

การพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์  
เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย

กรพิณธ์ ตันภิบาล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2556

**Development of Correction Parameter for Mathematical Equation to  
Predicted Energy Consumption of Residential Building**

**Korapin Tulpibal**

**A Thesis Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Science**

**Department of Building Technology Management**

**Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

**2013**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย
ชื่อผู้เขียน	กรพินธ์ ตันภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดิเกะ บุญนาค
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีอาคาร
ปีการศึกษา	2556

### บทคัดย่อ

การพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย เป็นการทำนายการใช้พลังงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารพักอาศัย โดยในการศึกษาจะทำในอาคารประเภทอพาร์ทเมนต์จากการดำเนินการศึกษาโดยใช้หลักพื้นฐานแผนที่พลังงานแบบตารางสำหรับอาคารอพาร์ทเมนต์ การดำเนินการเริ่มจากเก็บข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ตลอดจนสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ และศึกษาพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยและพัฒนาสมการทำนายการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าดังนี้ เครื่องปรับอากาศ โคมไฟฟ้า พัดลม โทรทัศน์ และคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะได้สมการทำนายการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าว สามารถนำไปใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษาได้

จากการศึกษาพบว่าสมการที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการทำนายปริมาณพลังงานในแผนที่พลังงาน สำหรับอาคารพักอาศัยได้ ซึ่งมีความแม่นยำสูงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการใช้พลังงานสูง อย่างเช่น ระบบปรับอากาศ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2% ในขณะที่อุปกรณ์อื่นจะสูงถึง 5-10%

คำสำคัญ : การทำนาย ระบบนำร่อง พลังงานไฟฟ้า

Thesis Title	Development of Correction Parameter for Mathematical Equation To Predicted Energy Consumption of Residential Building
Author	Korapin Tunpibal
Thesis Advisor	Assistant Profess Doctor Tika Bunnag
Department	Building Technology Management
Academic Year	2013

### **ABSTRACT**

Development of correction parameter of mathematical equation for energy navigation and mapping used to predict the amount of energy used in residential buildings. The study was done in apartment building. By using basic table energy mapping with use for apartment building. The study was done by collecting the energy consumption of air conditioning , lamp, electric fan, television and computer. The experimental data will be used to develop correction parameter of mathematical equation to predict the energy consumption of all electrical devices in residential buildings.

It was found that collection parameter can be used to predict the energy which is used in energy mapping system of residential buildings. The develop equation was high accuracy with hight energy consumption equipment such as air conditioning system with has 2% error, while the other equipments are 5-10% error.

**KEYWORDS :** Prediction, Navigation, Energy conservation

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ ผศ.ดร.ดิเกษ บุนนาค ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอนเป็นอย่างดีสม่ำเสมอตลอดมา เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ที่สุด นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ ดร.นุภาพ แยมไทรพัฒน์ ดร.อุทัย ไชยวงศ์วิธาน และ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์ ที่กรุณาแนะนำข้อบกพร่องแก้ไข ปรับปรุง วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง มา ณ ที่นี้

ตลอดระยะเวลาในการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ผู้ซึ่งให้ความรัก ความเมตตา ความห่วงใย และกำลังใจให้กับผู้เขียน จนสำเร็จและขอขอบพระคุณพี่ๆ น้องๆ รวมทั้งเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจ ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณอย่างสูง

ความดีของวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้เขียนขอมอบเป็นเครื่องบูชา บิดา มารดา และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้เขียน จนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

กรพินธ์ ตันภิบาล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญภาพ.....	๘
รายการสัญลักษณ์.....	๙
ประมวลศัพท์และคำย่อ.....	๑๐
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....	4
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การบริหารจัดการพลังงาน.....	5
2.2 ประเภทและโครงสร้างแผนที่พลังงาน.....	6
2.3 การใช้ไฟฟ้าในอาคาร.....	7
2.4 หลักการเบื้องต้นของการทำความเย็น.....	14
2.5 ระบบแสงสว่าง.....	17
2.6 การตรวจสอบการใช้พลังงาน.....	26
2.7 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet).....	27
2.8 ตัวแปรทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง.....	29
2.9 ค่าตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน.....	30
2.10 การศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	30
3. ระเบียบงานวิจัย.....	32
3.1 อาคารกรณีศึกษา.....	32
3.2 การจัดทำแผนที่พลังงาน.....	34
3.3 จัดเตรียมเครื่องมือวัดและตารางบันทึกผลการทดลอง.....	39

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการศึกษา.....	45
4.1 ส่วนแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษา.....	46
4.2 ส่วนแสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์.....	50
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ.....	54
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลของโทรทัศน์.....	57
4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลของพัดลม.....	61
4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของโคมไฟ.....	66
4.7 การวิเคราะห์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์.....	69
4.8 การนำสมการไปใช้ในแผนที่พลังงาน.....	73
5. สรุปผลการศึกษา.....	76
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	76
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	77
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	77
บรรณานุกรม.....	78
ภาคผนวก.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	163

