้ำ โดยปริมาตรได้ตั้งแต่ศูนย์ถึงภาวะอิ่มตัว ฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า

$$W = W_d + P \quad (2.1)$$

เมื่อ

$$W = \text{ความชื้นจำเพาะ}$$

$$W_d = \text{อากาศแห้ง}$$

$$P = \text{ไอน้ำ}$$

2.4 คุณสมบัติของอากาศชื้น

การจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคาร ทีโอที ระบบปรับอากาศหน่วยวัดที่ใช้งานจะเป็นแบบอังกฤษและที่มีการใช้งานปัจจุบันแบบเมตริก เพื่อความสะดวกจึงมีทั้งสองค่าหน่วยใช้งาน การศึกษาระบบปรับอากาศจำเป็นต้องรู้จักคุณสมบัติของอากาศชื้นและค่าศัพท์เฉพาะที่สำคัญดังนี้

1) ความดันไอ (P ; psia) คือความดันเฉพาะส่วน(Partial pressure) ของโมเลกุลไอน้ำที่อยู่ในอากาศชื้น ถ้าใช้บาโรมิเตอร์วัดความดันอากาศชื้น ความดันที่วัดได้คือความดันรวม(P_B) ซึ่งจะทำกับผลบวกของความดันเฉพาะส่วนของอากาศแห้ง(P_a) และความดันเฉพาะส่วนของไอน้ำ (P) หรือ

$$P_B = P_a + P \quad (2.2)$$

เมื่อ

$$P_B = \text{ความดันไอ}$$

$$P_a = \text{ความดันเฉพาะส่วนของอากาศแห้ง}$$

$$P = \text{ความดันเฉพาะส่วนของไอน้ำ}$$

2) ความชื้น (Humidity) คือไอน้ำที่ผสมกับอากาศแห้งในบรรยากาศ ปกติไอน้ำนี้คือไอน้ำร้อนยิ่งยวด (Superheated steam) ซึ่งมีความดัน(P) ต่ำมาก

3) ความชื้นสัมพัทธ์ (ϕ ,เปอร์เซ็นต์) คือเศษส่วนโมล (Mol fraction) ของไอน้ำในอากาศชื้นต่อเศษส่วนโมลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศเดียวกัน

$$\phi = Y/Y_s \Big|_{t, P_B}$$

จากเทอร์โมไดนามิกส์ทราบว่า

$$Y_i = n_i/n = P_i/P$$

คุณสมบัติของแก๊สทุกชนิดมีความดันต่ำมากจะมีพฤติกรรมคล้ายแก๊สอุดมคติ ดังนั้น

$$\phi = Y/Y_s \Big|_{t, P_B} = P/P_s \Big|_{t, P_B} = d/d_s \Big|_{t, P_B} \quad (2.3)$$

เมื่อ

$$Y = \text{เศษส่วนโมลของอากาศ}$$

$$n = \text{จำนวนโมล}$$

$$d = \text{ความหนาแน่น}$$

ตัวห้อยท้ายล่าง

$$s = \text{ใช้แทนภาวะอิ่มตัว}$$

$$i = \text{แทนส่วนประกอบที่ } i \text{ ของผสม}$$

4) อัตราส่วนความชื้นหรือความชื้นจำเพาะ (W ; lb_w/lb_a) คือน้ำหนักไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศชื้น ต่อปอนด์อากาศแห้ง

เนื่องจากถือได้ว่าไอน้ำในอากาศและอากาศแห้งในบรรยากาศเป็นแก๊สอุดมคติ ดังนั้น น้ำหนักไอน้ำคือ

$$m_w = PV/RT = PV/85.6T \quad (\text{lb}_w)$$

และน้ำหนักอากาศแห้งคือ

$$m_a = P_a V/R_a T = (P_b - P)V/53.3T \quad (\text{lb}_a)$$

เนื่องจากปริมาตรอากาศชื้นเท่ากับปริมาตรอากาศแห้งและเท่ากับปริมาตรไอน้ำจาก นิยามของอัตราส่วนความชื้นจะได้ว่า

$$\begin{aligned} W &= m_w / m_a = PV/85.6T(53.3T / (P_b - P)V) \\ W &= 0.622 P / P_b - P \quad (\text{lb}_w / \text{lb}_a) \quad (2.4) \end{aligned}$$

5) ความชื้นสัมบูรณ์ (lb_w/ft^3) คือน้ำหนักไอน้ำต่อปริมาตรอากาศชื้น 1 ลูกบาศก์ฟุต (ft^3)

6) ปริมาตรจำเพาะ (v ; ft^3/lb_a) คือปริมาตรอากาศชื้นต่อหน่วยน้ำหนักอากาศ

$$\rho = 1/v \quad (\text{lb}_a/\text{ft}^3) \quad (2.5)$$

เมื่อ

$$\rho = \text{ความหนาแน่น}$$

7) เอนทาลปี (h ; Btu/lb) คือระดับความร้อน (heat content) ของอากาศชื้นต่อหน่วยน้ำหนัก อากาศแห้งเหนือระดับอุณหภูมิอ้างอิงโดยทั่วไปเขียนได้ว่า

$$\Delta h = c_p \Delta t$$

หรือ

$$h_2 - h_1 = c_p (t_2 - t_1)$$

เมื่อ

h_1 = ระดับความร้อน (heat content) ของอากาศชื้นต่อหน่วยน้ำหนัก อากาศแห้งเหนือระดับอุณหภูมิอ้างอิง 1

h_2 = ระดับความร้อน(heat content) ของอากาศขึ้นต่อหน่วยน้ำหนัก
อากาศแห้งเมื่อระดับอุณหภูมิอ้างอิง 2

แต่เนื่องจากมักเลือกให้เอนทาลปีของอากาศแห้งมีค่าเท่ากับศูนย์ที่อุณหภูมิ 0°F ดังนั้น
เอนทาลปีของอากาศแห้งสามารถหาได้จาก

$$h_s = c_p t \quad (\text{Btu} / \text{lb}_s)$$

$$h = c_p t + w h_v \quad \text{Btu} / \text{lb}_s \quad (2.6)$$

เมื่อ

W = ความชื้นจำเพาะ, $\text{lb}_w / \text{lb}_s$

h_v = เอนทาลปีของไอน้ำ, Btu / lb_w ซึ่งขึ้นกับช่วงกับช่วงอุณหภูมิ

$$= 1060.50 + 0.45t \quad \text{สำหรับ } 70^\circ\text{F} < t < 150^\circ\text{F}$$

$$= 1061.70 + 0.439t \quad \text{สำหรับ } t < 70^\circ\text{F}$$

8) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (t ; °F) คืออุณหภูมิอากาศที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา

9) อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (t_{dew} ; °F) คืออุณหภูมิในไอน้ำกลั่นตัวเมื่อทำให้อากาศเย็นลงที่อัตราส่วน
และความชื้นจำเพาะและความดันคงที่ ดังนั้นไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างคือไอน้ำอิ่มตัวและ
ความดันเฉพาะส่วนของมันจะเท่ากับความดันอิ่มตัวที่สมนัยกับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

10) อุณหภูมิกระเปาะเปียก (t_w ; °F) คืออุณหภูมิอากาศที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะ
ถูกหุ้มไว้ด้วยผ้าสำลีเปียกเรียกอุณหภูมิกระเปาะเปียกไซโครเมตริกและอุณหภูมิกระเปาะเปียกเทอร์
โมไดนามิกส์ คือ อุณหภูมิที่ระเหยเข้าไปในอากาศ และทำให้อากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน

11) อุณหภูมิกระเปาะเปียกไซโครเมตริก คืออุณหภูมิอากาศที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ซึ่ง
กระเปาะถูกหุ้มไว้ที่ผ้าสำลีเปียก ปกติจะเรียกอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกไซโครเมตริกนี้
ว่าไซโครเตอร์

12) อุณหภูมิกระเปาะเปียกเทอร์โมไดนามิกส์ หรือเรียกสั้น ๆ ว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก คือ
อุณหภูมิที่น้ำระเหยเข้าไปในอากาศและทำให้อากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน

2.5 ประสิทธิภาพการทำความเย็น

จากข้อมูลตรวจวัดเพื่อคำนวณค่าสมรรถนะและการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ (kW/Ton) มีส่วนประกอบดังนี้

1) อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง (m') ประกอบด้วย ค่าอัตราการไหลของอากาศ (Q') เท่ากับขนาดพื้นที่หน้าตัดช่องจ่ายลม (Sq.ft) คูณ ด้วยความเร็วลม (ft/s) / ค่าปริมาตรจำเพาะ (v) โดยนำอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่วัดได้จากลมจ่ายเพื่อหาค่าจาก Psychometric Chart

$$m' = (Q' \times 60) / v \quad (2.7)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} m' &= \text{อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง} && (\text{cfm}) \\ Q' &= \text{อัตราการไหลของอากาศ} && (\text{lb/hr}) \\ v &= \text{ปริมาตรจำเพาะของอากาศ} && (\text{ft}^3/\text{min}) \end{aligned}$$

2) อัตราการทำความเย็น (RC) เป็นค่าการทำความเย็นของระบบปรับอากาศประกอบด้วย ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง (m') x ค่าอุณหภูมิแตกต่างเอนทาลปี

$$RC = m' \times (h_1 - h_2) \quad (2.8)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} m' &= \text{อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง} && (\text{cfm}) \\ h_1 &= \text{เอนทาลปีของอากาศที่เข้าคอยล์เย็น} && (\text{Btu/lb}_a) \\ h_2 &= \text{เอนทาลปีของอากาศที่ออกจากคอยล์เย็น} && (\text{Btu/lb}_a) \end{aligned}$$

3) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Pi) การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศสามารถหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าดังนี้

Single - phase AC

$$P_i = E \cdot I \cdot \text{Cos } \theta \quad (2.9)$$

Three - phase AC

$$P_i = \sqrt{3} \cdot E \cdot I \cdot \text{Cos } \theta \quad (2.10)$$

เมื่อ

E = แรงดันไฟฟ้า (V)

I = กระแสไฟฟ้า (A)

Cos ϕ = ค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์

4) การใช้พลังงานต่อความสามารถในการทำความเย็น(RE) หมายถึงค่า สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ โดยค่าพลังงานไฟฟ้า (kW) / ความสามารถในการทำความเย็น(Ton) โดยอ้างอิงค่ามาตรฐานกรมส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน

$$RE = P_i / RC \quad (2.11)$$

เมื่อ

RE = การใช้พลังงานต่อความสามารถในการทำความเย็น (kW/Ton)

P_i = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)

RC = ความสามารถในการทำความเย็น (Ton)

5) สัมประสิทธิ์สมรรถนะ(Coefficient of Performance; COP) หมายถึงความสามารถ ในการทำความเย็น (kW_e) / กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (kW)

$$COP = Q_c / Q_w \quad (2.12)$$

เมื่อ

Q_c = ความสามารถในการทำความเย็น (kW_e)Q_w = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (kW)

โดยที่ กำลังไฟฟ้ามักมีค่า 1 W = 3.412 Btu/hr

6) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ(EER) หมายถึงความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) / กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (W)

$$EER = RC / P_i \quad (2.13)$$

เมื่อ

EER = อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

RC = ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr)

P_i = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (W)

$$\text{หรือ} \quad EER = 3.412 \text{ COP} \quad (2.14)$$

2.6 พระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน

จากพระราชบัญญัติส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2538 เรื่องมาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร โดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ออกมาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร สำหรับอาคารใหม่เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำและชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ การคำนวณค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นที่ติดตั้งในอาคารตาม ตารางที่ 2.4 เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package unit) และเครื่องทำความเย็นแบบติดหน้าต่างหรือแบบแยกส่วน (Split type) สามารถดำเนินการได้ดังนี้

$$RE = P_i / RC \quad (2.15)$$

เมื่อ

RE = ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (kW/Ton)

P_i = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำความเย็นทั้งระบบ (kW)

RC = ความสามารถในการทำความเย็น (Ton)

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานการปรับอากาศในอาคารของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	kW/Ton	
	อาคารใหม่	อาคารเก่า
ก. ส่วนทำน้ำเย็นชนิดหอยโข่ง (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

2.7 อัตราค่าไฟฟ้า กิจการขนาดกลาง

กิจการขนาดกลางเป็นลักษณะการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์กรระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 ถึง 999 kW และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องเดียว ใช้อัตราค่าไฟฟ้าอัตราปกติ ระดับแรงดันที่ใช้ 12-33 kV มีอัตราค่าไฟฟ้างวดตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 อัตราค่าไฟฟ้าของระดับแรงดันต่างๆ

ระดับแรงดันที่ใช้ (kV)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/ kW)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)
69	175.70	1.6660
12-33	196.26	1.7034
<12	221.50	1.7314

1) ความต้องการพลังไฟฟ้า ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของ kW ถ้าไม่ถึง 0.5 kW ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kW ขึ้นไปคิดเป็น 1 kW

2) ค่าไฟฟ้าค่าสุด ค่าไฟฟ้าค่าสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า(Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

3) ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการไฟฟ้ารีแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kvar เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kW แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรา kvar ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของ kvar ถ้าไม่ถึง 0.5 kvar ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kvar ขึ้นไปคิดเป็น 1 kvar

2.8 การจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศ

การจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคาร ทีโอที มีการดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ประจำอาคารแต่ยังคงขาดการวางแผนการใช้พลังงานอย่างถูกต้องและปฏิบัติอย่างเคร่งครัด โดยวัชร มังวาทิกุล (2548) ได้ศึกษาการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานซึ่งเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งของอาคารจะต้องเลือกใช้เทคนิคและกระบวนการที่ถูกต้องและเหมาะสมกับระบบนั้นๆ การประหยัดพลังงานหมายถึงการลดค่าใช้จ่ายพลังงานมากกว่าที่จะลดระดับการใช้พลังงาน จากการลดค่าใช้จ่ายพลังงาน บางครั้งอาจจะไม่ได้ลดปริมาณการใช้พลังงาน เช่น การปรับเปลี่ยนเวลาปฏิบัติงานเพื่อหลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าแพงหรือ การเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงที่มีราคาถูก แต่การใช้พลังงานยังเท่าเดิมทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานถูกลงและต้องไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์และรักษาความสบายให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

เทคนิคการการประหยัดพลังงาน คือ การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรประสิทธิภาพสูง มีระบบที่ดีในการควบคุมและมีวิธีการที่ช่วยในการประหยัดพลังงานหรือการใช้อุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพและการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน

1) ขั้นตอนการประหยัดพลังงาน ขบวนการหรือขั้นตอนการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคาร ทีโอที มีหลักดำเนินการที่สำคัญดังนี้

1.1) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน เป็นจุดเริ่มต้นของการประหยัดพลังงาน

1.2) การตรวจสอบการใช้พลังงาน คือ การตรวจสอบลักษณะการใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ ใช้เป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงาน

1.3) การวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงาน เพื่อเป็นทางเลือกในการนำเทคนิคที่เหมาะสมมาใช้งาน

1.4) วิเคราะห์การเงิน เพื่อประเมินว่าเทคนิคหรือวิธีการประหยัดพลังงานคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่

1.5) กำหนดเป้าหมาย แผน และการลงทุนนำเทคนิคการประหยัดพลังงานมากำหนดเป้าหมาย และนำเป้าหมายมาจัดทำแผนและเลือกการลงทุนที่เหมาะสมกับหน่วยงานแล้วจึงมีการดำเนินการประหยัดพลังงาน

1.6) ติดตามประเมินผล เมื่อมีการดำเนินการประหยัดพลังงานแล้วต้องมีการติดตามเพื่อการประเมินผลว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่และยังใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขหรือปรับปรุงการประหยัดพลังงานให้ดียิ่งขึ้น

2) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานในระบบปรับอากาศมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำเนินการประหยัดพลังงานเริ่มแรกจะต้องทราบค่าสมรรถนะการทำความเย็น ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน และมีความเข้าใจกับอัตราค่าไฟฟ้า การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานจะช่วยให้เราเข้าใจภาพรวมของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเป็นข้อมูลสำคัญอันดับแรกที่เราจะต้องทำความเข้าใจ โบนัสค่าไฟฟ้าจะทำให้เราทราบว่าต้องเสียค่าไฟฟ้าเดือนละเท่าไรมีค่าใช้จ่ายอะไรบ้าง

3) ความหมายของค่าทางไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้าจะมีค่าทางไฟฟ้าที่สำคัญดังนี้

3.1) พลังไฟฟ้า คือ ความต้องการไฟฟ้าจริงที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใช้ในเวลานึง ๆ มีหน่วยเป็น วัตต์(W) หรือ กิโลวัตต์(kW)

3.2) พลังไฟฟ้าปรากฏ คือ พลังไฟฟ้ารวมทั้งระบบไฟฟ้าจ่ายให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โวลท์แอมป์ (VA) หรือ กิโลโวลท์แอมป์ (kVA)

3.3) พลังไฟฟ้าเสมือน คือ พลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรชนิดเหนี่ยวนำ(Inductive Load) ไม่ได้ใช้ในการให้กำลังงานแต่ใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นวาร์(var) หรือ กิโลวาร์ (kvar)

$$P_n = P_i \times h \quad (2.16)$$

เมื่อ

$$P_n = \text{พลังงานไฟฟ้าเสมือน} \quad (\text{kWh})$$

$$P_i = \text{พลังไฟฟ้า} \quad (\text{kW})$$

$$h = \text{จำนวนชั่วโมงใช้งาน} \quad (\text{ชั่วโมง})$$

3.4) ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์หรือตัวประกอบกำลัง(Power Factor PF) หมายถึง อัตราส่วนของพลังไฟฟ้าจริงกับพลังไฟฟ้าปรากฏ มีค่าจาก 0 ถึง 1 ดังรายละเอียด

$$PF = \frac{P_w}{P_p} \quad (2.17)$$

เมื่อ

$$PF = \text{ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์} \quad (\text{kvar})$$

$$P_w = \text{พลังไฟฟ้าจริง} \quad (\text{kVA})$$

$$P_p = \text{พลังไฟฟ้าปรากฏ} \quad (\text{kW})$$

เมื่ออุปกรณ์หรือเครื่องจักรต้องการ kvar มากขึ้น แต่ kW คงที่ดังนั้นจึงต้องการ kVA มากขึ้นจะทำให้ PF ลดลง

4) องค์ประกอบหลักๆของค่าไฟฟ้า

4.1) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) คือ ค่าธรรมเนียมที่คิดจากปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือน อัตราค่าพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น บาท/kWh โดยกำหนดจากต้นทุนในการจัดหาและผลิตไฟฟ้า ระดับแรงดันของระบบไฟฟ้าที่ใช้และตามช่วงเวลาของการใช้งาน

4.2) ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด(Demand Charge) คือ ค่าธรรมเนียมที่คิดจากความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดของเดือนนั้น มีหน่วยเป็น บาท/kW กำหนดโดยต้นทุนที่ใช้ในการสร้างโรงไฟฟ้าระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้าแก่ผู้ใช้ไฟ ระดับแรงดันไฟฟ้าและตามช่วงเวลาการใช้งานของวัน

4.3) ค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์(Power Factor Charge) คือ ในกรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้ามีอุปกรณ์หรือเครื่องจักรชนิดเหนี่ยวนำมากซึ่งต้องการพลังไฟฟ้าเสมือน (kvar) มาก ดังนั้นถ้าผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้าเสมือนเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดเกินกว่าร้อยละ 61.97 ของพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้ว จะต้องเสียค่าปรับในส่วนที่เกินหรือหากมีการบันทึกค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าไว้ ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ต่ำกว่า 0.85 จะเสียค่าปรับ อัตราค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ถูกกำหนดโดยต้นทุนในการติดตั้งตัวเก็บประจุที่สถานีส่งจ่ายไฟฟ้าและต้นทุนในการผลิตพลังไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า

5) ค่าธรรมเนียมการใช้พลังงาน

ค่าธรรมเนียมการใช้พลังงาน(Energy Use Index) คือ อัตราส่วนของพลังงานที่ใช้กับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน มีประโยชน์ดังนี้

5.1) ใช้เปรียบเทียบการใช้พลังงานในอดีตกับปัจจุบันของอาคาร

5.2) ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเบื้องต้นของอาคารประเภทเดียวกัน และมีกิจกรรมการใช้พลังงานเหมือนกัน

5.3) ใช้ประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานเบื้องต้นของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ติดตั้งเพื่อใช้ในการประหยัดพลังงาน

5.4) ใช้เปรียบเทียบศักยภาพการประหยัดพลังงานเบื้องต้นของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรจากผู้ผลิตหลายๆรายเพื่อให้ผู้ซื้อนำไปประกอบการตัดสินใจ

ค่าธรรมเนียมการใช้พลังงานสำหรับอาคารมักจะแสดงถึงพลังงานที่ใช้กับขนาดของอาคารหรือจำนวนผู้อยู่อาศัย สามารถหาได้จาก

$$EI = E_i / A_c$$

เมื่อ

EI = दरररणीการใ้พลังงาน

E_i = พลังงานที่ใ้ในห้องปรับอากาศ

A_c = พื้ที่ปรับอากาศ

หรือ

พลังงานที่ใ้(กิโวลต์ชั่วโมง,เมกะจูลหรือบาท/เดือน) / พื้ที่ปรับอากาศ(ตารางเมตร) หรือ
พลังงานที่ใ้(กิโวลต์ชั่วโมง,เมกะจูลหรือบาท/เดือน) / จำนวนผู้อาศัย(คน) หรือ
ร้อยละของห้องที่จําหน่ายค้เดือนของโรงแรม(%)

6) ค้ัวประกอบโหลด (Load Factor)

ค้ัวประกอบโหลด ค้ือ อัตราส่วนของพลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับพลังไฟฟ้าสูงสุด ใ้แสดง สัคยภาพในการปรับปรุ่การใช้ไฟฟ้าโดยการย้ายโหลดในช่วง Peak ไปช่วง Off-Peak ถ้้า ค้ัวประกอบโหลดต่ำแสดงว่ามีความค้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสูงกว่าพลังไฟฟ้าเฉลี่ยจึงมี สัคยภาพ ในการย้ายโหลดมาก ค้ัวประกอบโหลดมีค่าเท่ากับพลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1 เดือน(kW)/พลังไฟฟ้าสูงสุด ใน 1 เดือน (kW) จากใบแจ้งค่าใ้ไฟฟ้ารเราจะไม่ทราบค่าพลังไฟฟ้าเฉลี่ยเราจึงหาค้้าได้ค้ังนี้

$$LF = P_{peak} \times d \times h \quad (2.18)$$

เมื่อ

LF = Load Factor

P_{peak} = ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด

d = จำนวนวันใน 1 เดือน

h = 24 ชั่วโมง

ในอุคคมีค้้าค้ัวประกอบโหลดมีค่าเท่ากับ 1 หมายถึง ความค้องการพลังไฟฟ้าทงที่ ตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนค่าค้ัวประกอบโหลดต่ำ ๆ หมายถึง มีความค้องการใ้ไฟฟ้าสูงบางช่วงเวลา แต่การใ้งานของอาคารไม่ตลอด 24 ชั่วโมง ค่าค้ัวประกอบโหลดอาจต่ำกว่า 1 มาก การวิเคราะห์ ประสิทธิภาพในการใ้โดยใ้ค้ัวประกอบโหลดเราจะต้องค้้าเน้ถึงเวลาการใ้งานของอาคารด้วย

7) ข้ันค้อนการวิเคราะห์ค้้าใ้จ่ายพลังงาน ในการวิเคราะห์ค้้าใ้จ่ายพลังงานในอาคาร สามารถหาได้จากค่าค้ัวแปรต่างค้ังนี้

7.1) รวบรวมข้อมูลการใ้พลังงานและค้้าใ้จ่ายพลังงานจากใบแจ้งค่าพลังงานรายเดือน เป็นเวลา 1 ปี รวมทั้งผลผลิตหรือปีจจ้ยแวกค้้อมที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน

- 7.2) ตรวจสอบอัตราค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้า
- 7.3) จัดทำตารางวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานและนำข้อมูลมาลง
- 7.4) หาผลรวมและค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงาน
- 7.5) คำนวณดัชนีการใช้พลังงานและตัวประกอบโหลด
- 7.6) สร้างกราฟแสดงการใช้พลังงานตามเหมาะสม
- 7.7) วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน
- 7.8) บันทึกผลการวิเคราะห์รวมถึงข้อมูลการใช้พลังงานต่างๆ

2.9 องค์ประกอบสำคัญของ การตรวจสอบการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

ความต้องการของการตรวจสอบ เช่น ข้อมูลระบบปรับอากาศ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือวัดที่ใช้ จำนวนบุคลากร และที่สำคัญยิ่งการวางแผนก่อนดำเนินการ การจัดการลำดับขั้นตอนการทำงาน ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของ อาคาร ข้อมูลที่หาได้เพื่อจะได้เตรียมการถูกต้องก่อนที่เข้าดำเนินการ กระบวนการและส่วนประกอบต่างๆของระบบปรับอากาศ การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้น การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียด รายงานการตรวจสอบการใช้พลังงาน เครื่องมือตรวจสอบการใช้พลังงานที่สำคัญที่ต้อง

วัตถุประสงค์ของงานตรวจสอบการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศเพื่อศึกษาและเป็นแนวทางปฏิบัติงานตรวจสอบการใช้พลังงานและสามารถที่จะวางแผนและดำเนินการตรวจสอบการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบและต้องตอบคำถามเบื้องต้นของงานตรวจสอบ เช่น ประโยชน์ที่จะได้รับต่ออาคารเพื่อจัดทำรายงานและชี้แจงเจ้าของอาคาร ประโยชน์ที่จะได้รับปัจจุบันและอนาคต ลักษณะของอาคารกิจกรรมดำเนินการจำนวน วัสดุ อุปกรณ์ คน ข้อมูล ก่อนตรวจสอบการใช้พลังงาน ชนิดของข้อมูลที่จะต้องใช้ควรเตรียม ตารางบันทึกค่า แบบอาคาร ทำเล ทิศ และการเดินสำรวจสถานที่ต่างๆ ของอาคารหรือโรงงาน สัรวจอะไร ที่ได้ ผลที่ได้รับ และผลโดยละเอียด และประเมินผลการตรวจสอบการใช้พลังงาน โดยละเอียดเพื่อพิจารณาความแตกต่างจากการตรวจสอบการใช้พลังงานก่อนดำเนินการและหลังดำเนินการดูค่าพลังงานประหยัดที่ได้รับและนำเทคนิคการจัดการงานด้านวิศวกรรมมาใช้จัดการงานระบบการจัดทำรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานเพื่อที่จะใช้ในงานตรวจสอบการใช้พลังงานและจะได้วางแผนดำเนินการต่อไป ชนิดของเครื่องมือตรวจสอบการใช้พลังงานหลักและการนำไปใช้งาน

1) ขั้นตอนการตรวจสอบการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

ปัจจัยที่มีความสำคัญมาก คือ การการเก็บข้อมูล เป็นหัวใจหลักในงานตรวจสอบการใช้พลังงาน ค่าผลลัพธ์ที่ได้ จะต้องนำมาวิเคราะห์และประมวลผลจะได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำ เป็นผลมา

จากงานข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ถูกต้องตามหลักวิชาการ และศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น ระบบไฟฟ้า เครื่องกล พลังงาน การใช้พลังงานสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกอาคาร และการบริหารงานที่จะมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานของอาคาร

การตรวจสอบการใช้พลังงานเป็นกระบวนการที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทั้งนี้ เนื่องจากข้อมูลต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น อัตราค่าพลังงานสูงขึ้น มีการปรับเปลี่ยนแปลงเวลาในการปฏิบัติงาน กระบวนการผลิต ประสิทธิภาพการใช้งาน ของอุปกรณ์และเครื่องปรับอากาศเปลี่ยนแปลงตามสภาพการใช้งานและตามอายุการใช้งาน นอกจากนี้เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีมาตรการการประหยัดพลังงานใหม่ ๆ ให้เห็นอยู่เสมอ ส่วนมาตรการการประหยัดพลังงานเดิมที่ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในการประเมินที่ผ่านมา จะถูกนำมาพิจารณาใหม่อีกครั้ง

กระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงานที่เป็นระบบ จะช่วยให้ผู้ตรวจสอบการใช้พลังงานสามารถเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ และช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ กระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงานประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ เตรียมการตรวจสอบ ตรวจสอบและผลลัพธ์

2) การเตรียมตรวจสอบ เป็นการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับระบบปรับอากาศ ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานเป็นการช่วยให้ผู้ตรวจสอบการใช้พลังงานสามารถบริหารเวลาในขั้นตอนของการตรวจสอบภาคสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมเวลาการทำงานของพนักงานในอาคารให้น้อยที่สุด

3) การตรวจสอบ การตรวจสอบการใช้พลังงานแบ่งออกเป็น การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้น และการสอบการใช้พลังงาน โดยละเอียด การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้นเป็นการสำรวจและตรวจสอบสภาพการใช้งานระดับเบื้องต้นของระบบปรับอากาศ และอาจจะใช้เครื่องมือตรวจสอบทำการตรวจวัดคร่าว ๆ เพื่อชี้ให้เห็นสภาพการใช้พลังงานและศักยภาพเบื้องต้นในการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ

การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียด เป็นการตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงาน เพื่อสามารถนำข้อมูลไปประเมินมาตรการการประหยัดพลังงานที่มีความซับซ้อนและมีการลงทุนที่ค่อนข้างสูง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมาตรการติดตั้งหรือเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ การปรับปรุงกระบวนการจัดการด้านพลังงาน การปรับปรุงกรอบอาคาร การตรวจสอบโดยละเอียดมักจำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบทำการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์และจำลองการใช้พลังงาน (Simulation) เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ

4) ผลลัพธ์ ผลจากการตรวจสอบจะเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อใช้วิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานและจัดทำรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

5) การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือการเตรียมตัวตรวจสอบ เป็นการเตรียมข้อมูลการใช้พลังงานของอุปกรณ์ พร้อมทั้งเตรียมแผนผังและแบบติดตั้ง การติดต่อประสานงานกับผู้เกี่ยวข้องพร้อมทั้งเตรียมเครื่องมือตรวจสอบและแบบบันทึกการตรวจสอบ การตรวจสอบ เช่น การเดินสำรวจ การตรวจวัดรายละเอียดเบื้องต้น และผลลัพธ์เพื่อเข้าใจสภาพการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศเข้าใจกระบวนการทำงานและรายละเอียดอุปกรณ์สามารถกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานเบื้องต้นสามารถกำหนดแผนขอบเขต และสามารถลำดับขั้นตอนวางแผนงานตรวจสอบโดยละเอียด ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้น

เตรียมตัวตรวจสอบ	ตรวจสอบ	ผลลัพธ์
<ul style="list-style-type: none"> - เตรียมข้อมูลการใช้พลังงานของอุปกรณ์และเครื่องปรับอากาศ พร้อมทั้งเตรียมแผนผังและแบบติดตั้งของระบบปรับอากาศ - ติดต่อประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง - เตรียมเครื่องมือตรวจสอบและแบบบันทึกการตรวจสอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - เดินสำรวจ - ตรวจวัดรายละเอียดเบื้องต้น 	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจสภาพการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศเข้าใจกระบวนการทำงานและรายละเอียดอุปกรณ์ - สามารถกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานเบื้องต้นสามารถกำหนดแผนขอบเขต งานตรวจสอบโดยละเอียด

การเตรียมตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศมีรายละเอียดและขั้นตอนสำคัญดังนี้

5.1) เตรียมข้อมูลการใช้พลังงานและศึกษาผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานของระบบปรับอากาศ ถ้ายังไม่เคยมีการรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน หรือวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานมาก่อน ก็ต้องดำเนินการจัดทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเก่าที่มีหรือเก็บรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์ ของระบบปรับอากาศ ทั้งหมด ของอาคาร

5.2) เตรียมรายละเอียดของระบบปรับอากาศ เพื่อให้การประเมินมาตรการประหยัดพลังงานมีความสะดวก รวดเร็ว รายละเอียด ดังกล่าวควรประกอบด้วย ชนิด กำลังงาน เวลาใช้งาน

5.3) เตรียมแบบ (As Built Drawings) ของระบบไฟฟ้า และระบบปรับอากาศทั้งหมด ที่ดำเนินการ

5.4) เตรียมแผนผังอาคาร เพื่อใช้บันทึกข้อมูลในระหว่างขั้นตอนการตรวจสอบและควรถ่ายเอกสารเตรียมไว้หลายๆ ชุด เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลแยกตามสถานที่ใช้งาน

5.5) ประชุมกับพนักงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจลักษณะการใช้พลังงานที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ เช่น วิธีบำรุงรักษา แผนงานในอนาคตที่อาจจะมีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน กิจกรรมความสามารถ ทักษะคึกของบุคลากร ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการประหยัดพลังงานที่ผ่านมา

5.6) เตรียมเครื่องมือตรวจสอบการใช้พลังงานและแบบบันทึก

6) การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้นในระบบปรับอากาศ

การเดินสำรวจสถานที่ต่างๆ และสำรวจสภาพการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องปรับอากาศ หรือเรียกว่า Walk-through Audit การเดินสำรวจมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากผลสำรวจจะเป็นตัวกำหนดทิศทางในการดำเนินการตรวจสอบในขั้นต่อไป การเดินสำรวจปกติ จะใช้เวลา 1 วัน โดยแบ่งเป็นการเดินสำรวจในช่วงเวลาทำงาน เพื่อสำรวจสภาพการใช้งานขณะทำงานว่ามีการใช้งานเต็มพิกัดหรือไม่ และในช่วงหลังเลิกงาน เพื่อสำรวจสภาพการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องจักรว่ามีการใช้งานที่ก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์หรือไม่ ในกรณีที่ผู้ตรวจสอบการใช้พลังงานไม่ได้เป็นเจ้าของอาคารหรือโรงงาน ผู้ตรวจสอบควรนัดหมายวันที่จะเข้าไปดำเนินการตรวจสอบ โดยวันตรวจสอบควรเป็นวันที่ระบบต่างๆ มีการใช้งาน และควรมีเจ้าหน้าที่ของอาคาร อยู่ด้วยในระหว่างการสำรวจและตรวจสอบ เพื่อจะได้สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมจากสถานที่ใช้งานจริง โดยปกติจะใช้เวลาในการดำเนินการ 1 ถึง 2 วัน

7) สถานที่เข้าสำรวจในงานระบบปรับอากาศ

7.1) ระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย ห้องควบคุมระบบไฟฟ้า แผงจ่ายไฟย่อย เซฟตี้สวิทช์

7.2) บริเวณที่ตั้งของอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ เทอร์โมสแตท ห้องเครื่องส่งลมเย็น

7.3) Fan coil Unit และ บริเวณการปรับอากาศ

7.4) Condensing Unit และบริเวณภายนอกอาคาร

รายละเอียดสิ่งที่สำรวจ

ในระบบไฟฟ้ามีรายละเอียดสำคัญที่ดำเนินการประกอบด้วย

- สำรวจสภาพมิเตอร์วัดค่าทางไฟฟ้า จดบันทึกค่าทางไฟฟ้าต่างๆ จากมิเตอร์และแบบบันทึกประจำวัน (Daily Log Sheet) และตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า

ในระบบปรับอากาศมีรายละเอียดสำคัญที่ดำเนินการประกอบด้วย

- สำรวจสภาพมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ความดัน และบันทึกข้อมูลที่อ่านได้จากมิเตอร์ หรือจากระบบควบคุม รวมทั้งบันทึกข้อมูลจากแผ่นป้ายชื่อ และสอบถามเวลาการใช้งาน พร้อมทั้งตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าและอุณหภูมิ

- สำรวจสภาพ เครื่องปรับอากาศ สภาพฉนวนท่อน้ำเย็น ฉนวนหุ้มท่อลม การอุดตันของสิ่งสกปรกที่แผงกรองอากาศ

- สำรวจชนิดและการปรับตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสแตท การทำงานของอุปกรณ์ควบคุม

- สำรวจสภาพแวลวลิ้นในบริเวณที่มีการปรับอากาศ สำรวจคุณภาพอากาศเบื้องต้น โดยสังเกตการควบแน่นของน้ำบริเวณช่องจ่ายลม การควบแน่นของน้ำบริเวณผนังภายในอาคาร คอยล์เย็นสกปรกหรือไม่มีกลิ่นอับชื้นภายในบริเวณปรับอากาศ และวิธีการระบายอากาศ

- สำรวจรูปร่างกรอบอาคาร หน้าต่าง กระจก ประตู การรั่วไหลของอากาศ

- สำรวจประตูทาง เข้า-ออก บริเวณอาคารหรือโรงงานที่มีการปรับอากาศ (ประตูชั้นเดียว หรือสองชั้น เปิด-ปิดอัตโนมัติ)

- สำรวจสภาพแวลวลิ้นภายนอก ความสกปรกของหน้าต่าง ช่องลม การรั่วซึมของอากาศภายนอก

- ควรตรวจสอบข้อมูลจากสถานที่จริงกับข้อมูลจากแบบ (Drawings) เนื่องจากชนิดของอุปกรณ์จำนวนและการใช้งานอาจมีการแก้ไขในระหว่างใช้งานแต่ไม่ได้แก้ไขข้อมูลในแบบ (Drawings) ตามด้วย

- ควรทำการถ่ายรูปสถานที่และระบบต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับเตือนความจำในสิ่งที่พบเห็นใช้เป็นข้อมูลในการปรึกษากับทีมงานและใช้ประกอบการจัดทำรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงาน

8) ผลที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้น

8.1) เข้าใจสภาพการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศและเข้าใจกระบวนการปรับอากาศ และสามารถประมาณปริมาณการใช้พลังงานของระบบ โดยคำนวณจากผลที่ได้จากการตรวจวัดและเวลาการใช้งานที่ได้จากการสอบถามในขั้นตอนการเดินสำรวจ

8.2) การสำรวจสถานที่ใช้งานจริงจะทำให้เสนอมาตรการประหยัดพลังงานที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

8.3) รายละเอียดอุปกรณ์และการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

เพื่อประเมินพลังงานที่คาดว่าจะประหยัดได้จากมาตรการประหยัดพลังงานที่สามารถดำเนินการได้ทันที ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบโดยละเอียด โดยปกติแล้วจะเป็นมาตรการปรับปรุงการใช้งานที่ไม่ต้องลงทุน หรือลงทุนไม่มาก เช่น การปิดอุณหภูมิเมื่อเลิกใช้งาน การปรับตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสแตทให้เหมาะสมการทำความสะอาดแผงกรองอากาศของเครื่องปรับอากาศเครื่องตั้งลมเย็น เครื่องปรับอากาศช่องแฉมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ชำรุดสึกหรอ เป็นต้น นอกจากนี้ ผลประหยัดของมาตรการประหยัดพลังงานเหล่านี้จะเห็นผลได้เร็ว จึงสามารถใช้เป็นแรงจูงใจในการศึกษามาตรการอื่นๆ ที่ต้องใช้งบลงทุนมากขึ้นต่อไปอีก

เพื่อประเมินผลพลังงานที่คาดว่าจะประหยัดได้และการลงทุนในระดับเบื้องต้นของมาตรการประหยัดพลังงานที่ซับซ้อนและต้องมีการลงทุนมาก โดยปกติจะใช้ข้อมูลด้านเทคนิคและการลงทุนจากผู้ผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

8.4) ใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแผน ขอบเขตงานและประเมินค่าใช้จ่าย สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียด

9) การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียด (Detailed Energy Audit)

จะมีส่วนประกอบที่สำคัญขั้นต้นแรกเป็นการเตรียมตรวจสอบ และขั้นต้นดำเนินการตรวจสอบ และ ผลลัพธ์ มีรายละเอียดดังนี้

- 9.1) ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อประกอบการ
- 9.2) ตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงาน
- 9.3) เครื่องมือตรวจสอบและแบบบันทึก
- 9.4) มาตรการประหยัดพลังงาน

การเตรียมตรวจวัดการใช้พลังงานโดยละเอียดการตรวจสอบการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศเบื้องต้นผลจากการสำรวจและตรวจวัดเป็นข้อมูลในการประเมินพลังงานที่คาดว่าจะประหยัดได้ต่อปี

การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียดจะใช้ข้อมูลจากการตรวจสอบเบื้องต้นเป็นหลัก และจะศึกษามาตรการประหยัดพลังงานเพิ่มเติมที่อาจจะถูกมองข้ามไปในการตรวจสอบเบื้องต้นอีกด้วย

การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียดการตรวจสอบโดยละเอียดมักต้องใช้เครื่องมือในการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องเวลาในการตรวจวัดและบันทึกก็ขึ้นอยู่กับลักษณะ

การใช้พลังงานของอุปกรณ์และเครื่องจักรมีการผันแปรเล็กน้อยเพียงใด หากมีการผันแปรในช่วงแคบสามารถบันทึกข้อมูล 1 ตัปค่าที่ครอบคลุมวันธรรมดาและวันหยุด หรือหากมีการผันแปรของค่ามากมากก็อาจจะต้องบันทึกข้อมูลนานขึ้น จนกว่าจะได้ลักษณะการใช้งานพลังงานที่สามารถเป็นตัวแทนการใช้พลังงานทั้งปีซึ่งขึ้นอยู่กับดุลยพินิจและประสบการณ์ของผู้ตรวจสอบการใช้พลังงาน

10) การวิเคราะห์ค่าพลังงาน

เป็นภาพรวมการใช้พลังงาน สามารถวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานในแต่ละระบบ โดยการจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคาร ทีโอที เป็นการนำค่าที่วัดได้มาคำนวณเพื่อหาค่าสมรรถนะของระบบปรับอากาศ และวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงาน

ในการวิเคราะห์ค่าพลังงานที่วัดได้จะถูกต้องแม่นยำขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ วิธีการ และช่วงเวลาที่ต้องการ จะต้องมีความสัมพันธ์กันกับการใช้ประโยชน์ของอาคาร

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติพงศ์ เคมียประดิษฐ์(2540) ได้ศึกษาเรื่องการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ สำหรับการเลือกขนาดและจำนวนของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงานอาคาร โดยทั่วไปมักติดตั้งเครื่องปรับอากาศหลายชุดแต่ละชุดมีขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ เช่นห้องของผู้บริหารอาจใช้เครื่องขนาด 1 ตัน แต่ตัวสำนักงานอาจใช้ขนาดใหญ่หลายสิบตัน การเลือกเครื่องปรับอากาศนอกจากจะคำนึงถึงต้นทุนแล้วควรให้ความสนใจเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานของเครื่องแต่ละแบบหรือผลิตภัณฑ์ด้วยประสิทธิภาพของเครื่องดูได้จากค่า EER (Energy Efficiency Ratio) หน่วยเป็น (BTU-h/W) จะมีค่าสูง และการควบคุมการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศให้ถูกวิธีเพื่อประหยัดพลังงาน

บรรพต ประภาศิริ (2542) ศึกษาการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศโดยการใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิและการบำรุงรักษาเบื้องต้น เป็นการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศที่เป็นระบบแยกส่วนโดยใช้มาตรการดูแลรักษาเบื้องต้นและใช้ตัวควบคุมที่มีความละเอียดสูงมีวัตถุประสงค์หลักคือเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศที่มีการบำรุงรักษาและไม่มีการบำรุงรักษา เปรียบเทียบการประหยัดพลังงานโดยการใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิที่มีความละเอียดสูงกับตัวควบคุมแบบ Bimetal โดยใช้ในเครื่องปรับอากาศขนาด 12,500 Btu/h ติดตั้งใหม่ 2 เครื่องและเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งาน 3 ปี 4 ปี 5 ปี ขนาด 38,100 Btu/h , 10,860 Btu/h และ 33,400 Btu/h เป็นเครื่องทดสอบ พบว่าการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศสามารถประหยัดพลังงานปีละเท่ากับ 136.60 kWh หรือ 14.59 เปอร์เซ็นต์คิดค่าไฟฟ้าที่ประหยัดปีละ 336 บาท หลังจากการบำรุงรักษาสามารถประหยัดพลังงานได้ปีละ 462.40 kWh , 182.40 kWh และ

529.60 kWh หรือ 13.25 เปอร์เซ็นต์ 16.50 เปอร์เซ็นต์และ 16.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในส่วน การติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิที่มีความละเอียดสูงสามารถประหยัดพลังงานปีละ 750 kWh หรือ 26 เปอร์เซ็นต์ และคิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ปีละ 1,770 บาท

พงษ์ศักดิ์ น้อยเจริญ และคณะ (2548) ศึกษาเรื่องชุดควบคุมการทำงาน เครื่องปรับอากาศภายในบ้านเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิ ภายในและภายนอกห้องปรับอากาศและชุดควบคุมความชื้นภายในห้องปรับอากาศ เพื่อหา ประสิทธิภาพของชุดควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในบ้านเพื่อการประหยัดพลังงาน ไฟฟ้า และเปรียบเทียบความพึงพอใจ

ชาญณรงค์ อัครเทศานุกาญ.(2540) ศึกษาการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ แปรผันสำหรับอาคารสำนักงาน ศึกษาการลดภาระการทำงานของระบบส่งจ่ายลมเย็นเมื่อภาระการ ทำความเย็นเปลี่ยนไป และการเลือกใช้อุปกรณ์แปรเปลี่ยนปริมาณลมของพัดลมที่เหมาะสม

วัชร มิ่งวิหิตกุล (2548) ศึกษากระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงาน วิธีการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน วิธีการตรวจสอบการใช้พลังงาน เทคนิคและวิธีการประหยัด พลังงานในอาคารวิธีการวิเคราะห์การเงิน โครงการประหยัดพลังงาน วิธีการกำหนดเป้าหมาย แผน และวิธีการลงทุนที่เหมาะสม วิธีการติดตามและประเมินผล โครงการประหยัดพลังงานตาม มาตรฐานสากล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการศึกษา

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ข้อมูลเบื้องต้น

บริษัท ทีโอที จำกัด(มหาชน) หรือเดิม ชื่อองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งเป็นผู้นำด้านการสื่อสารของประเทศไทย ให้บริการด้านการสื่อสาร โทรศัพท์ ซึ่งมีอาคารสำนักงานและชุมสายโทรศัพท์อยู่ในทุกจังหวัด โดยในแต่ละอาคารก็จะมีกิจกรรมต่างๆ ซึ่งจะมีการใช้พลังงานต่างกันออกไป และจากนโยบายของทางรัฐบาลทำให้ทาง บริษัท ทีโอที จำกัด(มหาชน) มีความตั้งใจที่จะลดการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ที่มีใช้ในอาคารเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายและสนองนโยบายจากกระทรวงการภาครัฐในเรื่องการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร โดยการจัดการและวางแผนพลังงานของอาคาร ทีโอที และกรณีศึกษาการจัดการและวางแผนพลังงานในระบบปรับอากาศของฝ้ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 อาคารฝ้ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บมจ.ทีโอที

ชื่ออาคาร อาคารฝ่ายโทรศัพทภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ชื่อนิติบุคคล บริษัท ทีไอที จำกัด (มหาชน)
ที่ตั้งอาคาร เลขที่ 293/3 หมู่ที่ 13 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
ประเภทอาคาร สำนักงานและชุมสายโทรศัพท เปิดใช้งานปี พ.ศ.2512
เวลาทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน 250 วัน/ปี
พื้นที่อาคาร มีพื้นที่ใช้สอยรวม 8,255.08 ตารางเมตร
 มีพื้นที่ปรับอากาศ 4,576.63 ตารางเมตร
 พื้นที่ไม่ปรับอากาศ 3,678.45 ตารางเมตร

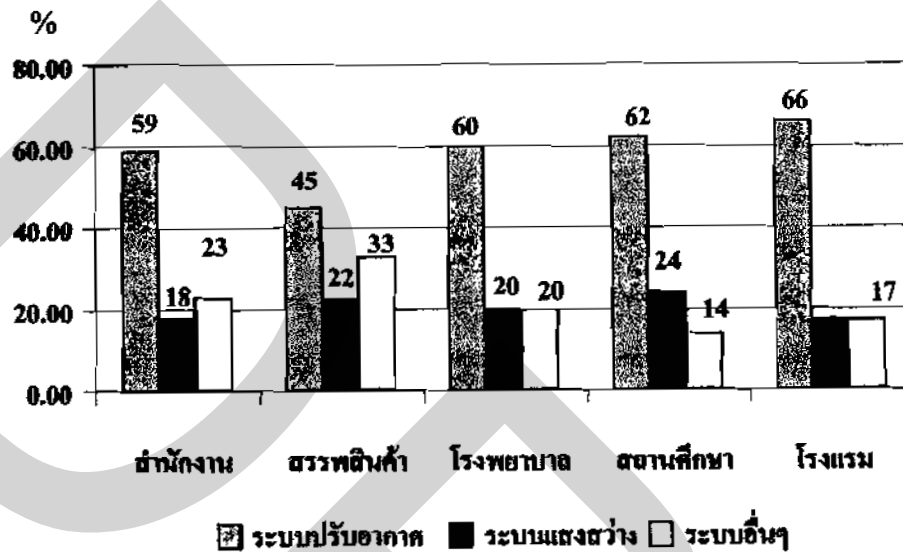


รูปที่ 3.2 อาคารภาคขายและบริการภูมิภาคที่ 2 ความสูง 6 ชั้น

ประกอบด้วย อาคารจำนวน 4 หลัง ดังนี้

- 1) อาคารภาคขายและบริการภูมิภาคที่ 2 ความสูง 6 ชั้น
- 2) อาคารชุมสายโทรศัพทขอนแก่น ความสูง 2 ชั้น
- 3) อาคารฝ่ายขายและบริการลูกค้าภูมิภาคที่ 2.2 ความสูง 3 ชั้น
- 4) อาคารศูนย์บริการลูกค้าสาขาศูนย์ราชการ ความสูง 2 ชั้น

จากสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคาร ในระบบปรับอากาศมีค่าการใช้พลังงานสูงสุด ระบบแสงสว่างและระบบอื่นๆ มีการใช้พลังงานรองลงมาดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานเฉลี่ยในแต่ละประเภทอาคาร

การสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานเพื่องานอนุรักษ์พลังงานจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการดำเนินการอย่างเร่งด่วนและมีแนวทางปฏิบัติอย่างถูกต้อง ควรมีการสำรวจการตรวจสอบ ค่าการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ ในส่วนของระบบปรับอากาศซึ่งเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานสูงสุดของอาคารที่จำเป็นและจะต้องมีการใช้งานตลอดไปของอาคาร มีหลักวิธีดำเนินการตรวจสอบเช่นระดับการใช้พลังงานก่อนดำเนินการ โดยเปรียบเทียบค่ามาตรฐานการใช้พลังงานตามมาตรฐานกรมส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน การสำรวจและตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ และสรุปเป้าหมายในการดำเนินวิธีการอนุรักษ์พลังงาน

ในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศของอาคาร พนักงานของ บมจ.ทีโอที ดำเนินการเป็นประจำแต่ยังขาดในด้านการวิเคราะห์เพื่อหามาตรการและแนวทางในการดำเนินงานประหยัดพลังงานอย่างยั่งยืน ในการคำนวณรายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศจะประกอบด้วย เป้าหมายเชิงปริมาณ หน่วย kWh/Year ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุงระดับการใช้พลังงานเป้าหมายหลังการปรับปรุง เงินลงทุน และระยะเวลาคืนทุน จากอายุการใช้งานที่ยาวนานของอาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคารแบ่งออกเป็นอายุการใช้งาน 2 ปี จำนวน 60 เครื่อง 9 ปี จำนวน 4 เครื่อง 12 ปี จำนวน

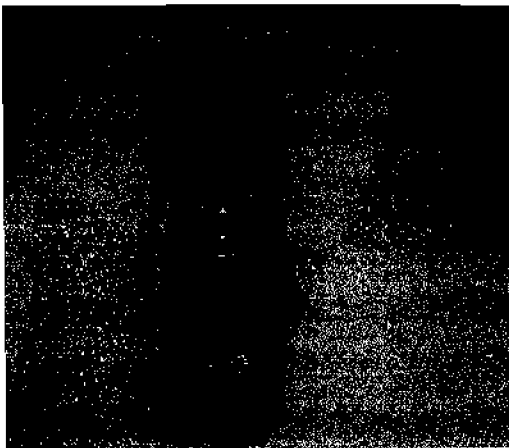
40 เครื่อง 13 ปี จำนวน 2 เครื่อง และ 14 ปี จำนวน 1 เครื่อง รวม 127 เครื่อง การตรวจสอบการใช้พลังงานจะทำให้ทราบประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศเพื่อการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงาน

การบำรุงรักษาที่ไม่ดีพอหรือด้วยการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ทำให้ต้องมีการตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการทำความเย็นเพื่อให้ได้ความคุ้มค่าที่ขบกับพลังงานที่สูญเสียไปและการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางด้านการอนุรักษ์พลังงานการบำรุงรักษาเบื้องต้นเป็นการทำให้ระบบปรับอากาศใช้งานตามปกติแต่ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่แท้จริงจะต้องดำเนินการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าเพื่อการคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศจะได้ค่าที่แท้จริงของการใช้พลังงานมีการดำเนินงานที่สำคัญแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญคือการเก็บรวบรวมข้อมูลของ ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ การวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน สรุปและข้อเสนอแนะ

3.2 การวัดและอุปกรณ์

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สำหรับการตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกตัวมีดังนี้

1) เครื่องวัดความเร็วลมมัลติฟังก์ชันสามารถตั้งค่าระบบและคุณลักษณะเฉพาะก่อนทำการวัด โดยกำหนดรูปแบบการใช้งานในโหมดการวัดอุณหภูมิ วัดความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 เครื่องมือวัดความเร็วลมมัลติฟังก์ชัน

เครื่องวัดความเร็วลมมัลติฟังก์ชันยี่ห้อ Testo Model 435 ประกอบด้วยรายละเอียดค่า Parameter ,Measuring range, Accuracy, Resolution ดังนี้

Parameter	Measuring range	Accuracy	Resolution
Temperature	-50...+150°C	+0.2°C(-25.0...+74.9°C) +0.4°C(-50.0...+25.1°C) +0.4°C(+75.0...+99.9°C)	0.1°C
Temperature	-58...+302°F	+0.4°F(-13.0...+166.9°F) +0.8°C(-58.0...-13.1°F) +0.8°C(+167.0...+211.9°F)	0.1°F
Relative humidity	0...+100%RH	Depends on probe	0.1%RH
Flow velocity	0...+60m/s	Depends on probe	0.1m/s

2) เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า(Power Meter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่ากระแส(A) แรงดัน(V) และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์(PF) ดังรูปที่ 3.5

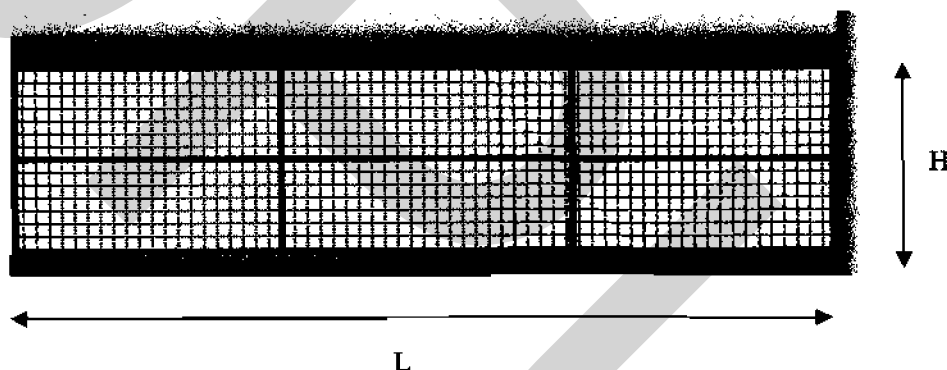


รูปที่ 3.5 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power clamp meter)

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า(Power clamp Meter) ยี่ห้อ Fluke LH 1050 ประกอบด้วย
รายละเอียดค่า Parameter ,Measuring range, Accuracy, Resolution ดังนี้

Parameter	Measuring range	Accuracy	Resolution
Current	0-1000A.	$I > 5A. +1.5\%$	10mA in Range 40A.
		$I < 5A. +0.15\%$	100mA in Range 400A.
			1A in Range 1000A.
Volts	400V.,600V.	+1.5%,+5dgt.	0.1V.,1V.
PF	0.3cap...1.0...0.3ind	+0.3°	0.01

3) การหาพื้นที่หน้าตัดของหน้ากากแอร์ ในการวัดพื้นที่หน้าตัดของลมจ่ายดำเนินการโดย
ตรวจวัดขนาดความกว้าง (H) และความยาว (L) ของชุด Fan coil Unit เพื่อหาพื้นที่ของลมจ่ายโดย
หาได้จาก



รูปที่ 3.6 การวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดของจ่ายลม

$$As = L \times H$$

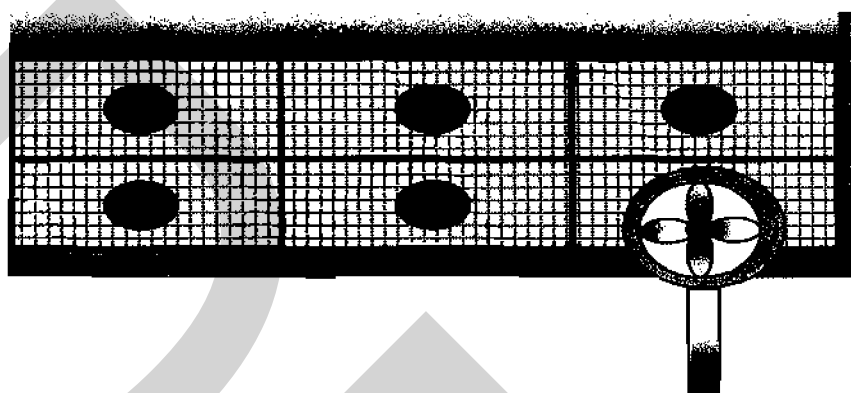
เมื่อ

As = พื้นที่หน้าตัดของหน้ากาก

L = ความยาวของช่องจ่ายลม

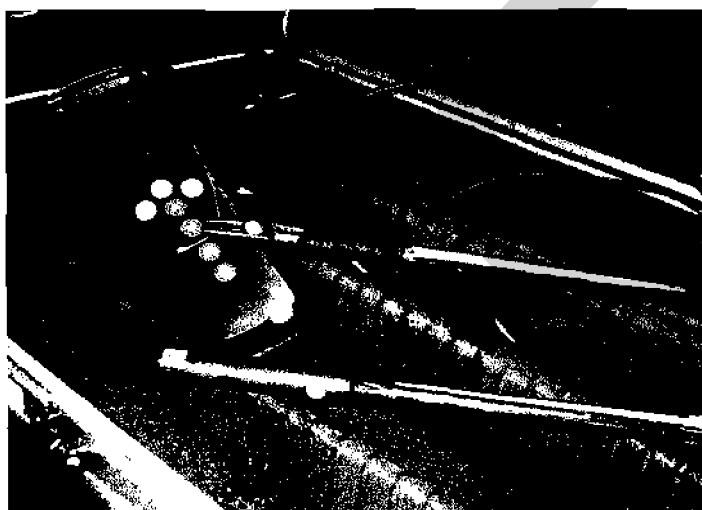
H = ความกว้างของช่องจ่ายลม

4) ตำแหน่งการวัดความเร็วลม ในการวัดความเร็วลมเพื่อให้ได้ค่าความเร็วลมที่ถูกต้อง ควรวัดเป็นจำนวนอย่างน้อยสามตำแหน่ง โดยเฉลี่ยตำแหน่งในการวัดให้สมดุลกับพื้นที่หน้าตัดของเครื่องปรับอากาศและนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยของความเร็วลมดังรูป 3.7



รูปที่ 3.7 ตำแหน่งการวัดความเร็วลม

5) ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง (\dot{m}) โดยดำเนินการตรวจวัดเพื่อคำนวณค่าอัตราการทำความเย็น(RC) ประกอบด้วยการวัดพื้นที่หน้าตัด (A^2) การวัดความเร็วลม (\dot{V}/min) การวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%) การวัดอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วลมมีลิตฟิงก์ชั่น



รูปที่ 3.8 หัววัดค่าความเร็วลม (\dot{V}/min) ความชื้นสัมพัทธ์(%) และอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)

3.4 การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจวัดข้อมูลเพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (kW/Ton) มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

- 1) วัดขนาดความกว้าง(H)และยาว(L) ของช่องลมจ่าย เพื่อคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดหน่วยเป็น (Sq.ft)
- 2) วัดอุณหภูมิ(°C) และความชื้นสัมพัทธ์(%RH) ของอากาศทางด้านลมจ่าย (Supply Air) โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
- 3) วัดอุณหภูมิ (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านลมกลับ (Return Air) โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
- 4) วัดความเร็วลม ด้านลมจ่าย โดยเฉลี่ยพื้นที่หน้าตัดช่องจ่ายลมออกเป็น 3 จุดและใช้เครื่องวัดความเร็วลมมัลติฟังก์ชันตรวจวัดและนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย หน่วยเป็น (m/s)
- 5) วัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศในช่วงที่ภาระเต็มพิกัด (Full load) (ส่วนของคอมเพรสเซอร์รวมกับส่วนของพัดลม) โดยเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power clamp meter)
- 6) หาค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง (\dot{m}) ประกอบด้วย หาขนาดพื้นที่หน้าตัดช่องจ่ายลม (Sq.ft) คูณ ด้วยความเร็วลม (ft/s) และหาค่าปริมาตรจำเพาะ โดยนำอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่วัดได้จากลมจ่ายไปเปิดหาค่าจาก Psychometric Chart และแทนค่าดังนี้

$$\dot{m} = (Q \times 60) / v$$

เมื่อ

Q = อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง (cfm)
(โดยนำพื้นที่หน้าตัดช่องจ่ายลมที่วัดได้คูณด้วยความเร็วลม)

v = ปริมาตรจำเพาะของอากาศ (ft³/min)
(โดยนำอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่วัดได้จากลมจ่ายไปเปิดหาค่าจาก Psychometric Chart)

- 7) หาค่าอัตราการทำความเย็น(RC)โดยนำค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง (\dot{m}) คูณด้วยส่วนต่างของค่าเอนทัลปีของอากาศที่เข้าและออกจากคอยล์เย็น

$$RC = \dot{m} \times (h_1 - h_2)$$

เมื่อ

\dot{m} = อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้ง (cfm)

h_i = เอนทัลปีของอากาศที่เข้าคอยล์เย็น (Btu/lb_{da})

h_o = เอนทัลปีของอากาศที่ออกจากคอยล์เย็น (Btu/lb_{da})

8) จากข้อมูลการตรวจวัด การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า (Pi) พลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็น หาค่าได้ดังนี้

Single - phase AC

$$P_i = E I \cos \theta$$

Three - phase AC

$$P_i = \sqrt{3} E I \cos \theta$$

เมื่อ

E = แรงดันไฟฟ้า (Volt)

I = กระแสไฟฟ้า (Amp)

$\cos \theta$ = ค่าเพนอร์แฟคเตอร์

9) จากการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าด้านไฟฟ้าและด้านสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ สามารถหาค่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อความสามารถในการทำความเย็น(RE) หน่วยเป็น kW/Ton

$$RE = P_i / RC$$

เมื่อ

P_i = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)

RC = ความสามารถในการทำความเย็น (Ton)

10) สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance ; COP) หมายถึงความสามารถในการทำความเย็น (kW_R) ต่อ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (kW)

$$COP = Q_c / Q_w$$

เมื่อ

Q_c = ความสามารถในการทำความเย็น (Refrigerant) (kW_R)

Q_w = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (kW)

11) หอ้ตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (EER) หมายถึง ความสามารถในการทำความเย็น(Btu/hr) ต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (W)

$$EER = RC / P_i$$

เมื่อ

EER = หอ้ตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

RC = ความสามารถในการทำความเย็น(Btu/hr)

P_i = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (W)

หรือ

$$EER = 3.412 \text{ COP}$$

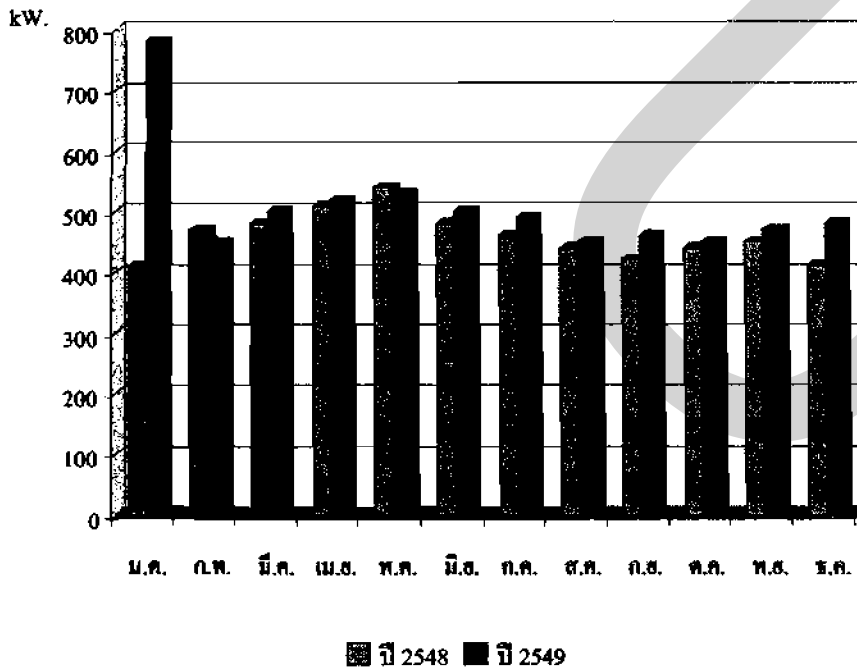
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบค่าสมรรถนะของระบบปรับอากาศเพื่อหาแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานประกอบด้วย วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารในปี พ.ศ.2548 และ พ.ศ.2549 และวิเคราะห์มาตรการในการอนุรักษ์พลังงาน

จากการศึกษาใบเสร็จค่าไฟฟ้าของอาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีพ.ศ. 2548 และ พ.ศ.2549 เป็นประเภทผู้ใช้ไฟหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 ถึง 999 kW มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วย/เดือน โดยต่อผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องเดียว ใช้อัตราค่าไฟฟ้าอัตราปกติ ที่ระดับแรงดัน 12-33 kV ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า 196.26 บาท/kW ค่าพลังงานไฟฟ้า 1.7034 บาท/หน่วย และมีค่าไฟฟ้าที่สำคัญเพื่อการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 พลังไฟฟ้าสูงสุด

พลังไฟฟ้าสูงสุด คือค่าความต้องการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดของแต่ละเดือน การใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดของอาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การใช้พลังไฟฟ้าสูงสุด ปี พ.ศ.2548 และ ปี พ.ศ.2549

ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด หมายถึงความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดของแต่ละเดือน ตั้งแต่ 30 – 999 kW โดยมีค่าใช้จ่ายที่ 196.26 บาท ต่อ kW การวิเคราะห์ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดในปี พ.ศ.2548 และปี พ.ศ.2549

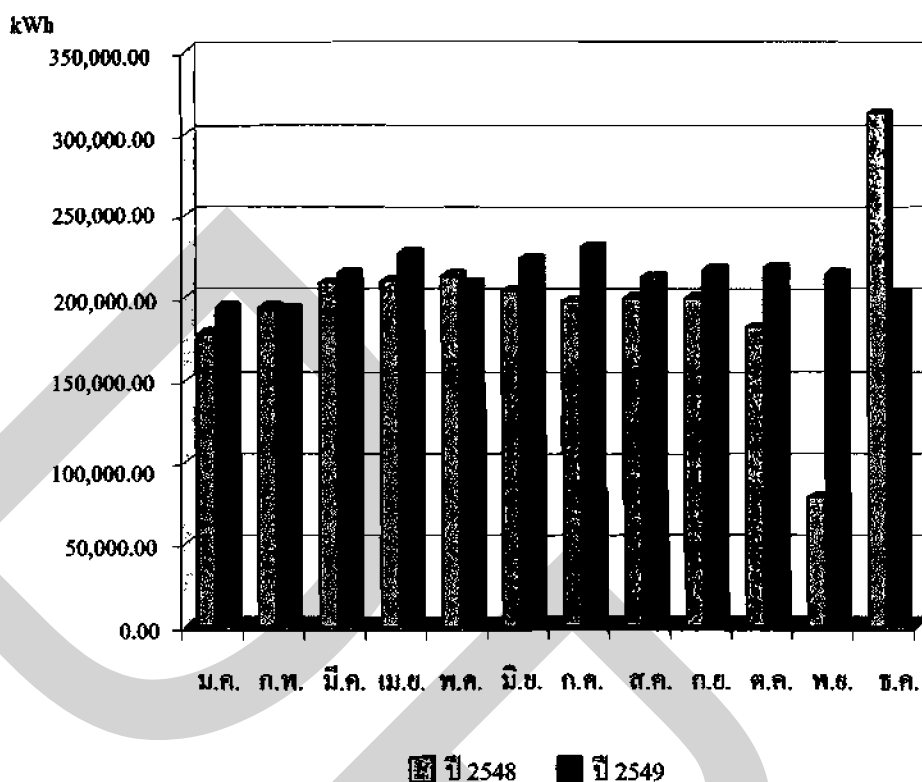
พบว่าการใช้ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดของปี พ.ศ.2548 เดือนพฤษภาคม มีค่าสูงที่สุดในรอบปี อยู่ที่ 540 kW และปี พ.ศ.2549 เดือนมกราคม มีค่าสูงที่สุดในรอบปีอยู่ที่ 780 kW และปี พ.ศ. 2548 ในเดือนมกราคม และธันวาคม มีค่าต่ำสุดเท่ากันที่ 410 kW ค่าเฉลี่ยการใช้งานต่อเดือนอยู่ที่ 459.17 kW ในปี พ.ศ.2549 เดือนกุมภาพันธ์ สิงหาคม และตุลาคม ค่าต่ำสุดเท่ากันอยู่ที่ 450 kW ค่าเฉลี่ยการใช้งานต่อเดือนอยู่ที่ 506.67 kW และค่าเฉลี่ยการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้น 47.5 kW

จากข้อมูลและตรวจสอบการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุด ในปี พ.ศ.2548 - 2549 การใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดของอาคารเดือนที่มีการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่เดือน มีนาคม ถึงเดือน พฤษภาคม มีการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดเนื่องจากเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดของปี ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศที่เพิ่มขึ้นค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดจึงมีค่าสูงตามและมีค่าลดลงตามอุณหภูมิของเดือนต่อความต้องการที่มีการใช้งานของอาคาร

ในปี พ.ศ.2549 เดือนมกราคม มีการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 780 kW และมีการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2548 ที่ 47.50 kW คิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 9,336.08 บาท/เดือน ในเดือนมกราคม มีการติดตั้งและทดสอบระบบงานขยายหมายเลขโทรศัพท์ในโครงการ 560,000 เลขหมายมีการติดตั้งอุปกรณ์ชุมสายเพิ่มขึ้น และได้มีการติดตั้งและทดสอบงานระบบความถี่สื่อสารสัญญาณ จำนวน 1 สถานี ทำให้มีค่าการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้น และด้วยเป็นเทศกาลปีใหม่และวาระร่วมฉลองเฉลิมพระชนมพรรษา 80 รอบของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวบรมโกศ เป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จึงมีการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุด ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง และค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นระหว่างเดือนมีนาคม จนถึงเดือนมิถุนายน สาเหตุเนื่องด้วยเป็นเดือนที่ประเทศไทยมีอากาศร้อนที่สุดและมีปริมาณการใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น และในเดือนธันวาคมได้ปฏิบัติตามมาตรการประหยัดพลังงานของเจ้าหน้าที่ประจำอาคาร โดยการลดเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และ ปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ทำให้ค่าการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าลดลง

4.2 พลังงานไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า คือค่าความต้องการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยมีค่าใช้จ่ายที่ 1.7034 บาท/หน่วย kWh ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ.2548 และ ปี พ.ศ.2549

ในการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ.2548 และ ปี พ.ศ.2549 พลังงานไฟฟ้าหมายถึงความต้องการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร โดยมีค่าใช้จ่ายที่ 1.7034 บาทต่อหน่วย kWh. ในปี พ.ศ.2548 และ พ.ศ.2549

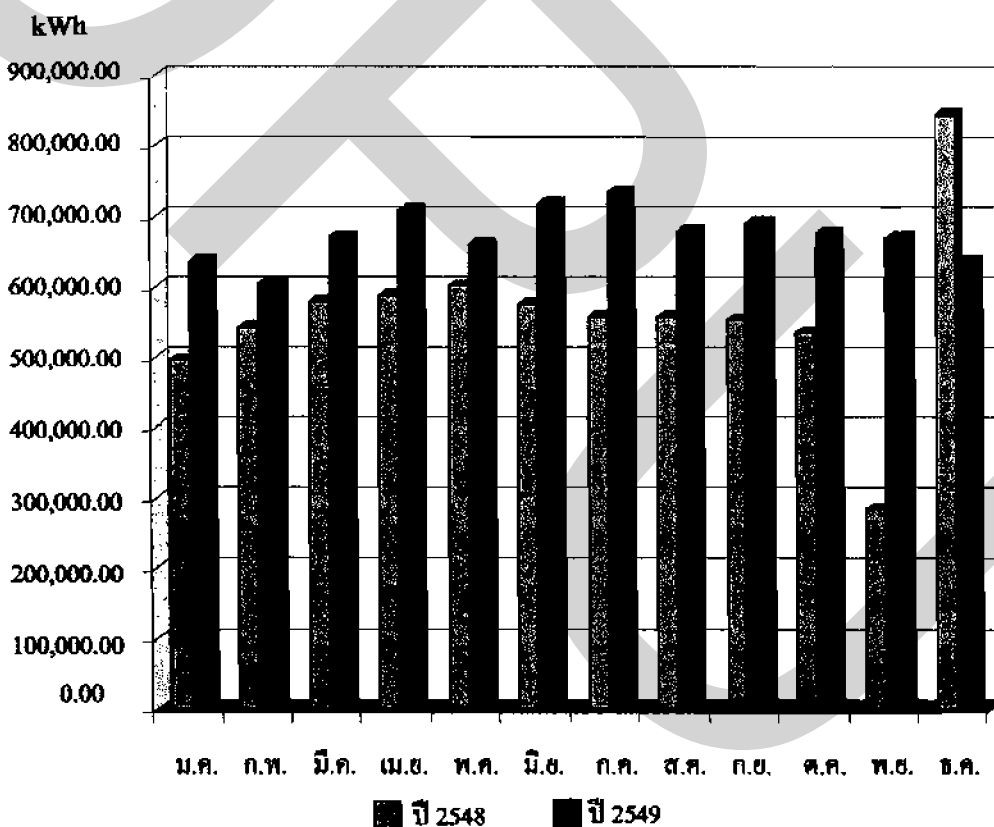
พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของปี พ.ศ.2548 ในเดือนธันวาคม มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 312,000 kWh และปี พ.ศ. 2549 ในเดือนกรกฎาคม อยู่ที่ 230,700 kWh ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุดปี พ.ศ. 2548 ในเดือนพฤศจิกายน อยู่ที่ 78,000 kWh ปีพ.ศ. 2549 ในเดือนกุมภาพันธ์ ค่าต่ำสุดที่ 193,500 kWh ปี พ.ศ. 2548 ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้ง 2,378,300.00 kWh ค่าเฉลี่ยการใช้งานต่อเดือนที่ 198,191.67 kWh ปี พ.ศ. 2549 มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้ง 2,556,420.00 kWh ค่าเฉลี่ยการใช้งานต่อเดือนที่ 213,035.00 kW และในปี พ.ศ.2549 มีค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่อเดือนที่ 14,843.33 kWh คิดเป็นค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 25,284.13 บาท

จากการตรวจสอบพบว่าปี พ.ศ.2548 ในเดือนพฤศจิกายน มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุด อยู่ที่ 78,000 kWh และเพิ่มสูงขึ้นในเดือนธันวาคมที่ 312,000 kWh ส่วนต่างเพิ่ม 234,000 kWh และเมื่อนำผลรวมทั้งสองเดือนมาเฉลี่ยค่าพลังงานไฟฟ้าจะได้ค่าเฉลี่ยการใช้งานที่ปกติของการ

ใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 195,000 kWh สาเหตุจากผลิตผลจากกรอบใบเสร็จของของผู้จำหน่ายไฟฟ้า และในปี พ.ศ. 2549 มีค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 14,843.33 kWh คิดเป็นค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 25,284.13 บาทจากการตรวจสอบมีการขยายหมายเลขโทรศัพท์ในโครงการ 560,000 เลขหมายทำให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ชุมสายเพิ่มและมีการติดตั้งและทดสอบงานระบบความถี่มัลติสัญญาณ จำนวน 1 สถานี ประกอบด้วยกิจกรรมเฉลิมพระชนมพรรษา 80 รอบ เป็นสาเหตุของการใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

4.3 ค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าหมายถึงค่าใช้จ่ายรวมในการดำเนินการด้านไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าไฟฟ้าย้อนหลังของอาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปี พ.ศ. 2548 และปี พ.ศ. 2549 มีค่าดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ค่าไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2548 และ ปี พ.ศ. 2549

ในการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2548 และ ปี พ.ศ. 2549 ค่าไฟฟ้าหมายถึง ผลรวมของค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าปรับต้นทุนการผลิต (Fc) ค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (บาท)

ค่าไฟฟ้าปี พ.ศ. 2548 ในเดือนธันวาคม มีค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 844,483.59 บาท และปี พ.ศ. 2549 ในเดือนกรกฎาคมอยู่ที่ 734,289.49 บาท ปี พ.ศ. 2548 ในเดือนพฤศจิกายน มีค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าต่ำสุดอยู่ที่ 284,095.27 บาท และปี พ.ศ. 2549 และในเดือนกุมภาพันธ์ที่ 604,202.57 บาท ปีพ.ศ. 2548 มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 559,137.22 บาท และปีพ.ศ. 2549 อยู่ที่ 673,473.94 บาท/เดือน และปี พ.ศ. 2548 มีค่าไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 6,709,646.65 บาท ในปี พ.ศ.2549 มีค่าไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 8,081,687.24 บาท และมีค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 114,336.72 บาท/เดือน

จากการตรวจสอบค่าไฟฟ้าในเดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ. 2548 มีค่าใช้จ่ายไฟฟ้าอยู่ที่ 284,095.27 บาท และในเดือนธันวาคม อยู่ที่ 844,483.59 บาท เมื่อเฉลี่ยทั้งสองเดือน จะมีค่าใช้จ่ายเดือนละ 564,289.43 บาท เป็นอัตราปกติรายจ่ายต่อเดือน จากอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงขึ้นระหว่างเดือนมีนาคม - พฤษภาคม ของทุกปีทำให้มีการใช้งานพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงเพิ่มขึ้น จากค่าปรับต้นทุนการผลิตไฟฟ้า (Fc) ต่อหน่วย ปี พ.ศ. 2548 มีค่าเท่ากับ 0.5183 และปี พ.ศ. 2549 ค่าเท่ากับ 0.748 และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% เป็นปัจจัยของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น และในการในการปฏิบัติงานของพนักงานของ บมจ.ทีไอที การคิดตั้งเพิ่มหรือลดอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขาดการรวบรวมข้อมูลและการประสานงานในการดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต้องมีการชี้แจงต่อผู้ควบคุมพลังงานเพื่อจะเป็นฐานข้อมูลในการดำเนินงานข้อมูลด้านพลังงานของอาคาร

จากค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปีพ.ศ. 2548 พบว่าเดือนพฤศจิกายน ค่าพลังงานไฟฟ้ามีค่าผิดปกติค่าที่สุดอยู่ที่ 78,000 kWh และเดือนธันวาคม มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างผิดปกติอยู่ที่ 312,000.00 kWh ส่วนค่าที่ 234,000.00 kWh ซึ่งเป็นค่าที่ผิดปกติอย่างมาก เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบจะต้องชี้แจงและรายงานต่อผู้บังคับบัญชา เพื่อตรวจสอบหาสาเหตุค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผิดปกติโดยด่วน และในปีพ.ศ.2548 ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดมีอัตราขึ้นลงมีช่วงห่าง 130 kW ในปีพ.ศ.2549 มีช่วงห่าง 330 kW จากระยะช่วงห่างของค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด ทำให้ทราบว่าไม่ได้มีการควบคุมและการจัดการลำดับขั้นตอนทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานในแต่ละวันอย่างเคร่งครัด มีการใช้ไฟฟ้าโดยไม่มีการวางแผน เพื่อหลีกเลี่ยงค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด หรือเมื่อมีค่าไฟฟ้าค่าสูงหรือค่าผิดปกติจะต้องขอคำชี้แจงจากผู้จำหน่ายไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายหลักของอาคาร

4.4 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษา

จากการตรวจวัดความสามารถในการทำความเย็นและพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ วิเคราะห์การประหยัดพลังงานดังนี้

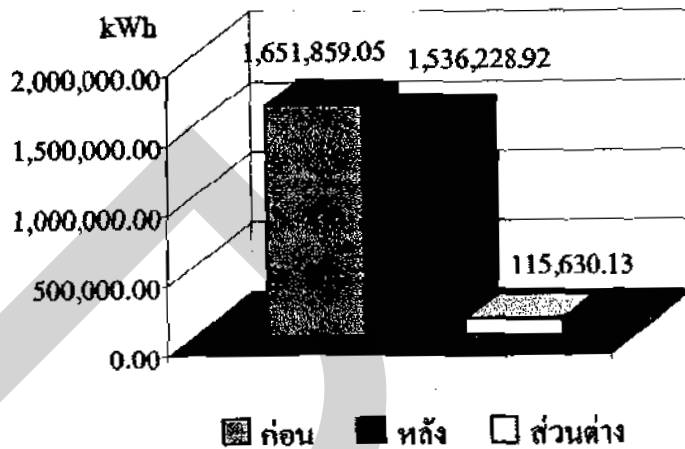
ตารางที่ 4.1 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษา

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
	ก่อนการบำรุงรักษา				
1	จำนวนเครื่องปรับอากาศ	N	ตรวจวัด	127	เครื่อง
2	ความสามารถในการทำความเย็น	Q_{tot}	ตรวจวัด	409.97	Ton
3	พลังงานไฟฟ้ารวม	E_{tot}	ตรวจวัด	1,651,859.05	kWh/Year
	หลังการบำรุงรักษา				
4	การประหยัดพลังงาน	E_{save}	$[E_{tot} \times (7.7/100)]$	115,630.13	kWh/Year
5	คิดเป็นเงินที่ประหยัด	B_{save}	$[E_{save} \times EC]^*$	287,641.52	บาท/Year
	การวิเคราะห์การลงทุน				
6	ค่าทำความสะอาดเครื่อง	LC	ราคาตลาด	1,200.00	บาท/เครื่อง
7	เงินลงทุน	L_{inv}	$LC \times N$	152,400.00	บาท
8	ระยะเวลาคืนทุน	P_b	L_{inv} / B_{save}	0.53	ปี

* ผลต่างที่ประหยัดได้ = $(0.63 \times 100) / 8.17 = 7.7 \%$

$EC = \text{ค่าพลังงานไฟฟ้า } 1.7034 \text{ บาทต่อ kWh} + \text{ค่าปรับด้านทุนการผลิต } 0.7842 \text{ บาทต่อ kWh} = 0.4876$

การศึกษาการประหยัดพลังงาน โดยการบำรุงรักษา เครื่องปรับอากาศ ทั้งหมด จำนวน 127 เครื่อง วัดความสามารถในการทำความเย็นได้ 409.97 Ton จากประสิทธิภาพการทำความเย็นรวมอยู่ที่ 428.42 Ton ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 1,651,859.05 kWh/Year หลังการบำรุงรักษา เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้า 1,536,228.92 kWh/Year สามารถลดค่าการใช้พลังงานอยู่ที่ 115,630.13 kWh/Year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้อยู่ที่ 287,641.52 บาท ค่าทำความสะอาดเครื่อง 1,200 บาท/เครื่อง ใช้เงินลงทุน 152,400.00 บาท มีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 0.53 ปี ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษา

การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศจำนวน 127 เครื่อง วัดความสามารถในการทำความเย็นได้ 409.42 Ton ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 1,651,859.05 kWh/Year หลังจากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงอยู่ที่ 1,536,228.92 kWh/Year ประหยัดพลังงานได้ 115,630.13 kWh/Year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ เป็นจำนวน 287,641.52 บาท/Year และมีค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาการทำความเย็น 1,200 บาท ต่อเครื่อง ใช้เงินลงทุน 152,400 บาท มีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 0.53 ปี

การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้การระบายความร้อนของระบบ และประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศดีขึ้น โดยดำเนินการใช้ลมเป่าทำความสะอาดคอยล์เย็น คอยล์ร้อน รวมทั้ง Filter ต่างๆ ตรวจสอบวงจรการควบคุมต่างๆ เป็นประจำทุกเดือน และทำการล้างใหญ่เพื่อทำความสะอาดคอยล์เย็นและคอยล์ร้อน โดยใช้ น้ำหรือน้ำยาทำความสะอาดทุก 6 เดือน

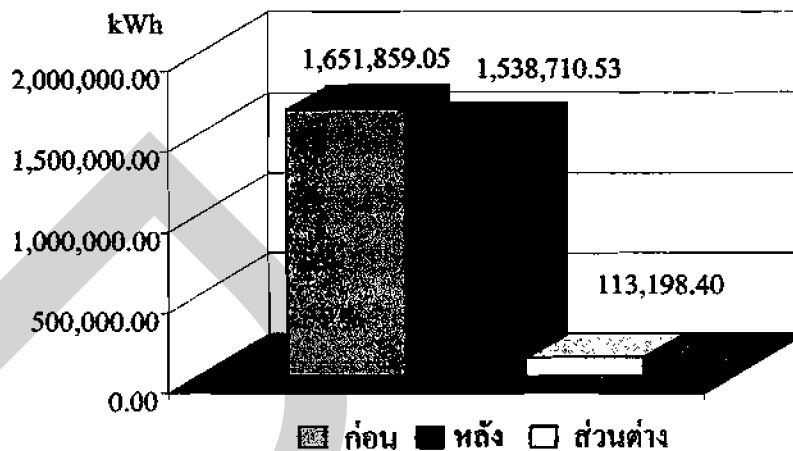
4.5 การประหยัดพลังงานโดยใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

วิเคราะห์การเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง กับค่าการใช้พลังงานที่ลดลงดังรายละเอียดตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์การลงทุนโดยใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ปริมาณ	หมายเหตุ
1	เครื่องปรับอากาศที่จะเปลี่ยนใหม่	N	เครื่อง	31	การตรวจวัด
2	คิดเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	Inv	บาท	1,291,400.00	การตรวจวัด
3	ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม	Ps	kW	13.96	การตรวจวัด
4	ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง	Est	kWh/Year	113,198.40	การตรวจวัด
5	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	DC	บาท/kW	196.26	ข้อมูลค่าไฟฟ้า
6	ค่าพลังงานไฟฟ้า	EC	บาท/kW	1.7034	ข้อมูลค่าไฟฟ้า
7	ค่าปรับคืนทุนการผลิต	Ft	บาท/kW	0.7842	ข้อมูลค่าไฟฟ้า
8	คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	B_{save}	บาท/Year	286,145.18	$Ps \times DC + Est \times (EC + FT)$
9	ระยะเวลาคืนทุน	Pb	ปี	4.54	$(Inv) / (B_{save})$

การเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเดิมจำนวน 127 เครื่อง ก่อนการเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง พบว่ามีเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินมาตรฐานของพระราชบัญญัติส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงานเป็นจำนวน 31 เครื่อง มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 1,651,859.05 kWh/Year หลังการเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง ใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 1,538,710.53 kWh/Year ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศลดลงอยู่ที่ 113,198.40 kWh/Year ค่าใช้จ่ายในการลงทุนอยู่ที่ 1,291,400.00 บาท คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้อยู่ที่ 286,145.18 บาท/Year มีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 4.54 ปี ดังรูปที่ 4.5



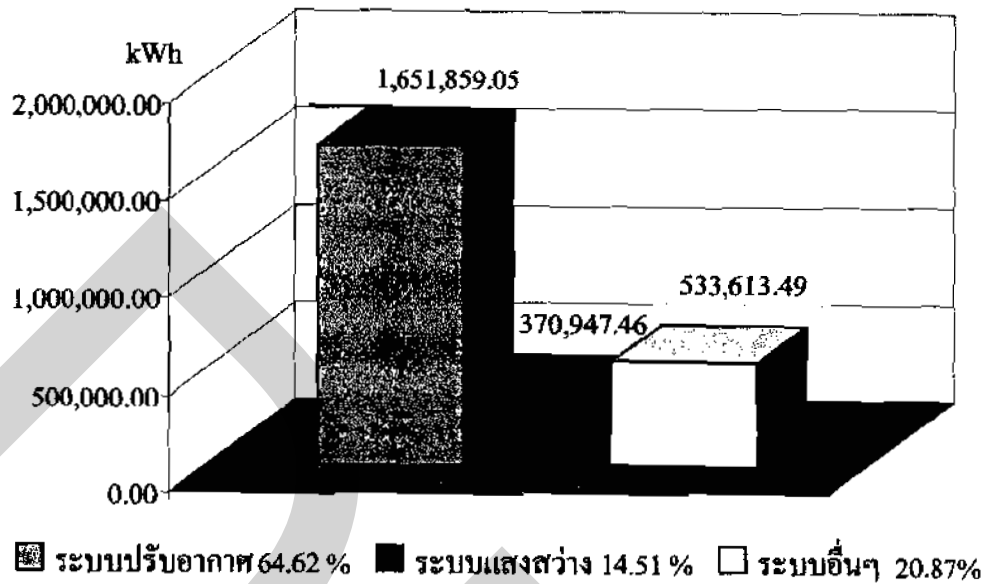
รูปที่ 4.5 การประหยัดพลังงานโดยใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

ในการตรวจสอบการประหยัดพลังงานโดยใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ พบว่ามีเครื่องปรับอากาศที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินมาตรฐานอยู่จำนวน 31 เครื่อง ก่อนดำเนินการเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 1,651,859.05 kWh/Year หลังการเปลี่ยนเป็นใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง ใช้พลังงานอยู่ที่ 1,538,710.53 kWh/Year พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 113,198.40 kWh/Year มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งสิ้นอยู่ที่ 1,291,400.00 บาท สามารถประหยัดค่าไฟฟ้า 286,145.18 บาท/Year คิดเป็นระยะเวลาคูมทุนอยู่ที่ 4.54 ปี

การเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงเป็นการลงทุนที่สูงจะต้องมีการวางแผนดำเนินการ งบประมาณ การกำหนดมาตรฐานและการปฏิบัติงาน เพื่อไม่ให้มีอุปสรรคต่อการดำเนินกิจกรรมของอาคารนั้น ๆ

4.6 พลังงานไฟฟ้าปี พ.ศ. 2549

การใช้พลังงานของอาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถแบ่งออกได้ 3 ระบบดังรูปที่ 4.6