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในอาคารประเภทต่างๆ.....	8
2.2 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในอาคารประเภทต่างๆ โดยแบ่งตามระบบต่างๆ.....	9
2.3 ประเภทของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร.....	10
2.4 แสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย แต่ละชนิด.....	11
2.5 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือนรายอุปกรณ์และอัตราการ ถือครองทรัพย์สินถาวร (ทั่วประเทศ ) .....	12
2.6 มาตรฐานการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารควบคุมประเภทต่างๆ.....	18
3.1 กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าพื้นฐานประเภทต่างๆ ในห้อง.....	37
3.2 ข้อมูลเบื้องต้นเครื่องวัดความเร็วลมและอุณหภูมิ.....	40
3.3 ข้อมูลเบื้องต้นของแคลมป์มิเตอร์.....	41
3.4 ข้อมูลเบื้องต้นเครื่องวัดค่าความเข้มแสง.....	42
3.5 ข้อมูลเอกสารใบบันทึกการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าพลังงาน.....	43
3.6 การบันทึกช่วงเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	44
4.1 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาพรวม.....	47
4.2 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค.....	47
4.3 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตารางเมตร.....	48
4.4 รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตารางเมตร.....	49
4.5 รายงานแสดงข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (จากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต) ห้อง 201.....	51
4.6 รายงานแสดงข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (เครื่องมือวัด) ห้อง 201.....	52
4.7 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริง ของเครื่องปรับอากาศ.....	56
4.8 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริง ของเครื่องปรับอากาศ.....	60
4.9 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของพัดลม.....	64



สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของโคมไฟ.....	68
4.11 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของคอมพิวเตอร์.....	72
4.12 ข้อมูล Energy Mapping การใช้พลังงาน.....	74

DPU

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ข้อมูลสัดส่วนการใช้พลังงานภายในประเทศ.....	1
1.2 ข้อมูลสัดส่วนพลังงานภายในประเทศ.....	2
1.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภาคครัวเรือน.....	3
2.1 โครงสร้างแผนที่พลังงาน.....	7
2.2 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของอาคาร.....	8
2.3 แผนภูมิวงกลมแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคครัวเรือน และภายในอาคาร.....	10
2.4 ตัวอย่างประเภทของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร.....	11
2.5 วงจรการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอเบื้องต้น.....	15
2.6 แสดงหลอดอินแคนเดสเซนต์ ประเภทต่างๆ.....	20
2.7 แสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ.....	21
2.8 แสดงลักษณะการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์.....	21
2.9 แสดงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ.....	22
2.10 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบครีป.....	24
2.11 การให้แสงสว่างในห้องบรรยายที่เน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้อง และที่หน้ากระดาน โคมไฟวางในทิศทางกรมอง.....	25
2.12 ใบตรวจสอบกับการนำไปใช้งานบันทึกช่วงเวลาการใช้งาน.....	28
3.1 อาคารอพาร์ทเมนต์กรณีศึกษา.....	33
3.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องตัวอย่าง.....	33
3.3 แหล่งที่มาของพลังงานที่เกิดขึ้นภายในอาคารอพาร์ทเมนต์.....	34
3.4 แปลนห้องพักในแต่ละชั้นภายในอาคาร.....	35
3.5 แปลนห้องพักในกรณีศึกษาแบบที่ 1.....	35
3.6 แปลนห้องพักในกรณีศึกษาแบบที่ 2.....	36
3.7 โครงสร้างแผนที่เขตย่อยของห้องตัวอย่าง ที่แยกรายละเอียดการพลังงานไฟฟ้า.....	38
3.8 อุปกรณ์วัดความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์.....	39
3.9 แคลมป์มิเตอร์ (Clamp meter) รุ่น Fluke 322 อุปกรณ์วัดกระแส.....	40
3.10 เครื่องวัดแสงสว่าง.....	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 1 วัน (จากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต).....	52
4.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 1 วัน (เครื่องมือวัด).....	53
4.3 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์.....	53
4.4 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานเครื่องปรับอากาศ.....	54
4.5 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ.....	55
4.6 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของเครื่องปรับอากาศ.....	57
4.7 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานเครื่องโทรทัศน์.....	58
4.8 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานเครื่องโทรทัศน์.....	59
4.9 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของโทรทัศน์.....	61
4.10 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานพัดลม.....	62
4.11 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานพัดลม.....	63
4.12 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของพัดลม.....	65
4.13 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานโคมไฟ.....	66
4.14 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์โคมไฟ.....	67
4.15 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของโคมไฟ.....	69
4.16 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานคอมพิวเตอร์.....	70
4.17 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์.....	71
4.18 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของคอมพิวเตอร์.....	73
4.19 โครงสร้างแผนที่พลังงาน.....	75