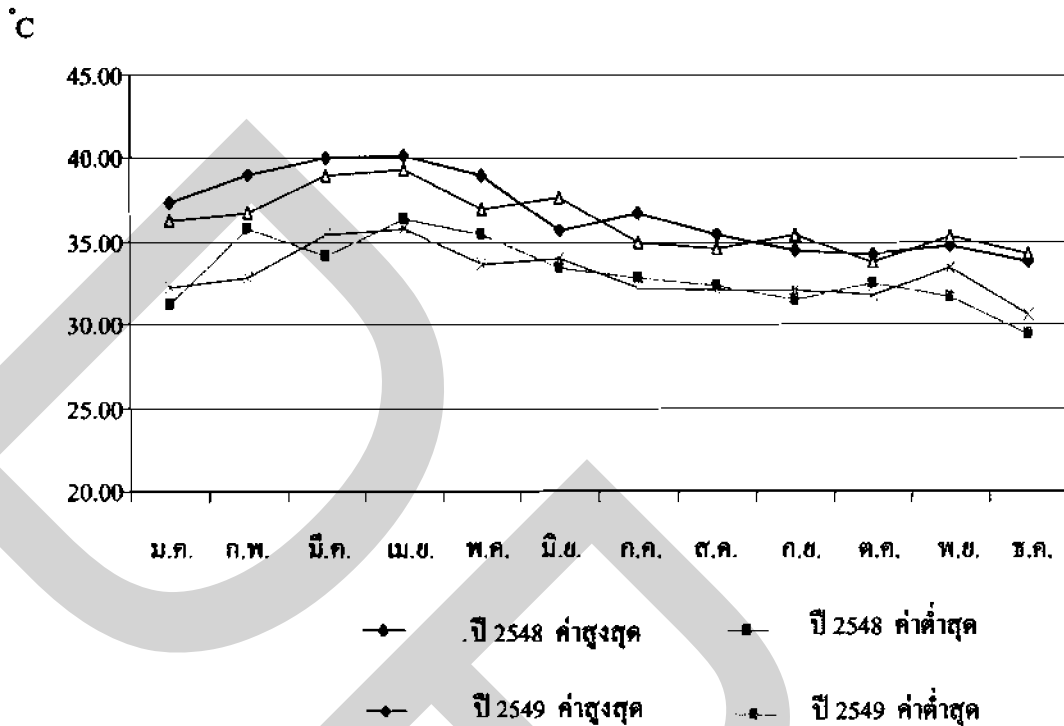


รูปที่ 4.6 การใช้พลังงานไฟฟ้า ปีพ.ศ. 2549

การใช้พลังงานของอาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานสูงสุดอยู่ที่ 1,651,859.05 kWh/Year คิดเป็น 64.62% ระบบแสงสว่าง 370,947.46 kWh/Year คิดเป็น 14.51% และระบบอื่น 533,613.49 kWh/Year คิดเป็น 20.87% ตามลำดับ และพบว่าระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานสูงสุดและมีการใช้งานเป็นประจำตลอดอายุการใช้งานของอาคาร การตรวจสอบการใช้พลังงานในทุกระบบอย่างสม่ำเสมอ ตลอดจนการบำรุงรักษา และการอนุรักษ์พลังงานในระบบอื่นๆ เช่น ทำความสะอาดแผงโซลาร์และหลอดไฟฟ้าแสงสว่าง การเปลี่ยนใช้หลอดประหยัด การปรับลดการใช้งานของระบบไฟฟ้า แสงสว่างในแต่ละกิจกรรมอย่างเหมาะสมถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญหรือเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ และจากข้อมูลจากใบแจ้งค่าไฟฟ้าจะเป็นข้อมูลแรกที่ต้องตรวจสอบทุกเดือนเพื่อหาค่าผิดปกติจากการใช้งานของอุปกรณ์หรือจากระบบจำหน่าย ควรหามาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมต่อการใช้งานของแต่ละกิจกรรมของอาคาร และสร้างจิตสำนึกของพนักงานและผู้ใช้อาคารในการอนุรักษ์พลังงาน

4.7 คุณหมุมิแวกซ์

เป็นการเปรียบเทียบค่าคุณหมุมิแวกซ์สูงสุดและค่าเฉลี่ยใน ปีพ.ศ.2548 และ ปี พ.ศ. 2549 ณ สถานีตรวจอากาศขอนแก่น ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 อุณหภูมิแวดล้อม ปีพ.ศ.2548 และ ปีพ.ศ.2549 ณ สถานีตรวจอากาศขอนแก่น

ค่าอุณหภูมิแวดล้อม ปีพ.ศ. 2548 และ ปีพ.ศ. 2549 ณ สถานีตรวจอากาศขอนแก่น ในปี พ.ศ.2548 เดือนเมษายน มีอุณหภูมิสูงที่สุดอยู่ที่ 40.2 °C โดยมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 36.4 °C และในปี พ.ศ.2549 เดือนเมษายน อุณหภูมิสูงที่สุดอยู่ที่ 39.3 °C ค่าเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 35.8 °C ในปี พ.ศ.2548 ในเดือนธันวาคม มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดของปีอยู่ที่ 33.8 °C และในปี พ.ศ. 2549 เดือนธันวาคม อยู่ที่ 34.3 °C อุณหภูมิเฉลี่ยของปี พ.ศ.2548 อยู่ที่ 33.07 °C และปี พ.ศ. 2549 อยู่ที่ 33.04 °C และในปี พ.ศ.2548 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 72.74 % ในปี พ.ศ.2549 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 75.42 % พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแตกต่างกันเพียง 2.68 % โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย สรุปได้ว่าอุณหภูมิแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์มีค่าที่ปกติใกล้เคียงกัน ทั้งสองปี

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลการจัดการและวางแผนพลังงานของระบบปรับอากาศของอาคาร ที โอที ณ อาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีข้อสรุปดังนี้

5.1 สรุป

ในการตรวจสอบค่าสมรรถนะของระบบปรับอากาศของอาคาร ทีโอที จำนวน 127 เครื่อง พบว่ามีค่าการใช้พลังงานเกินมาตรฐานของกรมส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงานเป็นจำนวน 31 เครื่อง มีมาตรการอนุรักษ์พลังงาน จุดคุ้มทุน และค่าพลังงานไฟฟ้ารวม ดังนี้

1) การประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ เลือก 2 วิธีดำเนินการดังนี้

1.1) โดยการบำรุงรักษา พบว่าเครื่องปรับอากาศ ทั้งหมด จำนวน 127 เครื่อง วัดความสามารถในการทำความเย็นได้ 409.97 Ton ใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 1,651,859.05 kWh/Year หลังการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงอยู่ที่ 1,536,228.92 kWh/Year สามารถประหยัดพลังงานได้ 115,630.13 kWh/Year

1.2) โดยการเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ก่อนการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง มีการใช้พลังงานอยู่ที่ 1,651,859.05 kWh/Year หลังจากการเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง มีค่าการใช้พลังงานอยู่ที่ 1,527,962.27 kWh/Year ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 113,198.52 kWh/Year

2) จุดคุ้มทุน จากวิธีอนุรักษ์พลังงานมีค่าใช้จ่ายการลงทุนและจุดคุ้มทุนดังนี้

2.1) การบำรุงรักษา จากเครื่องปรับอากาศจำนวน 127 เครื่องเมื่อดำเนินการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีปีละ 2 ครั้ง สามารถลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลงอยู่ที่ 115,630.13 kWh/Year โดยมีการลงทุนค่าทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ เป็นจำนวนเงิน 152,400 บาท ระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 0.53 ปี

2.2) การเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อนการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง พบว่ามีเครื่องปรับอากาศที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินค่ามาตรฐานของกรมส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน จำนวน 31 เครื่อง เมื่อเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 113,148.52 kWh/Year ใช้เงินลงทุนอยู่ที่ 1,291,400 บาท คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 284,208.04 บาท/Year มีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 4.54 ปี

จากวิธีที่เลือกใช้ทั้ง 2 วิธี ดังกล่าวข้างต้น การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษามี การลงทุนต่ำ มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 152,400 บาท มีระยะเวลาจุดคุ้มทุนสั้นที่ 0.53 ปี เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และใช้ต้นทุนต่ำ และสามารถดำเนินการได้ทันที การเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศ ประสิทธิภาพสูงมีการลงทุนที่สูงกว่าแบบแรกมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 1,291,400 บาทมีระยะเวลา จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 4.54 ปี มีค่าใช้จ่ายที่สูง แต่จะทำให้ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศสูงขึ้น สามารถลดค่าการใช้พลังงานลง ควรมีการวางแผนงานที่คิดก่อนดำเนินการ

3) การใช้พลังงานรวมของอาคารฝ่ายโทรศัพท์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปี พ.ศ.2549 แบ่ง ออกได้ 3 ระบบ ประกอบด้วย ระบบปรับอากาศมีค่าการใช้พลังงานมากที่สุด อยู่ที่ 1,651,859.05 kWh/Year คิดเป็น 64.62 % ในระบบแสงสว่างมีค่าการใช้ไฟฟ้าพลังงานรวมอยู่ที่ 370,947.46 kWh/Year คิดเป็น 14.51% และระบบอื่นอยู่ที่ 533,613.49 kWh/Year คิดเป็น 20.87 %

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในเดือนมกราคม พ.ศ.2549 เกิดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดที่ค่า 780 kWh ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดใน รอบ 2 ปี มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วย 196.26 บาท ต่อ kWh ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบควรประสานงานกับ ผู้ใช้ไฟฟ้าของ บมจ.ทีโอที ควรมีการวางแผนการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อหลีกเลี่ยงค่าพลังไฟฟ้า สูงสุด และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มของแต่ละเดือน

2) การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานเต็มประสิทธิภาพและมี อายุการใช้งานยาวนานจึงควรมั่นดูแลบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ มีข้อเสนอแนะโดยทั่วไปเกี่ยวกับการ บำรุงรักษาดังนี้

- 2.1) มั่นตรวจสอบและทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศของแฟนคอยล์ยูนิต ทุก 2 สัปดาห์
- 2.2) แผง Evaporator และ Condenser ควรทำความสะอาด 3-6 เดือนต่อครั้ง
- 2.3) มอเตอร์พัดลมทั้ง Fan coil Unit และ Condensing Unit ต้องมีการตรวจเช็คทุก 6 เดือน และทำการหล่อลื่นโดยการฉีดจาระบีหรือหยอดน้ำมันอย่างสม่ำเสมอ
- 2.4) ตรวจสอบอุณหภูมิตั้ง ทำความสะอาดเพื่อให้การไหลของน้ำทิ้งเป็น ไปอย่างสมบูรณ์
- 2.5) ตรวจสอบทิศทางลมเข้าออกของ Fan coil Unit ต้องไม่มีวัสดุปิดขวางทวมลม
- 2.6) ตรวจสอบ และซ่อมแซมฉนวนท่อน้ำยาที่ต่อระหว่าง Condensing Unit และ Fan coil Unit

3) แต่งตั้งคณะทำงานด้านพลังงาน โดยดำเนินงานอย่างเคร่งครัดถูกต้องตามหลักวิชาการและ แนวแน่จริงจัง ผู้บริหารระดับสูงจะต้องใส่ใจดูแลอย่างใกล้ชิดเพราะค่าการใช้พลังงานเป็นสิ่งที่เราจะ สามารถปรับลดอยู่ที่การจัดการให้เหมาะสมกับกิจกรรมของแต่ละอาคาร และมีการติดตามและ ประเมินผล อย่างต่อเนื่อง

4) สร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์พลังงานของผู้ปฏิบัติงาน และบุคคลภายนอกที่ใช้งานอาคาร เช่น การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างควรมีการแยกวงจรย่อยเพื่อการควบคุม การขึ้นลงลิฟท์ การเปิดใช้เครื่องปรับอากาศของอาคารสำนักงานควรมีเจ้าหน้าที่ลำดับชั้นคอนการทำงานเพื่อหลีกเลี่ยงค่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุด การเปลี่ยนความคิดที่ว่าค่าไฟฟ้าเป็นของภาระของบริษัทพนักงานไม่เกี่ยวข้อง เมื่อเราร่วมใจกันลดใช้พลังงานจะทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงและเป็นผลดีกับ บมจ.ทีไอที และลดการจัดหาแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำรองของประเทศต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะ สำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

1) การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

ศึกษาการประหยัดพลังงานโดยการใช้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบ Bimetal เพื่อเปรียบเทียบกับ แบบ Digital หรือที่มีความละเอียดสูง โดยวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องและการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในการตัดต่อพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในแต่ละยี่ห้อ วิเคราะห์การลงทุน จุดคุ้มทุน เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมอย่างเหมาะสม

2) การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยการลดความร้อนในอาคารสำนักงาน

การควบคุมความร้อนในระบบปรับอากาศโดยทั่วไปจะใช้คอยล์เย็นเพื่อทำหน้าที่ในการดึงความร้อนออกจากอากาศโดยอากาศร้อนขึ้นจากภายนอกเมื่อผ่านคอยล์เย็นจะคายความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ทำให้อุณหภูมิต่ำลง เพื่อควบคุมระดับความร้อนที่เหมาะสม โดยศึกษาหลักการลดความแตกต่างของความร้อนรู้สึก (Sensible Heat) และความร้อนแฝง (latent heat) ให้มีสัดส่วนใกล้เคียงกันและวิธีการลดความร้อนในอาคาร วิธีที่เหมาะสม การประหยัดพลังงาน วิเคราะห์การลงทุน และจุดคุ้มทุน

๕๒๕

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- การควบคุมเครื่องปรับอากาศ. (2547). กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.
กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน.
- การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. (2534). ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย, สำนักงานพลังงาน
แห่งชาติ. กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.
- กิตติพงศ์ เตมียประดิษฐ์. (2544). เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในบ้านพักอาศัย. กรุงเทพฯ : สำนักงาน
คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ.
- ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์. (2523). การทำความเย็นและปรับอากาศ. นนทบุรี: เทคโนโลยีและ
อาชีวศึกษา วิชาเขตเทคนิคนนทบุรี.
- ลือชัย ทองนิล. (2548). คู่มือวิศวกรไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วิฑิต มั่งวิฑิตกุล. (2548). กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคาร
และโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : เร็ลล ยู พาวเวอร์.
- สุรพล พดกษพานิช. (2529). การปรับอากาศหลักการและระบบ. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อัมพร กุญชรรัตน์. (2548). การเก็บวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน.
- อัคราคำไฟฟ้า. (2543). การไฟฟ้านครหลวง. กรุงเทพฯ.

บทความ

- พงษ์ศักดิ์ นุ้ยเจริญและคณะ. (2548). ชุดควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศภายในบ้านเพื่อการ
ประหยัดพลังงาน. ผลงานสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ประเภทที่ 5 วิจัยและพัฒนา. สุราษฎร์
ธานี: สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- เกษรา ชีระโกเมน. (2549, กรกฎาคม). "แนวคิดใหม่ของการปรับอากาศ." วารสารเทคนิคเครื่องกล
ไฟฟ้าและอุตสาหกรรม, ฉบับที่ 100. หน้า 119-130.

- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2549, มกราคม). "การประหยัดไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ
สำหรับอาคารสำนักงาน." **อนุสารแรงงาน, ฉบับที่ 12, หน้า 9-12.**
- กนกศักดิ์ เข็มโสภณ. (2549, มีนาคม). "ระบบทำความเย็นและปรับอากาศกับการประหยัด
พลังงานระบบผลิตพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อม." **วารสารระบบผลิตพลังงาน
และการจัดการสิ่งแวดล้อม, หน้า 100-103.**
- ฉัตรราชู ทองจับ. (2549, มีนาคม). "การใช้เครื่องปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ." **วารสาร
พัฒนาเทคนิคศึกษา, ฉบับที่ 37, หน้า 10-14.**
- ธนาคม ศูนย์ชัชมาคแสง. (2549, เมษายน). "การใช้เครื่องปรับอากาศกับการประหยัดพลังงาน." **วารสารเทคโนโลยี, หน้า 20-25.**
- ทวีศักดิ์ อรุณราษฎร์. (2549, มกราคม). "สืบไปทางเลือกของการประหยัดพลังงาน." **วารสาร
เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าและอุตสาหกรรม, หน้า 130-132.**
- พงษ์พุช มหาโชคเลิศวัฒนา. (2549, มกราคม). "ค่าใช้จ่ายแฝงในระบบปรับอากาศ." **วารสาร
อนุรักษ์พลังงาน, ฉบับที่ 31, หน้า 32-35.**
- พงศกร เกิดช้าง. (2549, กรกฎาคม). "การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีการ
ความชื้นในที่พักอาศัย." **วารสาร Mechanical Technology, หน้า 69-72.**
- พินิจ ศิริฤกษ์พงศ์. (2549, พฤษภาคม). "การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร." **วารสารชัยพูน
วิทยาศาสตร์, ฉบับที่ 275, หน้า 25-26.**
- อมร ไชยสิทธิ์และปรีชาภรณ์ ไชยสิทธิ์. (2549, มกราคม-มีนาคม). "ใช้เครื่องปรับอากาศอย่างไร
ให้ประหยัดไฟฟ้า." **วารสารต้องโดนเคมีและเทคโนโลยี, หน้า 62.**

วิทยานิพนธ์

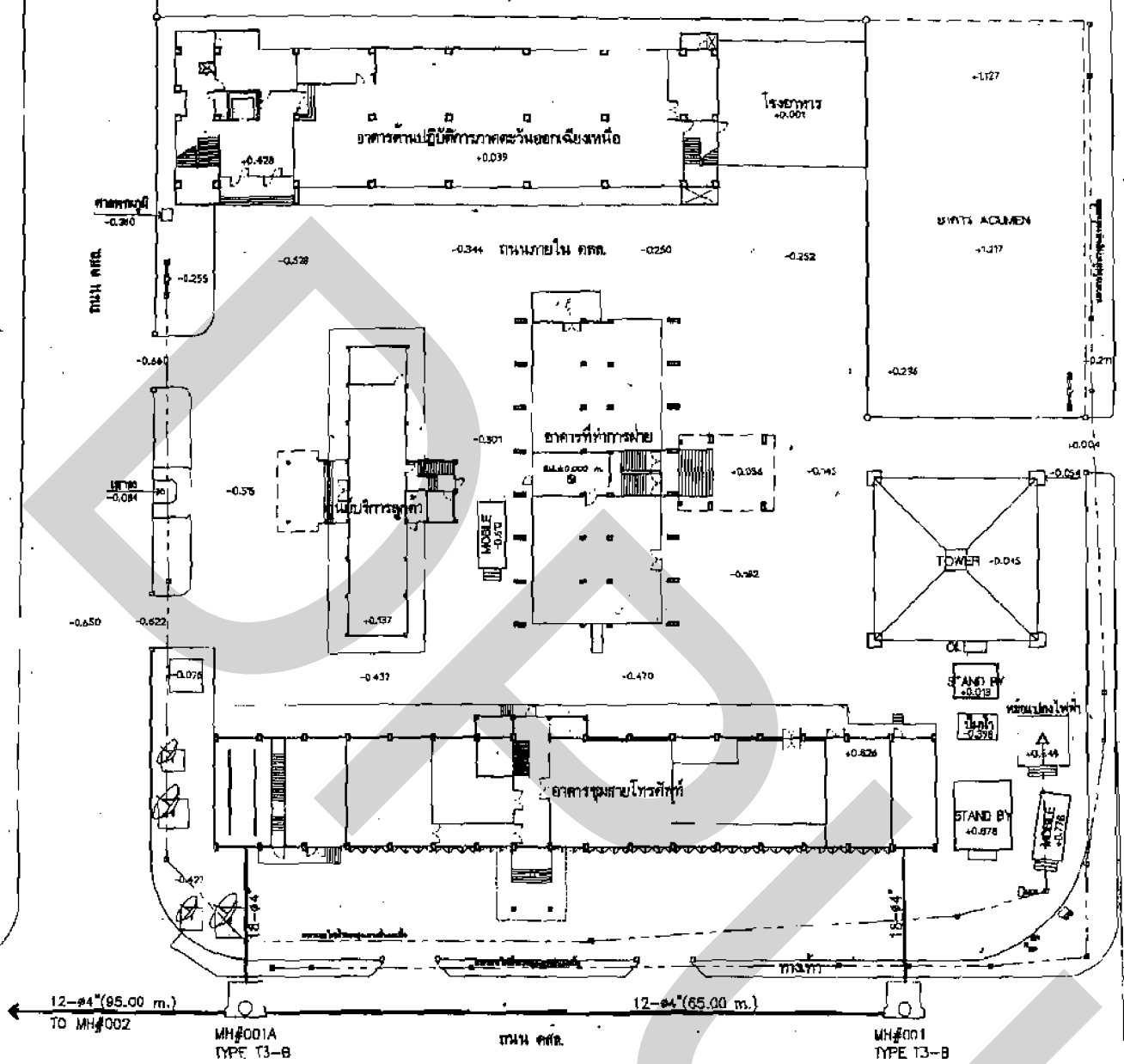
- ชาญณรงค์ อัสวเทศานุภาพ. (2540). การศึกษาการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศแปรผัน
สำหรับอาคารสำนักงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล.
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สารานุกรมจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

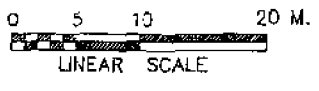
- ประพันธ์ ธนาปิยกุล. (2549). การตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
(Split Type). สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2549, จาก <http://www.mitr.com/Technic.asp>

๕๒๕

ภาคผนวก



ผังบริเวณที่ดิน 1 : 500



ตารางที่ 1 การใช้พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิง ปีพ.ศ.2548

เดือน	ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าอัตราปกติ			พลังงานไฟฟ้า			พลังงานเชื้อเพลิง			ค่าใช้จ่าย พลังงานรวม ต่อเดือน (บาท)
	พลังงานไฟฟ้า			ปริมาณ (ลิตร)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ (ลิตร)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ (ลิตร)	มูลค่า (บาท)	
	พลังไฟฟ้าสูงสุด kW	พลังงานไฟฟ้า kWh	ค่าไฟฟ้า (บาท)							
มกราคม	410.00	177,800.00	495,502.77	-	-	-	-	-	-	495,502.77
กุมภาพันธ์	470.00	194,000.00	542,131.55	-	-	-	-	-	-	542,131.55
มีนาคม	480.00	208,900.00	578,288.97	-	-	-	-	-	-	578,288.97
เมษายน	510.00	210,400.00	588,017.52	-	-	-	-	-	-	588,017.52
พฤษภาคม	540.00	213,200.00	600,717.52	-	-	-	-	-	-	600,717.52
มิถุนายน	480.00	204,000.00	574,837.81	-	-	-	-	-	-	574,837.81
กรกฎาคม	460.00	198,000.00	556,695.53	-	-	-	-	-	-	556,695.53
สิงหาคม	440.00	200,000.00	557,143.01	-	-	-	-	-	-	557,143.01
กันยายน	420.00	200,000.00	552,943.04	-	-	-	-	-	-	552,943.04
ตุลาคม	440.00	182,000.00	534,790.07	-	-	-	-	-	-	534,790.07
พฤศจิกายน	450.00	78,000.00	284,095.27	-	-	-	-	-	-	284,095.27
ธันวาคม	410.00	312,000.00	844,483.59	-	-	-	-	-	-	844,483.59
รวม		2,378,300.00	6,709,646.65	-	-	-	-	-	-	6,709,646.65
เฉลี่ย		198,191.67	559,137.22	-	-	-	-	-	-	559,137.22

ตารางที่ 2 การใช้พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิง ปีพ.ศ.2549

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าหลัก

หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า 915-001000

เดือน	พลังงานไฟฟ้า			พลังงานเชื้อเพลิง			ค่าใช้จ่าย พลังงานรวม
	พลังไฟฟ้าสูงสุด KW	พลังงานไฟฟ้า KW	ค่าไฟฟ้า (บาท)	ปริมาณ (ลิตร)	ชนิด(ระบุ) มูลค่า (บาท)	ต่อเดือน (บาท)	
มกราคม	780.00	194,000.00	635,358.08	-	-	635,358.08	
กุมภาพันธ์	450.00	193,500.00	604,202.57	-	-	604,202.57	
มีนาคม	500.00	214,820.00	670,862.05	-	-	670,862.05	
เมษายน	520.00	227,340.00	708,041.28	-	-	708,041.28	
พฤษภาคม	530.00	208,440.00	660,356.28	-	-	660,356.28	
มิถุนายน	500.00	223,700.00	717,231.55	-	-	717,231.55	
กรกฎาคม	490.00	230,700.00	734,289.49	-	-	734,289.49	
สิงหาคม	450.00	212,840.00	679,109.48	-	-	679,109.48	
กันยายน	460.00	216,900.00	690,221.07	-	-	690,221.07	
ตุลาคม	450.00	218,260.00	675,448.81	-	-	675,448.81	
พฤศจิกายน	470.00	214,320.00	669,161.55	-	-	669,161.55	
ธันวาคม	480.00	201,600.00	637,404.31	-	-	637,404.31	
รวม		2,556,420.00	8,081,686.52	-	-	8,081,686.52	
เฉลี่ย		213,035.00	673,473.88	-	-	673,473.88	

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2548 และ ปี 2549

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)		พลังงานไฟฟ้า (kWh)		ค่าไฟฟ้า (บาท)	
	2548	2549	2548	2549	2548	2549
ปี						
มกราคม	410.00	780.00	177,800.00	194,000.00	495,502.77	635,358.80
กุมภาพันธ์	470.00	450.00	194,000.00	193,500.00	542,131.55	604,202.57
มีนาคม	480.00	500.00	208,900.00	214,820.00	578,288.97	670,862.05
เมษายน	510.00	520.00	210,400.00	227,340.00	588,017.52	708,041.28
พฤษภาคม	540.00	530.00	213,200.00	208,440.00	600,717.52	660,356.28
มิถุนายน	480.00	500.00	204,000.00	223,700.00	574,837.81	717,231.55
กรกฎาคม	460.00	490.00	198,000.00	230,700.00	556,695.53	734,289.49
สิงหาคม	440.00	450.00	200,000.00	212,840.00	557,143.01	679,109.48
กันยายน	420.00	460.00	200,000.00	216,900.00	552,943.04	690,221.07
ตุลาคม	440.00	450.00	182,000.00	218,260.00	534,790.07	675,448.81
พฤศจิกายน	450.00	470.00	78,000.00	214,320.00	284,095.27	669,161.55
ธันวาคม	410.00	480.00	312,000.00	201,600.00	844,483.59	637,404.34
รวม	5,510.00	6,080.00	2,378,300.00	2,556,420.00	6,709,646.65	8,081,687.24
เฉลี่ย	619.85	663.77	183,142.15	196,843.77	516,322.67	673,473.94

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุ ปี	ชนิด เทอร์โมสต	Volt V.	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า/ปี kWb/y
		อาคารภาคขายและบริการ ภูมิภาคที่ 2 ชั้นที่ 1											
1	1	ห้องบัญชีพัสดุ	38,000	1	2	ET	398	6.30	6.27	6.24	0.90	3.89	8,215.52
		อาคารภาคขายและบริการ ภูมิภาคที่ 2 ชั้นที่ 2											
2	2	ห้อง Online	32,800	1	2	ET	396	5.70	5.67	5.65	0.87	3.39	7,149.81
3	3	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	397	5.80	5.77	5.75	0.86	3.41	7,210.37
4	3	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	399	5.70	5.67	5.65	0.87	3.41	7,203.98
5	3	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	396	5.50	5.47	5.45	0.91	3.42	7,214.90
6	3	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	398	5.40	5.37	5.35	0.91	3.37	7,118.85
7	3	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	394	5.60	5.57	5.55	0.89	3.38	7,148.96
8	3	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	396	5.70	5.67	5.65	0.88	3.42	7,231.99
9	3	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	394	5.60	5.57	5.55	0.88	3.35	7,068.64
10	4	ห้อง ศษ.ผ.เขต	32,800	1	2	ET	396	5.80	5.77	5.75	0.86	3.41	7,192.21
11	5	ห้อง Server	32,800	1	2	ET	396	5.60	5.57	5.55	0.90	3.44	7,265.99

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุ ปี	ชนิด เทอร์โมสแตท	Volt V.	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kWh/y
12	8	ห้องทางเดิน	39,000	1	2	BT	398	7.00	6.97	6.94	0.88	4.23	8,929.77
		อาคารภาคขายและบริการ ภูมิภาคที่ 2 ชั้นที่ 3											
13	2	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	396	5.80	5.77	5.75	0.87	3.44	7,275.84
14	2	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	397	5.40	5.37	5.35	0.91	3.36	7,100.97
15	2	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	395	5.50	5.47	5.45	0.90	3.37	7,117.60
16	2	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	396	5.70	5.67	5.65	0.87	3.39	7,149.81
17	2	ห้องสำนักงานเขต	38,000	1	2	ET	398	5.50	5.47	5.45	0.88	3.32	7,012.28
18	2	ห้องสำนักงานเขต	38,000	1	2	ET	398	5.60	5.57	5.55	0.88	3.38	7,140.40
19	2	ห้องสำนักงานเขต	38,000	1	2	ET	397	5.36	5.33	5.31	0.91	3.34	7,048.11
20	2	ห้องสำนักงานเขต	32,800	1	2	ET	396	5.34	5.31	5.29	0.88	3.21	6,773.09
21	3	ห้องผู้อำนวยการเขต	32,800	1	2	ET	396	5.68	5.65	5.63	0.89	3.45	7,288.39
22	4	ห้องประชุม	32,800	1	2	ET	397	5.47	5.44	5.42	0.87	3.26	6,877.28

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุปี	ชนิดเทอร์โมสแตท	Volt	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า/ปี kWh/y
23	7	ห้องทางเดิน	39,000	1	12	BT	395	6.50	6.47	6.44	0.92	4.07	8,500.64
24	2	อาคารภาคขายและให้บริการ ภูมิภาคที่ 2 ชั้นที่ 4 ห้องงานรับแจ้ง	32,800	1	2	ET	394	5.38	5.35	5.33	0.90	3.29	6,943.92
25	3	ห้องกองโทรศัพท์	32,800	1	2	ET	396	5.34	5.31	5.29	0.89	3.24	6,850.05
26	3	ห้องกองโทรศัพท์	32,800	1	2	ET	398	5.42	5.39	5.37	0.87	3.23	6,831.27
27	3	ห้องกองโทรศัพท์	32,800	1	2	ET	395	5.31	5.28	5.26	0.89	3.22	6,794.18
28	3	ห้องกองโทรศัพท์	32,800	1	2	ET	395	5.70	5.67	5.65	0.86	3.34	7,049.78
29	3	ห้องกองโทรศัพท์	32,800	1	2	ET	396	5.59	5.56	5.54	0.87	3.32	7,011.18
30	3	ห้องกองโทรศัพท์	32,800	1	2	ET	395	5.49	5.46	5.44	0.90	3.36	7,104.59
31	3	ห้องกองโทรศัพท์	32,800	1	2	ET	396	5.50	5.47	5.45	0.90	3.38	7,135.61
32	3	ห้อง ผอ.กองโทรศัพท์	32,800	1	2	ET	396	4.45	5.42	5.40	0.90	3.14	6,635.86
33	3	ห้องธุรการและการเงิน	32,800	1	2	ET	394	5.80	5.77	5.75	0.87	3.43	7,239.09

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุ ปี	ชนิด เทอร์โมสแตท	Volt V.	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kWh/y
		อาคารภาคขยายและบริการ ภูมิภาคที่ 2 ชั้นที่ 5											
34	2	ห้องประชุม	42,000	1	12	BT	396	8.60	8.56	8.52	0.88	5.17	13,639.66
35	3	ห้องเจ้าหน้าที่	36,000	1	12	BT	396	6.90	6.87	6.84	0.88	4.15	10,946.78
36	3	ห้องเจ้าหน้าที่	36,000	1	12	BT	396	6.60	6.57	6.54	0.91	4.10	10,825.64
37	3	ห้องเจ้าหน้าที่	36,000	1	12	BT	397	6.90	6.87	6.84	0.88	4.16	10,974.42
38	3	ห้องเจ้าหน้าที่	36,000	1	12	BT	396	6.60	6.57	6.54	0.88	3.97	10,468.76
39	3	ห้องเจ้าหน้าที่	36,000	1	12	BT	396	6.30	6.27	6.24	0.90	3.87	10,217.79
40	3	ห้องเจ้าหน้าที่	36,000	1	12	BT	395	6.75	6.72	6.69	0.86	3.95	10,437.98
41	3	ห้องเจ้าหน้าที่	36,000	1	12	BT	396	6.60	6.57	6.54	0.88	3.97	10,468.76
42	3	ห้องเจ้าหน้าที่	36,000	1	12	BT	395	6.30	6.27	6.24	0.90	3.86	10,191.99
43	6	ทางเดิน	42,000	1	12	BT	396	8.90	8.86	8.82	0.87	5.29	13,957.25
44	7	ห้อง ข.จย.ภ2	36,000	1	12	BT	396	6.90	6.87	6.84	0.90	4.24	11,195.57

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุปี	ชนิดเทอร์โมสแตท	Volt V.	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kWh/y
		อาคารภาคขายและบริการภูมิภาคที่ 2 ชั้นที่ 6											
45	2	ห้องประชุมเล็ก	42,000	1	12	BT	396	8.60	8.56	8.52	0.92	5.40	14,259.64
46	3	ห้องประชุม	36,000	1	12	BT	398	6.50	6.47	6.44	0.88	3.92	10,361.48
47	3	ห้องประชุม	36,000	1	12	BT	398	6.80	6.77	6.74	0.87	4.06	10,718.72
48	3	ห้องประชุม	36,000	1	12	BT	396	6.60	6.57	6.54	0.92	4.15	10,944.61
49	3	ห้องประชุม	36,000	1	12	BT	398	6.70	6.67	6.64	0.86	3.95	10,439.01
50	3	ห้องประชุม	36,000	1	12	BT	397	6.50	6.47	6.44	0.87	3.87	10,218.00
51	3	ห้องประชุม	36,000	1	12	BT	396	6.80	6.67	6.74	0.88	4.09	10,797.60
52	3	ห้องประชุม	36,000	1	12	BT	395	6.90	6.87	6.84	0.91	4.28	11,299.20
53	3	ห้องประชุม	36,000	1	12	BT	398	6.60	6.57	6.54	0.88	3.99	10,533.60
54	5	ทางเดิน	36,000	1	12	BT	398	6.80	6.77	6.74	0.89	4.15	10,956.00
55	5	ทางเดิน	36,000	1	12	BT	396	6.50	6.47	6.44	0.88	3.91	10,322.40

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Bwh/h	จำนวน	อายุ ปี	ชนิด เทอร์โมฯ	Volt V.	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kWh/y
		อาคารภาคขายและบริการ ภูมิภาคที่ 2 ชั้นที่ 7											
56	1	ห้องมอเตอร์ลิฟท์	64,400	1	12	BT	397	11.00	10.95	10.90	0.91	6.85	14,470.64
		อาคารชุมชนสายโทรศัพท์ ขอนแก่น 2 ชั้นที่ 1											
57		ห้อง M.D.F.	38,000	1	12	ET	396	6.20	6.17	6.14	0.92	3.89	16,445.23
58		ห้องแผนกโทรคมนาคม	35,000	1	12	BT	396	6.20	6.17	6.14	0.88	3.72	15,730.22
59		ห้องแผนกโทรคมนาคม	35,000	1	12	BT	397	6.30	6.27	6.24	0.86	3.71	15,661.32
60		ห้องแผนกโทรคมนาคม	27,200	1	12	BT	229	14.00	-	-	0.90	2.89	12,187.93
61		ห้องแผนกโทรคมนาคม	27,200	1	12	BT	228	13.80	-	-	0.91	2.86	12,094.26
62		ห้องแผนกโทรคมนาคม	25,000	1	12	ET	230	13.10	-	-	0.88	2.65	11,199.68
63		ห้อง Radio Equipment	35,000	1	12	BT	397	6.40	6.37	6.34	0.86	3.77	15,911.10
64		ห้อง Radio Equipment	35,000	1	12	BT	396	5.90	5.87	5.85	0.92	3.71	15,654.51
65		ห้อง Radio Equipment	36,000	1	12	BT	398	6.50	6.47	6.44	0.86	3.84	16,201.59

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุ ปี	ชนิด เทอร์โมสแตท	Volt	Ir A.	Is A.	R A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kWh/y
66		ห้อง Radio Equipment	36,000	1	12	BT	396	6.40	6.37	6.34	0.87	3.80	16,055.57
67		ห้อง Radio Equipment	36,000	1	12	BT	396	6.30	6.27	6.24	0.91	3.91	16,530.12
68	6	ห้อง Radio Equipment	36,000	1	12	BT	397	6.30	6.27	6.24	0.90	3.88	16,389.75
69	6	ห้อง Radio Equipment	36,000	1	2	ET	229	17.90	-	-	0.92	3.77	15,929.43
70	6	ห้อง Radio Equipment	36,000	1	2	ET	230	18.60	-	-	0.88	3.76	15,901.84
71	6	ห้อง Radio Equipment	36,000	1	2	ET	230	18.70	-	-	0.88	3.78	15,987.33
72	9	ห้องงานตรวจแก้	38,000	1	2	ET	396	6.50	6.47	6.44	0.89	3.95	16,682.51
		อาคารชุมสายโทรศัพท์ ขอมแทน 2 ชั้นที่ 2											
73	1	ห้องปฏิบัติการชุมสาย	100,000	1	2	ET	397	15.80	15.72	15.66	0.91	9.84	41,566.21
74	1	ห้องปฏิบัติการชุมสาย	100,000	1	2	ET	396	16.20	16.12	16.05	0.87	9.62	40,638.82
75	1	ห้องปฏิบัติการชุมสาย	100,000	1	2	ET	396	16.30	16.22	16.15	0.87	9.68	40,890.87
76	1	ห้องปฏิบัติการชุมสาย	100,000	1	2	ET	397	15.60	15.52	15.46	0.91	9.72	41,037.60
77	1	ห้องปฏิบัติการชุมสาย	100,000	1	2	ET	396	16.20	16.12	16.05	0.88	9.73	41,105.93

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุ ปี	ชนิด เทอร์โมฯ	Volt	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kWh/y
78	1	ห้องปฏิบัติการชุมชนสาย	100,000	1	2	ET	398	15.80	15.72	15.66	0.91	9.87	41,670.91
79	1	ห้องปฏิบัติการชุมชนสาย	78,000	1	2	ET	395	12.80	12.74	12.68	0.89	7.76	32,766.37
80	1	ห้องปฏิบัติการชุมชนสาย	78,000	1	2	BT	396	12.40	12.34	12.29	0.91	7.70	32,541.74
81	1	ห้องปฏิบัติการชุมชนสาย	78,000	1	2	BT	396	12.60	12.54	12.49	0.86	7.40	31,252.04
82	4	ห้องแผนกอุปกรณ์ชุมชนสาย	25,000	1	2	BT	229	12.20	-	-	0.92	2.57	10,856.93
83	6	ห้องชุมชนสายต่อผ่าน 2	78,000	1	2	BT	398	12.30	12.24	12.19	0.91	7.68	32,441.13
84	6	ห้องชุมชนสายต่อผ่าน 2	78,000	1	2	BT	396	12.80	12.74	12.68	0.89	7.78	32,849.32
85	6	ห้องชุมชนสายต่อผ่าน 2	78,000	1	2	BT	396	12.30	12.24	12.19	0.92	7.73	32,632.81
86	7	ห้องชุมชนสายต่อผ่าน 1	78,000	1	2	ET	396	12.90	12.84	12.78	0.87	7.66	32,363.19
87	7	ห้องชุมชนสายต่อผ่าน 1	78,000	1	2	ET	398	12.20	12.14	12.09	0.92	7.70	32,529.74
88	7	ห้องชุมชนสายต่อผ่าน 1	35,000	1	2	ET	396	12.40	12.34	12.29	0.91	7.70	32,541.74
89	7	ห้องชุมชนสาย ATM	35,000	1	12	BT	396	6.30	6.27	6.24	0.87	3.74	15,803.52
90	8	ห้องชุมชนสาย ATM	35,000	1	12	BT	398	6.24	6.21	6.18	0.91	3.90	16,454.62
91	8	ห้อง OMC	35,000	1	12	BT	397	6.50	6.47	6.44	0.87	3.87	16,348.80

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Bwh	จำนวน	อายุ ปี	ชนิด เทอร์โมสแตท	Volt	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kWh/y
92	9	ห้อง OMC	35,000	1	12	BT	396	6.40	6.37	6.34	0.90	3.93	16,609.21
93	9	ห้อง ISDN	78,000	1	2	ET	396	12.70	12.64	12.59	0.88	7.63	32,233.78
94	10	ห้อง ISDN	78,000	1	2	ET	399	12.50	12.44	12.39	0.90	7.74	32,690.68
		อาคารฝ่ายขายและบริการ ถูกกำกับภาคที่ 2.2 ชั้นที่ 1											
95	1	ห้องส่วนอำนวยความสะดวก	38,000	1	8	BT	401	6.50	6.47	6.44	0.91	4.09	10,795.48
96	1	ห้องส่วนอำนวยความสะดวก	38,000	1	8	BT	401	6.60	6.57	6.54	0.91	4.15	10,962.33
97	1	ห้องส่วนอำนวยความสะดวก	38,000	1	8	BT	401	6.60	6.57	6.54	0.90	4.11	10,841.87
98	1	ห้องส่วนอำนวยความสะดวก	38,000	1	8	BT	401	6.50	6.47	6.44	0.90	4.04	10,676.85
		อาคารฝ่ายขายและบริการ ถูกกำกับภาคที่ 2.2 ชั้นที่ 2											
99	2	ห้องกองตรวจสอบ	36,000	1	2	ET	228	18.20	-	-	0.91	3.78	7,975.20
100	2	ห้องกองตรวจสอบ	36,000	1	2	ET	227	18.80	-	-	0.87	3.71	7,841.46
101	3	ห้องอุปกรณ์โทรศัพท์	36,000	1	2	ET	228	18.20	-	-	0.88	3.65	7,712.28

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุ ปี	ชนิด เทอร์โมส	Volt V.	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kWby
102	3	ห้องอุปกรณ์โทรศัพท์	36,000	1	2	ET	229	18.20	-	-	0.90	3.75	7,922.15
103	4	ห้องส่วนอำนวยความสะดวก	13,000	1	2	BT	229	6.90	-	-	0.89	1.41	2,970.08
104	5	ห้องติดต่อสอบถาม	25,000	1	2	ET	226	12.80	-	-	0.91	2.63	5,559.73
105	6	ห้อง ผอ.ส่วนอำนวยความสะดวก	36,000	1	2	ET	226	18.10	-	-	0.92	3.76	7,948.20
106	6	ห้อง ผอ.ส่วนอำนวยความสะดวก	36,000	1	2	ET	227	18.50	-	-	0.90	3.78	7,982.41
107	6	ห้อง ผอ.ส่วนอำนวยความสะดวก	36,000	1	2	ET	226	18.30	-	-	0.91	3.76	7,948.68
108	7	ห้องคอมพิวเตอร์	25,000	1	2	ET	228	12.60	-	-	0.91	2.61	5,521.29
		อาคารฝ่ายขายและบริการ											
		ถูกกำกับภาคที่ 2.2 ชั้นที่ 3											
109	7	ห้อง ผง.ฝ่าย	36,000	1	2	ET	226	19.20	-	-	0.87	3.78	7,973.02
110	7	ห้อง ชฟง.ฝ่าย 1	25,000	1	2	ET	229	13.40	-	-	0.86	2.64	5,573.56
111	7	ห้องเลขานุการ	36,000	1	2	ET	227	19.00	-	-	0.88	3.80	8,015.97
112	7	ห้องประชุม	18,000	1	12	ET	225	9.00	-	-	0.87	1.76	3,720.82
113	7	ห้องประชุม	18,000	1	12	BT	225	9.80	-	-	0.90	1.98	4,191.26
114	7	ห้องผู้อำนวยการ	25,000	1	2	BT	228	13.00	-	-	0.89	2.64	5,571.37

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสห้อง	รายการ	ขนาด Btu/h	จำนวน	อายุปี	ชนิดเทอร์โมสแตท	Volt	Ir A.	Is A.	It A.	PF.	พลังไฟฟ้า kW.	พลังไฟฟ้า kwh/y
115	7	ห้องประชุมเล็ก	36,000	1	2	BT	227	18.60	-	-	0.89	3.76	7,936.38
116	7	ห้อง ผศ.ฝ่าย 2	36,000	1	2	ET	226	18.50	-	-	0.91	3.80	8,035.55
117	7	ห้อง ผศ.ฝ่าย 2	25,000	1	2	ET	226	12.50	-	-	0.91	2.57	5,429.42
118	7	ห้อง ผศ.ฝ่าย 3	36,000	1	2	ET	227	18.00	-	-	0.86	3.51	7,421.48
119	7	ห้องผู้อำนวยการ	36,000	1	2	ET	227	17.50	-	-	0.90	3.58	7,550.93
		อาคารศูนย์บริการลูกค้า											
120	1	ห้องฝ่ายรับเงิน	25,000	1	2	ET	227	12.20	-	-	0.86	2.38	5,030.12
121	1	ห้องฝ่ายรับเงิน	25,000	1	2	ET	229	12.50	-	-	0.87	2.49	5,259.67
122	1	ห้องฝ่ายรับเงิน	36,000	1	12	BT	230	17.60	-	-	0.88	3.56	7,523.45
123	1	ห้องฝ่ายรับเงิน	36,000	1	12	BT	229	17.80	-	-	0.88	3.59	7,575.86
124	2	ห้องผู้จัดการ	25,000	1	2	ET	229	11.30	-	-	0.89	2.30	4,864.05
		อาคารศูนย์บริการลูกค้า											
125	3	ห้องธุรการ	25,000	1	2	ET	227	11.40	-	-	0.90	2.33	4,918.89
126	4	ห้องงาน	25,000	1	2	ET	229	11.30.	-	-	0.90	2.33	4,898.59
127	5	ห้องนับเหรียญ	27,200	1	12	BT	228	14.90	-	-	0.92	3.13	6,600.90
		รวม		127								536.01	1,651,859.05