รายการสัญลักษณ์

a	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์
$b_j$	ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์)
h	เอนทาลปี
k	จำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์)
A	กระแส
E	พลังงานไฟฟ้า Watt-hour (Wh)
I	กระแสไฟฟ้า (A)
L	พลังงานที่สูญเสีย ( Loss ), W
K	จำนวนตัวแปรอิสระ
N	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง
P	กำลังไฟฟ้า Watt (W)
T	ระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า hour
V	แรงดันไฟฟ้า Volt (V)
Y	คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)
COS Pf	ค่า Power Factor เป็นมุมระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้า
Pbp	ระยะเวลาจุดคุ้มทุน (Month/Year)
Ic	จำนวนเงินลงทุนที่ใช้เพื่อดำเนินการประหยัดพลังงาน (บาท)
Sc	จำนวนเงินที่ประหยัดได้จากการประหยัดพลังงาน (บาท)
$b_1, b_2 \dots b_k$	ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ
$X_1, X_2 \dots X_k$	คะแนนของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ
$\bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_k$	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึง k ตามลำดับ
$S_y$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)
$S_j$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์)
$S.E._{est}$	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
$S.E._{b_j}$	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ b
$S.E._{est}^2$	กำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
$S.E._{x_j}$	ผลรวมของกำลังสองของความเบี่ยงเบนของตัวแปรพยากรณ์
$R^2_j$	กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัว

## ประมวลศัพท์และคำย่อ

*EER*

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

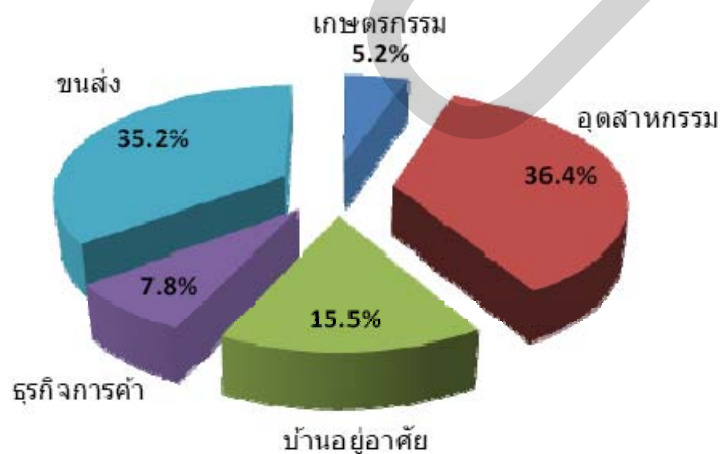
DRPU

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

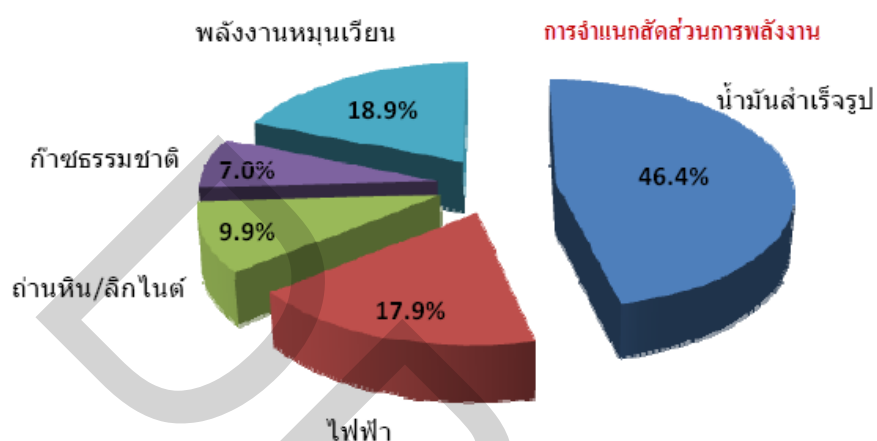
ปัจจุบันการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ด้าน ทั้งในส่วนของภาคการผลิต และภาคการบริโภค ดังนั้นการจัดหาพลังงานให้เพียงพอกับปริมาณความต้องการใช้พลังงานนั้น จะเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนให้อยู่ภายใต้ความสะดวกรสบาย ดังนั้นทุกภาคส่วนในประเทศต้องใช้พลังงานเพื่อการดำเนินการดังนั้นการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ในทุกภาคส่วนของประเทศทั้งภาครัฐและเอกชนที่นับวันจะมีการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลตัวเลขทางเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2554 พบว่าการใช้พลังงานของภาคธุรกิจและที่อยู่เพิ่มขึ้นอย่างมากมาอย่างต่อเนื่อง โดยที่ในส่วนของบ้านอยู่อาศัยในประเทศไทย มีการใช้พลังงานอยู่ในลำดับที่ 3 ของประเทศไทยโดยรวม ซึ่งรองลงมาจากภาคการขนส่งและภาคอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 สัดส่วนการใช้พลังงานภายในประเทศ ปี พ.ศ. 2554

ที่มา: สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2554

โดยที่แนวโน้มการใช้พลังงานในส่วนที่บ้านที่อยู่อาศัยนั้นวันจะมีการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง คิดเป็นอัตราการเจริญเติบโตประมาณร้อยละ 1.7 ต่อปี (ในช่วงปี 2533-2543) ด้วยเหตุนี้ การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงเป็นเรื่องสำคัญและเร่งด่วน ที่ควรถูกหยิบยกขึ้นมาพิจารณา เมื่อพิจารณาข้อมูลสัดส่วนรูปแบบการใช้พลังงานของประเทศ สามารถแยกออกได้แบบส่วนๆ ดังภาพที่ 1.2

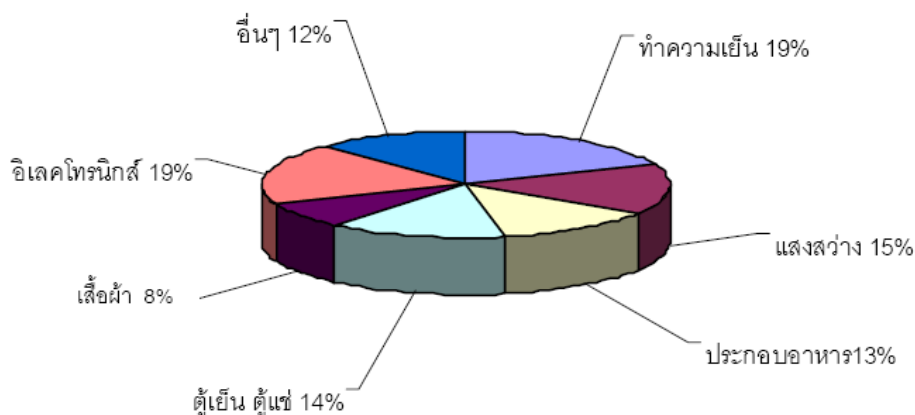


ภาพที่ 1.2 สัดส่วนพลังงานรวมภายในประเทศ

ที่มา: สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2554

การใช้พลังงานรวมดังภาพที่ 1.2 สามารถแยกภาคของการใช้พลังงานตามการใช้งานอย่างไรก็ตามพบว่าจากการขยายตัวของคนในประเทศโดยเฉพาะในเมืองที่มีการสร้างที่อยู่อาศัยในรูปแบบต่างๆ ซึ่งพบว่าพลังงานจากน้ำมัน(ปิโตรเลียม) จัดเป็นพลังงานหลักของประเทศ

จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ได้มีการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคครัวเรือนที่อยู่อาศัยทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2554 พบว่า ประชาชนมีการใช้ไฟฟ้าเพื่อทำความเย็น (เครื่องปรับอากาศ พัดลม) สูงเทียบเท่ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (เช่น เครื่องรับโทรทัศน์ วิทยุ ไอ ฯลฯ) คือประมาณประเภทละ ร้อยละ 19 ของการใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนทั้งหมด ตามด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้าอื่นๆ ดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 แผนภูมิวงกลมแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคครัวเรือน

ที่มา: สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2554

นอกจากนี้ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา มีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนหลายหน่วยงาน จัดทำโครงการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในบ้านที่อยู่อาศัย อาทิ สถาบันจัดการความต้องการไฟฟ้า (DSM Office) ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) จัดทำโครงการฉลากอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง (ฉลากเบอร์ 5) สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ของกระทรวงพลังงาน จัดทำโครงการรวมพลังสอง เพื่อประชาสัมพันธ์และรณรงค์ให้ประชาชนใช้พลังงานอย่างประหยัด ทำให้เกิดความตระหนักเกี่ยวกับการใช้พลังงาน โดยภาครัฐบาลประกาศใช้พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2535 ที่มุ่งเน้นให้เกิดความตระหนักถึงการใช้พลังงานไม่ว่าจะเป็น การปิดอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงไม่ใช้งาน สร้างจิตสำนึกของการใช้พลังงานไฟฟ้าให้คุ้มค่าที่สุด พร้อมทั้งสอดแทรกผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาวะแวดล้อม โดยรอบๆ ตัว ไม่ว่าจะเป็น ปัญหาโลกร้อน มลพิษทางอากาศ ระบบสมดุลจากธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เป็นต้น

ปัญหาที่พบเกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ควรให้ความสำคัญคือ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมการใช้งานอยู่ตลอด โดยงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย เพื่อที่จะสามารถทำนายการใช้พลังงานก่อนล่วงหน้า ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปใช้วางแผนการใช้พลังงาน และสามารถนำมาใช้พิจารณาประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยโปรแกรมที่นำมาพัฒนาใช้งาน ได้แก่ โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมาะสำหรับใน



การวางแผนและเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการกำหนดระยะเวลาการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป แต่ประเด็นสำคัญของงานวิจัยเพื่อเป็นการทำนายปริมาณจำนวนหน่วยการการใช้ทั้งหมดภายในช่วงเวลา โดยเปรียบเทียบจากบิลค่าไฟฟ้า ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการสามารถมีเครื่องมือในการประเมินผลการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมถึงการทำนายการใช้พลังงานที่ใช้ได้อย่างแม่นยำมากที่สุด

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. การพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ ที่เหมาะสมในการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย
2. เพื่อพัฒนาระบบนำร่องด้านพลังงานให้มีความแม่นยำมาก ซึ่งสามารถทำนายการใช้พลังงานได้ใกล้เคียงที่สุด

## 1.3 ขอบเขตของศึกษา

1. การพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์จะมุ่งเน้นไปที่ค่าตัวคูณปัจจัยการใช้งาน (Used Factor) และค่าช่วงการใช้งาน (Duty Cycle) ของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องกรณีศึกษา
2. การศึกษาใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อพัฒนาระบบนำร่องพลังงานต้นแบบในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย
3. ในการพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์จะใช้หาค่าความถูกต้อง โดยจะนำผลการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงที่ได้จากการตรวจวัดจริงเปรียบเทียบกับค่าของเนมเพลท (Name Plate) ที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้
4. อาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารอพาร์ทเมนท์ที่มีความสูง อาคาร 9 ชั้น จำนวนห้องพักทั้งหมด 171 ห้อง

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ใช้ประมาณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าของอาคารประเภทพักอาศัย
2. ใช้ในการวางแผนการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารประเภทพักอาศัย
3. สามารถนำไปใช้งานกับอาคารประเภทพักอาศัย โดยอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของโปรแกรม
4. ระยะเวลาการดำเนินการศึกษา ใช้เวลาศึกษาประมาณ 8 เดือน

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันพลังงานมีความสำคัญต่อมนุษย์บนโลก จากความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อดำเนินธุรกิจต่างๆภายในประเทศของตน พร้อมทั้งสร้างความสะดวกสบายและตอบสนองต่อเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น จากการใช้พลังงานสิ้นเปลืองที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้แหล่งพลังงานดังกล่าวใกล้จะหมดลง มนุษย์จึงต้องเรียนรู้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดเพื่อให้มีเวลาเพียงพอสำหรับการวางแผนในอนาคตและพัฒนาแหล่งพลังงานอื่นๆ มาใช้ทดแทนก่อนที่แหล่งพลังงานดังกล่าวที่กำลังจะถูกใช้และหมดไป ดังนั้นการการจัดการบริหารจัดการพลังงานจึงเป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างมากในทุกด้านบนโลกนี้ที่ยังคงใช้พลังงานเป็นหลัก ดังนั้นจึงควรมีการบริหารจัดการทางด้านพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่องในลำดับต่อไป

#### 2.1 การบริหารจัดการพลังงาน

การบริหารจัดการพลังงาน หมายถึง การจัดการการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การลดความต้องการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นหรือการลดความสูญเสียด้านพลังงาน โดยการจัดการบริหารที่ดีนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานหรือต้นทุนรวมถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งมีแนวทางเบื้องต้นดังนี้

การลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น (Good Housekeeping) เช่น การตั้งอุณหภูมิควบคุมของห้องปรับอากาศให้เหมาะสม การปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ได้ใช้งานหรือการลดเวลาการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า

การลดความสูญเสีย (Reduce Losses) เช่น ความสูญเสียที่เกิดจากการจัดการไม่ดี การออกแบบไม่ดีหรือกรรมวิธีการใช้งานไม่ดีซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดการใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

การนำความสูญเสียกลับมาใช้งาน (Losses Recovery) เช่น การนำน้ำร้อนที่เหลือใช้จากการใช้งานกลับมาใช้ใหม่

การจัดการความต้องการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงาน เช่น ในกรณีระบบพลังงานนั้นประกอบด้วย เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชุด จะต้องเพิ่มภาระการทำงานของอุปกรณ์ให้

ใกล้เคียงกับที่ติดตั้งเพื่อให้อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงสุดและลดการใช้  
อุปกรณ์ที่ไม่มีภาระ

การบำรุงรักษาที่ดี ซึ่งจะมีผลทำให้อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้ามีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ จากแนวทางเบื้องต้น พบว่าการบริหารจัดการพลังงานเป็นวิธีการอนุรักษ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ส่วนของข้อมูลนี้เป็นการบริหารจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่สำหรับการวางแผนในการปฏิบัติตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ก็ยังคงมีแนวทางที่เรียกว่า โครงสร้างแผนที่พลังงานที่ใช้จำแนกการวิเคราะห์ภาพรวมขนาดใหญ่จนถึงรายละเอียดเล็กที่ใช้งานในหัวข้อถัดจากนี้