ตารางที่ 5 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของระบบปรับอากาศ

ลำดับ	จุด	พื้นที่		รวมถึง				รวมถึง		จุดจุด				การไหล				การกระจาย				การเปลี่ยนแปลง										
		พื้นที่	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง	ความสูง								
1	32,000	1.3778	11.4353	844.50	13.56	87.86	13.19	4296.43	22.86	21.89	55.27	31.62	8.76	30.00	21.57	0.93	37836.72	11.04	3.89	1.24	2.84	9.68	34672.82	9.88	4.09	1.46	8.23	1.61	1.46	32497.78	1.61	1.46
2	32,000	1.3778	10.6092	876.71	14.05	87.40	13.22	3979.02	23.33	23.80	56.31	31.51	8.18	30.00	21.49	1.11	32568.38	9.55	3.39	1.25	2.82	9.60	29228.79	8.57	3.38	1.47	2.40	1.61	1.61	24972.82	1.61	1.61
3	32,000	1.3778	11.8992	948.05	14.42	88.52	13.24	4341.64	24.01	23.99	55.26	31.53	7.54	30.00	21.60	1.12	37255.99	9.60	3.41	1.25	2.82	9.60	29247.56	8.58	3.58	1.47	2.40	1.61	1.61	24972.82	1.61	1.46
4	32,000	1.3778	9.4684	782.72	13.78	86.01	13.20	3557.88	22.90	24.39	55.00	31.99	9.09	30.00	21.93	1.14	32141.13	9.49	3.41	1.27	2.78	9.48	28459.97	8.35	3.53	1.49	2.37	1.61	1.49	24972.82	1.61	1.49
5	32,000	1.3778	11.0972	912.34	14.42	86.80	13.24	4157.33	23.66	23.66	57.15	31.51	7.85	30.00	21.42	1.11	32443.01	9.57	3.43	1.26	2.80	9.54	29402.36	8.62	3.62	1.48	2.38	1.61	1.48	24972.82	1.61	1.48
6	32,000	1.3778	10.4412	863.15	14.10	87.73	13.22	3917.49	23.42	24.05	55.21	31.60	8.18	30.00	21.64	1.12	32045.05	9.40	3.37	1.26	2.79	9.51	28577.52	8.38	3.53	1.48	2.37	1.61	1.48	24972.82	1.61	1.48
7	32,000	1.3778	9.7984	808.85	13.79	88.32	13.20	3681.13	23.16	23.91	57.46	31.89	8.73	30.00	21.67	1.12	32186.27	9.43	3.39	1.27	2.78	9.48	28619.00	8.39	3.55	1.49	2.37	1.61	1.49	24972.82	1.61	1.49
8	32,000	1.3778	10.6882	876.71	13.79	89.90	13.21	3982.03	23.33	23.80	55.96	31.44	8.11	30.00	21.67	1.11	32394.28	9.47	3.42	1.27	2.77	9.44	29027.62	8.51	3.61	1.49	2.36	1.61	1.49	24972.82	1.61	1.49
9	32,000	1.3778	10.4412	863.15	14.26	87.88	13.23	3914.33	23.61	23.94	56.96	31.83	8.22	30.00	21.67	1.12	32177.41	9.44	3.43	1.26	2.82	9.61	28653.63	8.41	3.51	1.47	2.40	1.61	1.47	24972.82	1.61	1.47
10	32,000	1.3778	10.1788	841.46	13.82	89.29	13.21	3821.95	23.30	24.19	55.66	31.87	8.57	30.00	21.80	1.13	32753.92	9.61	3.41	1.28	2.82	9.61	28965.10	8.51	3.55	1.47	2.40	1.61	1.47	24972.82	1.61	1.47
11	32,000	1.3778	9.5996	795.38	13.61	87.96	13.19	3609.92	22.93	23.96	57.81	31.99	9.06	30.00	21.73	1.13	32705.83	9.89	3.44	1.26	2.79	9.51	29045.80	8.52	3.59	1.48	2.37	1.61	1.48	24972.82	1.61	1.48
12	32,000	1.3778	11.5596	939.08	13.83	88.36	13.21	4265.29	23.21	24.30	54.43	31.80	8.99	30.00	21.82	1.13	32705.83	9.89	3.44	1.26	2.79	9.51	29045.80	8.52	3.59	1.48	2.37	1.61	1.48	24972.82	1.61	1.48
13	32,000	1.3778	10.1132	856.04	13.96	86.56	13.23	3797.30	23.15	23.92	54.41	31.69	8.54	30.00	21.61	1.12	32429.91	9.51	3.45	1.28	2.76	9.40	28959.79	8.49	3.62	1.50	2.35	1.61	1.50	24972.82	1.61	1.50
14	32,000	1.3778	9.9820	825.19	14.03	89.41	13.22	3745.20	23.54	24.01	58.23	32.19	8.63	30.00	21.82	1.13	32595.96	9.50	3.36	1.24	2.83	9.64	28651.94	8.40	3.49	1.46	2.41	1.61	1.46	24972.82	1.61	1.46
15	32,000	1.3778	11.4323	944.50	14.31	90.67	13.24	4280.20	23.98	23.64	57.78	31.61	7.63	30.00	21.45	1.11	32494.41	9.53	3.37	1.24	2.84	9.69	29381.88	8.62	3.56	1.46	2.43	1.61	1.46	24972.82	1.61	1.46
16	32,000	1.3778	10.1132	836.04	13.57	91.18	13.20	3860.17	23.23	24.53	54.63	31.83	8.60	30.00	21.83	1.13	32441.49	9.59	3.39	1.24	2.83	9.64	28864.78	8.47	3.52	1.46	2.41	1.61	1.46	24972.82	1.61	1.46
17	32,000	1.3778	9.4356	780.02	13.97	87.81	13.21	3542.87	23.29	24.00	58.91	32.32	9.03	30.00	21.86	1.13	31992.13	9.58	3.32	1.25	2.83	9.64	28245.00	8.28	3.44	1.46	2.41	1.61	1.46	24972.82	1.61	1.46
18	32,000	1.3778	10.3100	852.31	13.74	91.24	13.21	3871.19	23.42	24.21	55.56	31.88	8.46	30.00	21.81	1.13	32754.27	9.61	3.38	1.24	2.84	9.69	28978.58	8.50	3.51	1.46	2.42	1.61	1.46	24972.82	1.61	1.46
19	32,000	1.3778	9.9492	823.48	14.13	89.01	13.23	3750.07	23.60	24.18	57.63	32.28	8.68	30.00	21.89	1.14	32377.01	9.50	3.34	1.24	2.84	9.69	28978.58	8.56	3.45	1.43	2.42	1.61	1.43	24972.82	1.61	1.43
20	32,000	1.3778	9.4684	782.72	13.94	87.11	13.21	3555.19	23.21	24.19	57.89	32.33	9.14	30.00	21.96	1.14	32494.41	9.53	3.21	1.19	2.97	10.12	28553.79	8.38	3.32	1.39	2.33	1.61	1.59	24972.82	1.61	1.59
21	32,000	1.3778	9.9492	823.48	14.11	85.82	13.22	3732.89	23.22	23.71	59.04	31.96	8.74	30.00	21.80	1.12	32651.47	9.57	3.45	1.27	2.77	9.46	29148.81	8.55	3.62	1.49	2.36	1.61	1.49	24972.82	1.61	1.49
22	32,000	1.3778	9.4356	780.02	13.83	87.99	13.21	3542.87	23.10	24.16	58.42	32.42	9.23	30.00	21.87	1.14	32700.70	9.59	3.26	1.20	2.94	10.03	28724.00	8.43	3.37	1.41	2.50	1.61	1.41	24972.82	1.61	1.41
23	32,000	1.3778	11.7288	956.56	13.87	89.56	13.21	4252.88	23.38	24.17	54.90	31.69	8.31	30.00	21.73	1.11	32424.24	10.37	3.47	1.26	2.85	9.68	28183.86	9.14	4.25	1.60	2.20	1.61	1.60	24972.82	1.61	1.60
24	32,000	1.3778	10.7036	894.83	13.86	86.66	13.21	4018.88	23.08	23.68	55.55	31.20	8.15	30.00	21.33	1.11	32754.68	9.61	3.29	1.21	2.82	9.96	29034.69	8.49	3.50	1.42	2.48	1.61	1.42	24972.82	1.61	1.42
25	32,000	1.3778	10.6380	879.42	14.27	90.84	13.24	3985.50	23.96	24.28	56.47	32.16	8.20	30.00	21.94	1.14	32675.43	9.59	3.28	1.19	2.96	10.09	28744.56	8.43	3.35	1.40	2.52	1.61	1.40	24972.82	1.61	1.40
26	32,000	1.3778	10.1132	836.04	14.32	87.30	13.23	3791.56	23.61	23.94	58.46	32.14	9.33	30.00	21.77	1.13	32641.97	9.49	3.23	1.20	2.94	10.01	28669.88	8.41	3.37	1.41	2.50	1.61	1.41	24972.82	1.61	1.41

ตารางที่ 5 การคำนวณพหาค่าสมรรถนะของระบบปรับอากาศ (ต่อ)

รหัสด้านล่าง	ขนาดตู้	ขนาดตู้	ความชื้น				อุณหภูมิ			ความชื้นสัมพัทธ์		พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ																																															
			ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น																			ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น	ความชื้น																												
																																																	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP	COP
27	32,000	1	1.3778	9,3372	771.89	13.73	86.10	13.20	3508.38	22.85	24.17	64.89	32.11	9.26	30.00	21.87	1.13	0.96	32489.45	9.33	3.22	1.19	2.06	10.09	28663.03	8.41	3.34	1.40	2.53	4.39	1.41	1.40	สมรรถ																																											
28	32,000	1	1.3778	9,2060	781.04	13.73	86.61	13.20	3469.28	22.91	24.15	64.06	32.53	9.43	30.00	21.93	1.14	0.97	32386.42	9.36	3.34	1.23	2.06	9.76	28755.03	8.41	3.45	1.45	2.44	4.30	1.41	1.45	สมรรถ																																											
29	32,000	1	1.3778	9,9820	823.19	14.06	90.77	13.22	3745.20	23.72	24.16	64.06	32.33	8.63	30.00	21.94	1.14	0.97	32321.06	9.48	3.32	1.23	2.06	9.74	28439.34	8.34	3.43	1.43	2.43	4.28	1.41	1.45	สมรรถ																																											
30	30,000	1	1.3778	9,6324	796.29	13.87	89.84	13.21	3616.77	23.41	24.18	63.21	32.40	8.99	30.00	21.97	1.14	0.97	32514.72	9.34	3.36	1.24	2.04	9.68	28560.03	8.39	3.47	1.46	2.42	4.23	1.41	1.46	สมรรถ																																											
31	32,000	1	1.3778	9,6632	799.00	13.74	88.23	13.20	3611.33	23.09	24.35	65.42	32.03	8.94	30.00	21.91	1.14	0.97	32468.57	9.32	3.38	1.23	2.03	9.61	28572.11	8.38	3.30	1.47	2.40	4.17	1.41	1.47	สมรรถ																																											
32	32,000	1	1.3778	11,0972	917.35	14.34	90.66	13.24	4157.33	23.90	23.83	66.99	31.69	7.79	30.00	21.57	1.13	0.95	32384.57	9.30	3.35	1.24	2.04	9.67	28974.72	8.30	3.32	1.46	2.41	4.23	1.41	1.46	สมรรถ																																											
33	32,000	1	1.3778	11,6220	940.77	14.14	90.76	13.23	4337.22	23.69	23.76	64.67	31.12	7.43	30.00	21.54	1.13	0.94	32374.16	9.30	3.43	1.27	2.07	9.44	28974.59	8.39	3.65	1.49	2.36	4.03	1.41	1.49	สมรรถ																																											
34	42,000	1	1.3778	11,6220	940.77	14.20	90.83	13.24	4333.93	23.98	24.23	67.55	32.33	8.35	30.00	21.97	1.14	0.97	36353.33	10.56	5.17	1.71	2.06	7.03	31934.18	9.37	5.34	2.01	1.76	5.98	1.61	2.01	สมรรถ																																											
35	36,000	1	1.3778	8,7376	723.97	13.87	90.81	13.21	3298.30	23.32	24.16	68.41	32.42	8.90	30.00	21.97	1.14	0.97	29243.64	8.36	4.13	1.70	2.07	7.05	25706.34	7.54	4.28	2.00	1.76	6.00	1.61	2.00	สมรรถ																																											
36	36,000	1	1.3778	9,2344	774.46	14.13	88.47	13.22	3302.22	23.54	23.92	66.33	31.71	8.17	30.00	21.62	1.12	0.95	28613.15	8.39	4.10	1.73	2.03	6.98	25340.41	7.49	4.30	2.02	1.74	5.94	1.61	2.02	สมรรถ																																											
37	36,000	1	1.3778	8,6392	715.94	13.76	87.48	13.20	3233.81	23.06	24.08	66.30	31.91	8.85	30.00	21.76	1.13	0.96	28796.24	8.43	4.16	1.73	2.03	6.92	25338.46	7.49	4.34	2.04	1.73	5.89	1.61	2.04	สมรรถ																																											
38	36,000	1	1.3778	8,7904	724.48	14.33	86.64	13.23	3293.62	23.51	24.24	67.36	32.30	8.75	30.00	21.97	1.14	0.97	28936.70	8.46	3.97	1.43	2.13	7.26	25329.89	7.43	4.10	1.94	1.81	6.18	1.61	1.94	สมรรถ																																											
39	36,000	1	1.3778	9,0748	750.20	13.99	88.94	13.19	3412.57	23.01	23.61	65.89	31.18	8.17	30.00	21.89	1.10	0.94	27880.66	8.18	3.87	1.67	2.11	7.26	25272.32	7.41	4.12	1.96	1.80	6.13	1.61	1.96	สมรรถ																																											
40	36,000	1	1.3778	9,1732	759.33	14.26	89.33	13.24	3464.54	23.91	24.28	65.97	32.06	8.15	30.00	21.90	1.13	0.97	28907.81	8.22	3.98	1.68	2.08	7.09	24680.44	7.24	4.09	1.99	1.77	6.03	1.61	1.99	สมรรถ																																											
41	36,000	1	1.3778	9,4356	780.02	14.16	88.59	13.23	3517.32	23.38	23.90	66.07	31.46	7.88	30.00	21.48	1.11	0.95	27673.02	8.18	3.97	1.71	2.04	7.02	25044.36	7.35	4.19	2.01	1.78	5.97	1.61	2.01	สมรรถ																																											
42	36,000	1	1.3778	9,0280	749.67	14.14	87.48	13.22	3164.36	23.43	24.01	65.71	31.65	8.22	30.00	21.64	1.12	0.95	27814.62	8.16	3.86	1.67	2.11	7.21	24808.25	7.28	4.05	1.96	1.80	6.13	1.61	1.96	สมรรถ																																											
43	42,000	1	1.3778	11,2040	937.65	14.17	88.08	13.23	4294.23	23.54	24.19	66.67	32.09	8.33	30.00	21.87	1.13	0.96	36282.83	10.63	5.29	1.75	2.01	6.84	31943.65	9.37	5.49	2.06	1.71	5.82	1.61	2.06	สมรรถ																																											
44	36,000	1	1.3778	8,8232	729.40	13.60	90.26	13.20	3313.44	23.17	23.83	66.88	31.69	8.32	30.00	21.58	1.12	0.95	28247.53	8.29	4.24	1.80	1.95	6.66	31540.79	7.41	4.46	2.12	1.66	5.67	1.61	2.12	สมรรถ																																											
45	42,000	1	1.3778	10,4412	863.15	13.85	87.71	13.21	3920.43	23.16	24.00	68.44	32.22	9.06	30.00	21.82	1.13	0.96	35319.31	10.42	5.40	1.82	1.93	6.38	31414.33	9.21	5.61	2.14	1.64	5.60	1.61	2.14	สมรรถ																																											
46	32,000	1	1.3778	8,3640	691.44	13.91	87.70	13.21	3140.31	23.22	24.12	68.07	32.30	9.08	30.00	21.91	1.14	0.97	28513.81	8.36	3.92	1.65	2.13	7.27	25116.62	7.37	4.06	1.94	1.82	6.19	1.61	1.94	สมรรถ																																											
47	32,000	1	1.3778	8,0360	664.32	13.60	88.30	13.19	3021.93	22.95	24.13	67.94	32.28	9.33	30.00	21.91	1.14	0.97	28194.57	8.27	4.06	1.73	2.04	6.94	24833.67	7.28	4.20	2.03	1.73	5.91	1.61	2.03	สมรรถ																																											
48	39,000	1	1.3778	9,7308	804.43	14.32	87.41	13.23	3648.19	23.63	24.18	64.64	31.64	8.01	30.00	21.72	1.13	0.96	29222.00	8.27	4.13	1.70	2.07	7.04	25963.78	7.63	4.31	2.00	1.76	5.99	1.61	2.00	สมรรถ																																											
49	32,000	1	1.3778	9,7308	804.43	13.95	87.79	13.21	3653.71	23.27	23.63	64.84	30.99	7.72	30.00	21.34	1.10	0.94	28206.66	8.27	3.98	1.68	2.09	7.14	25628.02	7.32	4.22	1.97	1.78	6.08	1.61	1.97	สมรรถ																																											
50	32,000	1	1.3778	9,6852	799.00	14.14	87.67	13.22	3626.54	23.46	23.61	64.25	31.26	7.80	30.00	21.32	1.10	0.94	28283.42	8.30	3.87	1.64	2.14	7.31	25601.14	7.51	4.12	1.93	1.82	6.12	1.61	1.93	สมรรถ																																											
51	32,000	1	1.3778	8,8232	729.40	13.59	88.49	13.19	3317.95	23.96	23.88	67.89	31.94	8.94	30.00	21.64	1.12	0.96	29795.20	8.74	4.09	1.63	2.14	7.28	26321.92	7.78	4.28	1.94	1.82	6.20	1.61	1.94	สมรรถ																																											
52	42,000	1	1.3778	8,4852	702.28	13.71	86.31	13.19	3194.61	22.85	24.08	65.23	31.65	8.80	30.00	21.67	1.12	0.96	28112.55	8.25	4.28	1.83	1.93	6.57	25933.66	7.34	4.48	2.15	1.64	5.59	1.61	2.15	สมรรถ																																											

ตารางที่ 5 การคำนวณหาค่าสมรรถนะของระบบปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	ขนาด	พื้นที่	ข้อมูล			อุณหภูมิ			ความชื้น			ค่าการนำความร้อน			ค่าการนำความร้อน			ค่า COP	ค่า EER	ค่า COP	ค่า EER	ค่า COP	ค่า EER	ค่า COP	ค่า EER						
			ความหนาแน่น	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ	ความจุ									ความจุ	ความจุ	ความจุ			
53	36,000	1	1.3778	9.4684	782.73	14.18	88.73	13.23	3490.81	23.62	64.79	31.62	8.00	21.69	1.12	0.96	28396.50	8.33	3.99	1.69	2.09	7.12	25267.00	7.41	4.17	1.98	1.78	6.06	1.61	1.96	กึ่ง
54	36,000	1	1.3778	9.4684	782.73	14.06	88.66	13.22	3522.20	23.49	64.67	32.03	8.54	21.99	1.14	0.97	30338.33	8.90	4.13	1.64	2.14	7.31	26624.67	7.81	4.28	1.93	1.82	6.22	1.61	1.93	กึ่ง
55	36,000	1	1.3778	8.6592	715.84	14.17	89.66	13.25	3246.43	23.72	66.02	32.39	8.67	21.98	1.14	0.97	28146.58	8.26	3.91	1.67	2.11	7.20	24712.43	7.25	4.00	1.96	1.80	6.13	1.61	1.96	กึ่ง
56	64,400	1	2.7556	8.8888	1449.64	15.32	87.32	13.20	6680.18	23.08	65.70	31.98	8.90	21.87	1.13	0.96	59451.56	17.44	6.85	1.38	2.35	8.68	53402.25	15.39	7.10	1.62	2.17	7.39	1.61	1.62	กึ่ง
57	38,000	1	1.5900	11.0644	1028.99	13.92	85.97	13.21	4673.68	23.04	64.88	31.14	8.10	21.34	1.11	0.94	37856.83	11.10	3.89	1.23	2.85	9.73	34214.79	10.04	4.13	1.45	2.43	8.28	1.61	1.45	กึ่ง
58	35,000	1	1.3778	11.9172	984.17	14.42	91.02	13.25	4461.15	24.15	66.71	31.35	7.20	21.35	1.11	0.94	33120.30	9.42	3.72	1.39	2.51	8.63	39033.51	8.52	3.93	1.63	2.16	7.55	1.61	1.63	กึ่ง
59	35,000	1	1.3778	9.8808	814.35	13.73	85.64	13.19	3704.38	22.80	64.93	31.48	8.68	21.58	1.12	0.95	32154.01	9.43	3.71	1.38	2.54	8.67	38754.21	8.43	3.90	1.63	2.16	7.37	1.61	1.63	กึ่ง
60	27,200	1	1.0333	10.9660	679.87	14.34	87.31	13.23	3065.31	23.64	65.57	31.80	8.16	21.76	1.13	0.96	25159.82	7.38	2.89	1.38	2.55	8.71	22313.43	6.55	3.01	1.63	2.17	7.41	1.61	1.63	กึ่ง
61	27,200	1	1.0333	11.0844	685.97	14.39	90.38	13.24	3108.63	24.06	66.17	32.06	8.00	21.73	1.13	0.96	24669.03	7.39	2.86	1.38	2.55	8.70	22982.99	6.46	2.99	1.62	2.17	7.40	1.61	1.62	กึ่ง
62	21,000	1	1.1625	8.9534	599.40	13.64	89.46	13.20	2724.56	23.12	68.00	32.29	9.17	21.91	1.14	0.97	24984.23	7.33	2.65	1.27	2.77	9.43	22806.02	6.46	2.74	1.30	2.33	8.02	1.61	1.50	กึ่ง
63	33,000	1	1.3778	10.5068	868.58	14.34	90.93	13.24	3906.15	24.05	69.06	32.45	8.40	21.94	1.14	0.97	33065.62	9.70	3.77	1.37	2.97	8.77	26982.49	8.59	3.90	1.61	2.19	7.46	1.61	1.61	กึ่ง
64	33,000	1	1.3778	10.1132	836.04	13.58	90.80	13.20	3808.17	23.20	66.18	31.73	8.53	21.66	1.12	0.96	32415.47	9.51	3.71	1.37	2.56	8.74	24940.97	8.47	3.98	1.61	2.18	7.43	1.61	1.61	กึ่ง
65	34,000	1	1.3778	9.8492	822.48	13.83	87.94	13.21	3753.72	23.16	68.28	32.13	8.97	21.78	1.13	0.96	33509.39	9.83	3.84	1.38	2.36	8.73	29691.13	8.71	4.00	1.62	2.18	7.43	1.61	1.63	กึ่ง
66	34,000	1	1.3778	9.5994	793.58	13.69	86.11	13.19	3609.92	22.81	66.23	31.99	9.18	21.84	1.13	0.96	33139.02	9.72	3.80	1.38	2.56	8.72	29382.28	8.39	3.89	1.63	2.18	7.43	1.61	1.63	กึ่ง
67	34,000	1	1.3778	9.9620	825.19	13.81	86.26	13.20	3780.87	22.95	66.66	32.00	9.05	21.81	1.13	0.96	33946.40	9.96	3.91	1.38	2.55	8.68	30096.07	9.81	4.07	1.62	2.17	7.39	1.61	1.63	กึ่ง
68	34,000	1	1.3778	11.4332	944.50	13.73	91.53	13.21	4289.92	23.44	64.95	31.30	7.86	21.60	1.11	0.95	33718.81	9.89	3.88	1.38	2.35	8.99	30934.31	8.90	4.10	1.62	2.17	7.39	1.61	1.63	กึ่ง
69	34,000	1	1.5500	9.5340	886.66	14.01	86.13	13.21	4027.23	23.15	66.16	32.06	8.91	21.89	1.13	0.97	35882.63	10.33	3.77	1.26	2.79	9.52	31634.16	9.28	3.91	1.48	2.38	8.10	1.61	1.48	กึ่ง
70	34,000	1	1.5500	10.8248	1007.64	14.42	86.61	13.24	4666.33	23.64	65.59	31.42	7.78	21.49	1.11	0.95	33526.03	10.42	3.78	1.27	2.77	9.43	31446.66	9.22	3.92	1.49	2.35	8.03	1.61	1.48	กึ่ง
71	38,000	1	1.5900	10.1132	940.55	13.80	90.20	13.21	4271.89	23.42	66.59	32.18	8.76	21.94	1.14	0.97	37421.73	10.98	3.95	1.27	2.78	9.47	32915.87	9.66	4.08	1.49	2.36	8.06	1.61	1.49	กึ่ง
72	100,000	1	3.1667	8.6922	2684.37	14.39	90.15	13.24	12164.82	24.01	66.96	32.22	8.21	21.79	1.13	0.96	99873.14	29.30	9.84	1.18	2.98	10.15	84402.53	25.95	10.24	1.39	2.53	8.64	1.61	1.39	กึ่ง
73	100,000	1	3.1667	8.0033	2481.01	13.93	89.60	13.21	11268.77	23.45	68.90	32.30	8.85	21.80	1.13	0.96	99728.63	29.25	9.82	1.16	3.04	10.37	88081.82	25.84	9.99	1.36	2.59	8.82	1.61	1.36	กึ่ง
74	100,000	1	3.1667	7.7726	2409.83	13.87	89.41	13.21	10945.49	23.36	68.57	32.48	9.12	22.00	1.14	0.97	99622.85	29.28	9.68	1.16	3.02	10.31	87843.90	25.69	9.96	1.37	2.57	8.77	1.61	1.37	กึ่ง
75	100,000	1	3.1667	7.9060	2389.50	13.99	87.61	13.21	10853.12	23.29	68.44	32.47	9.18	22.00	1.14	0.97	99631.65	29.23	9.72	1.17	3.01	10.23	87846.18	25.64	10.02	1.38	2.56	8.72	1.61	1.38	กึ่ง
76	100,000	1	3.1667	7.6404	2369.16	13.80	87.41	13.20	10768.91	23.07	68.24	32.35	9.28	21.93	1.14	0.97	99535.45	29.31	9.73	1.17	3.01	10.27	87942.49	25.80	10.05	1.37	2.56	8.74	1.61	1.37	กึ่ง
77	100,000	1	3.1667	8.7376	2714.87	14.15	89.52	13.23	12312.35	23.68	65.28	31.75	8.07	21.75	1.13	0.96	99560.68	29.15	9.87	1.19	2.95	10.07	88160.31	25.86	10.29	1.40	2.51	8.57	1.61	1.40	กึ่ง

ตารางที่ 5 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของระบบปรับอากาศ (ต่อ)

Table with 25 columns: No, Unit, Design Temp, etc. The table is a continuation of a previous table and contains 25 rows of data for air conditioning system calculations. Each row represents a different unit or zone, with various parameters like temperature, humidity, and flow rate.