## 2.2 ประเภทและโครงสร้างแผนที่พลังงาน

แผนที่พลังงานเป็นระบบสารสนเทศทางด้านพลังงาน ซึ่งการนำเสนอที่มำการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน ซึ่งบ่งชี้ถึงกลุ่มของอุปกรณ์และที่ตั้งของอุปกรณ์ทั้งหมดที่อยู่ในอาคาร ซึ่งแผนที่พลังงานสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการนำเสนอได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ (Diagram Energy Map) เป็นการนำเสนอข้อมูลพลังงานในลักษณะของบล็อกไดอะแกรม (Block diagram) ซึ่งทำให้รวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ

2. แผนที่พลังงานแบบตาราง (Table Energy Map) เป็นการนำเสนอข้อมูลพลังงานในรูปแบบของตาราง ซึ่งจะแสดงรายละเอียดต่างๆ ของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน พร้อมทั้งผลของการคำนวณพลังงาน ค่าพลังงานที่ใช้ และสัดส่วนของ พลังงาน ลักษณะของแผนที่พลังงานทั้ง 2 แบบ ดังที่กล่าวมา จะสามารถบอกรายละเอียดของกลุ่มอุปกรณ์พลังงาน ชนิดของอุปกรณ์พลังงาน สถานที่ติดตั้งของอุปกรณ์พลังงาน การใช้พลังงานต่อวันและสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละรายการเปรียบเทียบกับพลังงานที่ใช้ทั้งหมด จากลักษณะดังกล่าวสามารถแบ่งแผนที่พลังงานออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

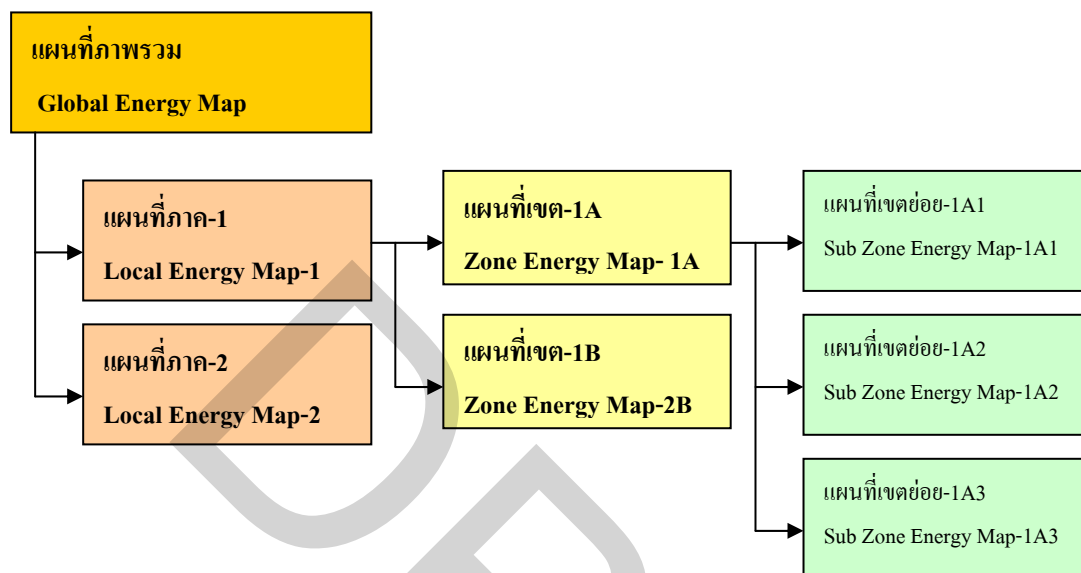
1. แผนที่ภาพรวม (Global Energy Map) เป็นแผนที่พลังงานที่แสดงภาพรวมของการใช้พลังงานทั้งหมดของระบบนั้น ๆ

2. แผนที่ภาค (Local Energy Map) เป็นแผนที่พลังงานที่เป็นกลุ่มย่อยของแผนที่ภาพรวมแผนที่ภาพรวมหนึ่งๆอาจมีแผนที่ภาคมากกว่าสองแผนที่ภาค

3. แผนที่เขต (Zone Energy Map) เป็นแผนที่พลังงานที่มีขนาดรองลงมาจากแผนที่ภาค ซึ่งหนึ่งแผนที่ภาคอาจมีมากกว่าสองแผนที่เขต

4. แผนที่เขตย่อย (Sub Zone Energy Map) เป็นแผนที่พลังงานที่เป็นส่วนหนึ่งของแผนที่เขต หนึ่งแผนที่เขตอาจประกอบด้วยหลายๆ แผนที่เขตย่อยและในแต่ละแผนที่เขตย่อยอาจจะ

ประกอบด้วยอุปกรณ์พลังงานซึ่งมีลักษณะเดียวกันอีกหลายหลายการ โดยอุปกรณ์ย่อยนี้ เป็นส่วนที่สามารถแสดงรายละเอียดซึ่งนำไปสู่การคำนวณหาพลังงานและสัดส่วนการใช้พลังงาน ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวของแผนที่พลังงาน สามารถแสดงได้ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างแผนที่พลังงาน

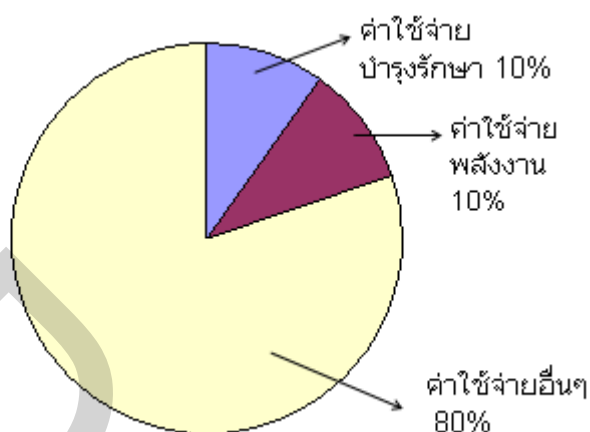
ที่มา: วัชระ จำปาศิษฐ์ (2550) การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการพลังงานในอาคาร โรงแรม โดยวิธีแผนที่พลังงาน

โดยที่แผนที่พลังงาน (ทนงศักดิ์ ศิริขันธ์, 2551) เป็นการนำเสนอที่มำการใช้พลังงานของอุปกรณ์อย่างละเอียด ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอนพร้อมทั้งง่ายต่อการนำข้อมูลไปในงานในด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานต่อไป หลังจากนั้นเป็นการพิจารณาถึงการใช้ไฟฟ้าในอาคารที่มีการบันทึกการใช้พลังงานจากกระทรวงพลังงานในด้านการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมในปี 2550 ที่แสดงเนื้อหาเกี่ยวกับสัดส่วนการใช้พลังงานรวมของภาคการใช้พลังงานทั้งหมดดังต่อไปนี้

### 2.3 การใช้ไฟฟ้าในอาคาร

โดยทั่วไปค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานในอาคารมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของอาคารทั้งหมดดังแสดงในภาพที่ 2.3 ซึ่งถึงแม้ว่าจะไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าเสื่อมราคา ค่าจ้าง ค่าภาษีและค่าบุคลากร แต่เราสามารถลด

ค่าใช้จ่ายพลังงานได้โดยการประหยัดพลังงาน ในขณะที่ค่าใช้จ่ายอื่นๆมักจะเป็นค่าที่ยากจะควบคุม นอกจากนี้การประหยัดพลังงานซึ่งเป็นการใช้อุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ก็จะลดลงด้วย



ภาพที่ 2.2 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของอาคาร

**ที่มา:** กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม (2550)

โดยที่อาคารแต่ละประเภทจะใช้ไฟฟ้ามากกว่าความร้อน โดยใช้ในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปั๊มน้ำ ลิฟต์ บันไดเลื่อน อุปกรณ์สำนักงานและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ดังที่แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในอาคารประเภทต่างๆ

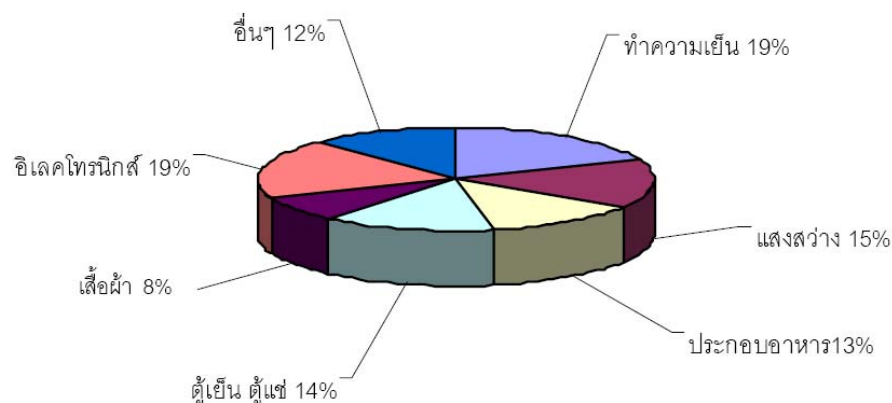
ประเภทของอาคาร	พลังงานไฟฟ้า (%)	พลังงานความร้อน (%)
สำนักงาน	100	-
ศูนย์การค้า	100	-
สถานศึกษา	100	-
โรงแรม	75	25
โรงพยาบาล	80	20

สัดส่วนการใช้พลังงานของระบบต่างๆ นั้นจะแตกต่างกันในแต่ละประเภทของอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ระบบปรับอากาศและแสงสว่างมีส่วนในการใช้ไฟฟ้ามาก โดยมีสัดส่วนรวมกันสูงถึงร้อยละ 80 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร ส่วนที่เหลือร้อยละ 15-20 จะถูกใช้ใน ระบบอื่นๆ ได้แก่ ปั๊มน้ำ ลิฟต์ บันไดเลื่อน ตู้แช่เย็น อุปกรณ์สำนักงานเป็นต้น ส่วนพลังงานความร้อนจะถูกใช้สำหรับหุงต้ม ผลิตไอน้ำ น้ำร้อนเพื่อการซักล้างรีดผ้าและอบนึ่งฆ่าเชื้อโรคของ อุปกรณ์หรือเครื่องมือแพทย์ในโรงพยาบาล