ตารางที่ 5 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของระบบปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	ขนาดตู้	จำนวนตู้	พื้นที่	ความถี่	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ				ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์		ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ค่าสัมประสิทธิ์			ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์							
						อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์			ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์			ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์										
ลำดับ	ขนาดตู้	จำนวนตู้	พื้นที่	ความถี่	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นสัมพัทธ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์							
105	36,000	1	1,5500	9.3372	868.36	13.69	90.09	13.20	3947.09	23.24	24.08	68.57	32.35	39497.98	10.55	3.76	1.25	2.81	9.56	31871.66	9.29	3.89	1.47	2.98	8.14	1.61	1.47	1.49
106	36,000	1	1,5500	9.5340	886.66	14.11	86.62	13.22	4024.18	23.31	24.23	67.06	32.22	39485.48	10.52	3.78	1.27	2.78	9.49	31553.57	9.26	3.91	1.49	2.97	8.07	1.61	1.49	1.49
107	36,000	1	1,5500	10.0988	1022.89	14.32	90.73	13.24	4635.45	24.00	23.93	66.34	31.73	34802.00	10.51	3.76	1.26	2.80	9.53	31969.24	9.33	3.94	1.48	2.98	8.11	1.61	1.48	1.48
108	25,000	1	1.1623	8.4952	592.54	13.69	89.97	13.20	2692.36	23.23	24.12	68.94	32.48	24913.02	7.31	2.61	1.26	2.80	9.55	21863.90	6.42	2.69	1.48	2.98	8.12	1.61	1.48	1.48
109	36,000	1	1.55	9.6324	893.81	13.90	86.21	13.21	4068.80	23.04	24.26	68.36	31.88	30968.15	10.55	3.78	1.26	2.79	9.52	31782.16	9.25	3.93	1.48	2.97	8.10	1.61	1.48	1.48
110	25,000	1	1.0656	10.0476	640.40	13.54	90.41	13.19	2922.23	23.12	23.65	68.08	31.65	24926.01	7.31	2.64	1.27	2.77	9.44	22405.21	6.57	2.79	1.49	2.96	8.03	1.61	1.49	1.49
111	36,000	1	1.55	9.9492	925.28	13.66	90.23	13.20	4203.80	23.23	23.73	67.90	31.75	33833.40	10.51	3.80	1.27	2.77	9.43	32104.07	9.42	4.00	1.50	2.95	8.02	1.61	1.50	1.50
112	18,000	1	0.9472	7.4456	423.15	13.69	91.26	13.20	1923.40	23.37	24.13	67.68	32.33	17941.34	5.00	1.94	1.37	2.58	8.78	15023.66	4.41	2.01	1.61	2.19	7.47	1.61	1.61	1.61
113	18,000	1	0.9472	7.5769	490.60	14.09	88.63	13.22	1454.33	23.51	24.15	68.36	32.37	17315.39	5.08	1.96	1.37	2.57	8.75	15230.48	4.47	2.05	1.61	2.18	7.44	1.61	1.61	1.61
114	25,000	1	1.0656	10.4412	667.57	13.96	90.78	13.22	3029.81	23.63	23.73	68.08	31.79	24723.27	7.25	2.64	1.28	2.75	9.36	22139.94	6.49	2.78	1.31	2.34	7.97	1.61	1.51	1.51
115	36,000	1	1.5500	9.9620	928.35	14.20	88.75	13.23	4210.10	23.76	24.13	68.00	32.39	35912.11	10.53	3.76	1.26	2.80	9.55	31631.25	9.28	3.89	1.48	2.98	8.10	1.61	1.48	1.48
116	36,000	1	1.5500	9.8308	916.12	14.20	89.77	13.23	4154.76	23.76	24.09	68.66	32.38	35814.02	10.51	3.80	1.27	2.76	9.42	31530.47	9.25	3.93	1.50	2.95	8.02	1.61	1.50	1.50
117	25,000	1	1.0656	9.4324	615.86	13.73	85.82	13.19	2801.47	22.81	23.76	67.33	31.71	24933.11	7.31	2.57	1.24	2.63	9.70	22338.22	6.55	2.71	1.45	2.42	8.25	1.61	1.45	1.45
118	36,000	1	1.5500	9.7964	911.07	13.88	89.08	13.21	4138.07	23.34	23.72	69.03	31.97	35711.55	10.48	3.51	1.18	2.98	10.17	31891.27	9.35	3.68	1.39	2.54	8.66	1.61	1.39	1.39
119	36,000	1	1.5500	10.1132	940.53	14.07	87.65	13.22	4268.66	23.38	24.06	66.16	31.81	35984.79	10.56	3.58	1.19	2.95	10.05	31972.52	9.35	3.74	1.40	2.51	8.55	1.61	1.40	1.40
120	25,000	1	1.0656	10.1756	663.37	13.83	88.29	13.21	3013.06	23.21	23.75	64.89	31.15	29923.66	7.02	2.38	1.19	2.95	10.08	21624.57	6.34	2.53	1.40	2.51	8.55	1.61	1.40	1.40
121	25,000	1	1.0656	9.0746	348.21	13.72	89.58	13.20	2657.30	23.22	24.12	68.65	32.42	24263.18	7.12	2.49	1.23	2.86	9.74	21331.97	6.26	2.57	1.45	2.43	8.29	1.61	1.45	1.45
122	36,000	1	1.3778	10.3100	852.31	14.11	90.90	13.23	3865.34	23.79	24.24	64.93	31.78	30884.03	9.06	3.56	1.38	2.54	8.68	27973.05	8.09	3.71	1.63	2.18	7.44	1.61	1.61	1.61
123	36,000	1	1.3778	9.7308	904.43	13.97	88.98	13.22	3600.95	23.42	24.46	64.69	32.01	31361.65	9.20	3.59	1.37	2.56	8.74	27447.79	8.08	3.73	1.61	2.18	7.43	1.61	1.61	1.61
124	25,000	1	1.0656	10.2772	657.08	14.31	85.96	13.23	2979.97	23.45	23.61	66.85	31.38	24931.15	6.93	2.30	1.17	3.01	10.27	21350.18	6.26	2.44	1.37	2.56	8.74	1.61	1.37	1.37
125	25,000	1	1.0656	9.4492	636.11	14.29	90.01	13.24	2882.68	23.89	24.32	65.00	31.90	24980.29	6.77	2.33	1.21	2.91	9.91	20795.04	5.98	2.42	1.42	2.47	8.43	1.61	1.42	1.42
126	25,000	1	1.0656	10.1152	646.60	14.19	89.18	13.23	2932.42	23.68	24.32	66.17	32.15	24837.56	7.29	2.33	1.13	3.13	10.66	21836.96	6.41	2.41	1.32	2.66	9.07	1.61	1.32	1.32
127	27,200	1	1.0333	10.8348	671.74	13.82	90.96	13.21	3021.03	23.45	24.12	68.97	32.49	27489.81	8.06	3.13	1.37	2.98	8.78	24346.37	7.14	3.26	1.61	2.19	7.47	1.61	1.61	1.61

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

ลำดับ	ขนาด (Btu/h)	ชนิด	จำนวน	Fo	kWo kW	kWn kW	Fn	ประหยัดพลังงานไฟฟ้า kW	ประหยัดพลังงานไฟฟ้า kWh	ประหยัด บาท/ปี	เงินลงทุน บาท
1	42,000	SC	1	0.69	5.17	4.24	0.52	0.93	4,768.75	12,316.78	46,300.00
2	36,000	SC	1	0.74	4.15	3.64	0.53	0.51	3,996.30	10,041.29	41,800.00
3	36,000	SC	1	0.76	4.10	3.60	0.54	0.50	4,102.00	10,302.27	41,800.00
4	36,000	SC	1	0.75	4.16	3.64	0.53	0.52	4,167.80	10,469.87	41,800.00
5	36,000	SC	1	0.75	3.97	3.64	0.53	0.33	3,669.05	9,191.89	41,800.00
6	36,000	SC	1	0.77	3.87	3.60	0.54	0.27	3,625.65	9,072.16	41,800.00
7	36,000	SC	1	0.77	3.95	3.64	0.53	0.31	3,893.05	9,745.19	41,800.00
8	36,000	SC	1	0.77	3.97	3.60	0.53	0.37	4,021.15	10,075.63	41,800.00
9	36,000	SC	1	0.78	3.86	3.60	0.53	0.26	3,859.80	9,652.67	41,800.00
10	42,000	SC	1	0.70	5.29	4.24	0.53	1.05	5,095.30	12,881.14	46,300.00
11	36,000	SC	1	0.76	4.24	3.60	0.53	0.64	4,600.40	11,569.56	41,800.00
12	42,000	SC	1	0.71	5.40	4.24	0.53	1.16	5,553.80	14,043.29	46,300.00
13	36,000	SC	1	0.76	3.92	3.64	0.53	0.28	3,675.00	9,196.88	41,800.00
14	36,000	SC	1	0.77	4.06	3.64	0.53	0.42	4,189.50	10,504.23	41,800.00
15	36,000	SC	1	0.74	4.15	3.64	0.53	0.51	3,996.30	10,041.29	41,800.00
16	36,000	SC	1	0.77	3.95	3.60	0.54	0.35	3,841.25	9,624.18	41,800.00
17	36,000	SC	1	0.76	3.87	3.60	0.54	0.27	3,490.20	8,735.21	41,800.00

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ลำดับ	ขนาด (Btu/h)	ชนิด	จำนวน	Fo	kWo kW	kWn kW	Fn	ประหยัดพลังงานไฟฟ้า kW	ประหยัดพลังงานไฟฟ้า kWh	ประหยัด บาท/ปี	เงินลงทุน บาท
18	36,000	SC	1	0.72	4.09	3.64	0.53	0.45	3,554.60	9,062.12	41,800.00
19	36,000	SC	1	0.77	4.28	3.64	0.53	0.64	4,782.40	12,209.16	41,800.00
20	36,000	SC	1	0.76	3.99	3.64	0.53	0.35	3,861.20	9,776.00	41,800.00
21	36,000	SC	1	0.71	4.15	3.64	0.52	0.51	3,687.95	9,423.13	41,800.00
22	36,000	SC	1	0.77	3.91	3.64	0.53	0.27	3,785.25	9,548.01	41,800.00
23	64,400	SC	1	0.75	6.85	6.00	0.61	0.85	5,171.25	13,278.99	50,500.00
24	35,000	SC	1	0.70	3.72	3.50	0.58	0.22	2,009.00	5,105.00	41,800.00
25	35,000	SC	1	0.71	3.71	3.50	0.58	0.21	2,114.35	5,362.18	41,800.00
26	27,200	SC	1	0.76	2.89	2.50	0.62	0.39	2,262.40	5,818.35	28,500.00
27	27,200	SC	1	0.79	2.86	2.50	0.64	0.36	2,307.90	5,916.89	28,500.00
28	36,000	SC	1	0.76	3.84	3.60	0.63	0.24	2,276.40	5,779.94	41,800.00
29	36,000	SC	1	0.76	3.8	3.60	0.62	0.20	2,296.00	5,809.17	41,800.00
30	36,000	SC	1	0.76	3.91	3.60	0.63	0.31	2,462.60	6,277.31	41,800.00
31	36,000	SC	1	0.71	3.88	3.60	0.60	0.28	2,081.80	5,315.39	41,800.00
	รวม		31					13.96	113,198.40	286,145.18	1,291,400.00

ตารางที่ 7 การคำนวณการประหยัดพลังงานโดยการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	การคำนวณ	หน่วย	ปริมาณ
1	ตัวอย่างเครื่องปรับอากาศ		ตารางที่ 5 ลำดับ 34		1
2	ขนาดเครื่องปรับอากาศติดตั้ง	BtuR	ข้อมูลจากการตรวจวัด	Btu/h	42,000.00
3	มีความสามารถในการทำ	BtuM	ข้อมูลจากการตรวจวัด	Btu/h	36,355.33
4	ใช้พลังงานไฟฟ้า	Po	ข้อมูลจากการตรวจวัด	kW.	5.17
5	ชั่วโมงทำงานต่อปี	h/y	ข้อมูลจากการตรวจวัด	ชม./Year	3500
6	ค่าโหลดแฝกเตอร์ของ	Fo	ข้อมูลจากการตรวจวัด		0.69
7	ใช้พลังงานไฟฟ้า	Eo	$Po \times h/y \times F_o$	kWh/Year	12,485.55
8	ค่าแก้ไขขนาดทำความเย็น	CFb	ตารางที่ 5 ลำดับ 34		1.14
9	ค่าแก้ไขกำลังไฟฟ้า	Cfe	ตารางที่ 5 ลำดับ 34		0.97
เครื่องปรับอากาศ High EER					
10	Energy Efficiency Ratio, EER	EERh		Btu-h/W	9.6
11	ค่าเทียบเท่า	SECh	$12000 / (EER \times 1000)$	kW/Ton	1.25
ผลการประหยัดเมื่อติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิด High EER					
12	ใช้พลังงานไฟฟ้า	Pn	$SECh \times (BtuR/12000) \times CFb$	kW.	4.24
13	โหลดแฝกเตอร์ของ	Fn	$BtuM \times Fo / (BtuR \times CFb)$		0.52
14	ใช้พลังงานไฟฟ้า	En	$Pn \times h/y \times Fn$	kWh/Year	7,716.80
15	ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง	Es1	$E_o - E_n$	kWh/Year	4,768.75
16	ใช้พลังไฟฟ้าลดลงรวม	Ps1	$P_o - P_n$	kW.	0.93
17	ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงรวม	Est1	Es1	kWh/Year	4,768.75
18	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	DC	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	บาท/kW.	196.26
19	ค่าพลังงานไฟฟ้า	EC	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	บาท/kW.	1.7034
20	ค่าปรับต้นทุนการผลิต	FT	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	บาท/kW.	0.7842
21	คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	$B_{save}1$	$Ps1 \times DC + Est1 \times (EC + FT)$	บาท/Year	12,314.95
การลงทุน					
22	ราคาอุปกรณ์	Eq1	ราคากลาง	บาท	42,800.00
23	ค่าติดตั้งรวมค่าบำรุงรักษา	L1	ราคากลาง	บาท	3,500.00
24	คิดเป็นเงินลงทุน	Inv1	$Eq1 + L1$	บาท	46,300.00
25	ระยะเวลาคืนทุน	Bp1	$(Inv1) / (B_{save}1)$	Year	3.76

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์การลงทุนโดยใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง High EER

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	การคำนวณ	หน่วย	ปริมาณ
1	เครื่องปรับอากาศที่จะ	N	ข้อมูลจากการตรวจวัด	เครื่อง	31
2	คิดเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	Inv	ข้อมูลจากการตรวจวัด	บาท	1,291,400.00
3	ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม	Ps	ข้อมูลจากการตรวจวัด	kW.	13.96
4	ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง	Est	ข้อมูลจากการตรวจวัด	kWh/Year	113,198.40
5	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	DC	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	บาท/kW.	196.26
6	ค่าพลังงานไฟฟ้า	EC	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	บาท/kW.	1.7034
7	ค่าปรับต้นทุนการผลิต	FT	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	บาท/kW.	0.7842
8	คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	B _{save}	Ps x DC+ Estx(EC+FT)	บาท/Year	284,332.13
9	ระยะเวลาคืนทุน	Bp	(Inv) / (B _{save})	Year	4.54

ตารางที่ 9 Technical Data ของ Compressor Energy Efficiency

รายการ	หน่วย	สภาพการบำรุงรักษา		ผลต่าง
		ไม่มี	สม่ำเสมอ	
Evaporating Temp.	$^{\circ}\text{C}$	7.20	7.20	-
Condensing Temp.	$^{\circ}\text{C}$	54.40	51.00	3.40
Ambien Temp	$^{\circ}\text{C}$	35.00	35.00	-
Power Consumption	W	3,700.00	3,590.00	110.00
Cooling Effect	Btu / h	27,900.00	29,340.00	1,440.00
EER	(Btu / h)/W	7.54	8.17	0.63

ขนาดทำความเย็นและพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน / คัดหน้าต่าง และเครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง อากาศเข้าคอตระบาศความร้อน (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิกระเปาะเปียก อากาศเข้าคอตระบาศ (องศาเซลเซียส)	ค่าแก้ไข	
		ขนาดทำความเย็น	พลังไฟฟ้า
25	16	0.90	0.83
	18	1.03	0.85
	19	1.07	0.86
	19.4	1.08	0.87
	20	1.10	0.88
	22	1.18	0.90
30	16	0.82	0.89
	18	0.99	0.91
	19	1.02	0.93
	19.4	1.04	0.93
	20	1.06	0.94
	22	1.14	0.97
35	16	0.89	0.95
	18	0.95	0.98
	19	0.99	0.99
	19.4	1.00	1.00
	20	1.02	1.01
	22	1.09	1.04
40	16	0.85	1.01
	18	0.91	1.04
	19	0.94	1.06
	19.4	0.96	1.07
	20	0.97	1.08
	22	1.04	1.11
45	16	0.81	1.08
	18	0.86	1.11
	19	0.89	1.13
	19.4	0.91	1.14
	20	0.92	1.15
	22	0.98	1.18
50	16	0.76	1.15
	18	0.81	1.18
	19	0.84	1.20
	19.4	0.86	1.21
	20	0.87	1.22
	22	0.93	1.26

หมายเหตุ : 1. $(^{\circ}F) = 32 + 9/5 (^{\circ}C)$

2. ค่าแก้ไขของพลังไฟฟ้าเป็นค่าแก้ไขรวมของพลังไฟฟ้า ($K_{w_{sum}}$) ทั้งส่วนระบาศความร้อนและส่วนคอตระบาศ

ตารางที่ 11 รายละเอียดการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ลำดับ ที่	ชนิดหลอด	ขนาด W	จำนวน หลอด	ชนิดบัลลาสต์		กำลัง ไฟฟ้าต่อ หลอด W	กำลังไฟฟ้า ต่อบัลลาสต์ W	กำลัง ไฟฟ้า รวม kW
				แกน เหล็ก ตัว	Low Watt Loss ตัว			
อาคารภาคขายและบริการภูมิภาคที่ 2								
1.	Fluorescent	18	1	-	1	18	5.5	0.0235
2.	Fluorescent	20	11	-	11	20	5.5	0.2805
3.	Fluorescent	36	1,577	-	1577	36	5.5	66.4455
4.	Fluorescent	40	39	-	39	40	5.5	1.7745
5.	Incandescent	40	10	-	-	40	-	0.4000
6.	Incandescent	60	15	-	-	60	-	0.9000
รวม			1,653	-	1628			68.8240
อาคารชุมสายโทรศัพท์ขอนแก่น 2								
1.	Fluorescent	18	10	10	-	18	10	0.2800
2.	Fluorescent	36	44	44	-	36	10	2.0240
3.	Fluorescent	36	501	-	501	36	5.5	20.7915
4.	Fluorescent	40	16	16	-	40	10	0.8000
รวม			571	70	501			23.8955
อาคารฝ่ายขายและบริการลูกค้าภูมิภาคที่ 2.2								
1.	Fluorescent	18	2	2	-	18	10	0.0560
2.	Fluorescent	36	38	38	-	36	10	1.7480
3.	Fluorescent	36	16	-	166	36	5.5	6.8890
4.	Compact Fluorescent	13	13	-	-	13	-	0.1690
5.	Incandescent	40	9	-	-	40	-	0.3600
รวม			228	40	166			9.2220

ตารางที่ 11 รายละเอียดการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง(ต่อ)

อาคารศูนย์บริการลูกค้าสาขาศูนย์ราชการ								
1.	Fluorescent	36	36	36	-	36	10	1.6560
2.	Fluorescent	36	51	-	51	36	5.5	2.1165
3.	Incandescent	40	3	-	-	40	10	0.1500
รวม			90	36	51			3.9225
รวมทั้งหมด			2,542	146	2,346			105.8640

พื้นที่ของอาคารภาคขยายและบริการภูมิภาคที่ 2	4,663.00	m ²
พื้นที่ของอาคารชุมสายโทรศัพท์ขอนแก่น 2	1,904.00	m ²
พื้นที่ของอาคารฝ่ายขายและบริการลูกค้าภูมิภาคที่ 2.2	1,177.68	m ²
พื้นที่ของอาคารศูนย์บริการลูกค้าสาขาศูนย์ราชการ	510.40	m ²
พื้นที่รวมทั้งหมด	8,255.08	m ²
กำลังไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	105.8640	kW
ชั่วโมงการใช้งาน/ปี	8,760.00	ชั่วโมง
แฟกเตอร์การใช้งานเฉลี่ย (F)	0.4000	
ใช้พลังงานไฟฟ้า	370,947.46	kWh/y

ประวัติผู้เขียน**ชื่อ-นามสกุล**

นายณวัฒน์ พรหมจันทร์

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)

สาขาวิชาไฟฟ้าอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ปีการศึกษา 2543

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ช่างช่าง 5 บริษัท ทีไอที จำกัด (มหาชน)