ตารางที่ 2.2 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในอาคารประเภทต่าง โดยแบ่งตามระบบต่างๆ

ประเภทของอาคาร	ระบบปรับอากาศ (%)	ระบบแสงสว่าง (%)	ระบบอื่นๆ (%)
สำนักงาน	55	30	15
ศูนย์การค้า	62	23	15
สถานศึกษา	38	40	22
โรงแรม	65	18	17
โรงพยาบาล	55	25	20

2.3.1 อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ได้มีการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคอาคารทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2550 พบว่า ประชาชนมีการใช้ไฟฟ้าเพื่อทำความเย็น (เครื่องปรับอากาศ พัดลม) สูงเทียบเท่ากับอุปกรณ์ อมเรศโทรนิคส์ ร้อยละ 19 ของการใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนทั้งหมด ตามด้วยไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างซึ่ง ประมาณ 15% ตู้เย็น ตู้แช่ 14% การประกอบอาหาร 13 % เสื้อผ้า 8% และอื่นๆ 12% ตามลำดับ ดัง ตารางที่ 2.2



ภาพที่ 2.3 แผนภูมิวงกลมแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคครัวเรือนและภายในอาคาร

ที่มา: การสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

ตารางที่ 2.3 ประเภทของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร

ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	อุปกรณ์ไฟฟ้า
ตู้แช่เย็น (Domestic Cold)	ตู้แช่เย็น ฯลฯ
การประกอบอาหาร(Domestic Cooking)	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า กาต้มน้ำไฟฟ้า หม้อต้มกาแฟ เตารอบไฟฟ้า เครื่องบดขนมปัง เครื่องปั่นน้ำผลไม้ กระทะไฟฟ้า ฯลฯ
อุปกรณ์ปรับอากาศ (Domestic Cooling)	พัดลมไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ ฯลฯ
อุปกรณ์แสงสว่าง (Domestic Lighting)	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ หลอดไส้ ฯลฯ
อุปกรณ์เกี่ยวกับเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม (Domestic Clothing)	
อุปกรณ์เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ (Domestic Electronic )	โทรทัศน์สี คอมพิวเตอร์ สตูดิโอ วีดีโอ วิทยุ ฯลฯ
อุปกรณ์อื่นๆ (Other)	เครื่องตัดผมไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำ เครื่องดูดฝุ่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องดักแมลง ฯลฯ

ที่มา: เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร กระทรวงพลังงาน (2550)



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างประเภทของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร

ที่มา: กระทรวงพลังงาน ปี 2550

นอกจากนี้ข้อมูลประเภทของอุปกรณ์ไฟฟ้าในภาพที่ 2.2 จะเห็นได้ว่ามีเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีการใช้กำลังไฟฟ้าที่ไม่เท่ากันซึ่งสรุปโดยประมาณได้ ดังตารางที่ 2.4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 แสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย แต่ละชนิด

เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
พัดลมตั้งพื้น	45-75
พัดลมเพดาน	70-104
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	500-1000
เตารีดผ้าไฟฟ้า	430-1600
เครื่องทำความร้อนในห้องน้ำ	900-4800
เครื่องปิ้งขนมปัง	600-1000
เครื่องเป่าผม	300-1300
เครื่องซักผ้า	260-2000
เครื่องอบผ้าแห้ง	650-2500
ตู้เย็น 2 – 12 คิว (ลบ.ฟุต)	53-194



ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
เครื่องปรับอากาศ	680-3300
เครื่องดูดฝุ่น	625-1000
เตาไฟฟ้า (เดี่ยว)	300-1500
โทรทัศน์สี	24-30
วีดีโอ	43-95
กาต้มน้ำไฟฟ้า	500-1300
เครื่องซักผ้าที่มีเครื่องอบผ้า	250-2000

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปี 2550

โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละชนิดจะมีปริมาณการใช้และสัดส่วนของการถือครองที่ต่างกัน ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือน รายอุปกรณ์ และอัตราการถือครองทรัพย์สินถาวร (ทั่วประเทศ)

สินทรัพย์ถาวร	ปริมาณไฟฟ้า (GWh)	ร้อยละ	สัดส่วนครัวเรือนที่ถือครองสินทรัพย์	จำนวนเฉลี่ยต่อครัวเรือนที่รายงาน
ตู้เย็น	5,477.36	45.8	71.5	1.1
เครื่องปรับอากาศ	2149.16	18	7.3	1.6
โทรทัศน์	1027.96	8.6	89.3	1.2
พัดลม	812.32	6.8	92.5	1.9
หลอดไฟนีออน	649.53	5.4	98.0	5.1
เตารีด	625.66	5.2	74.3	1.0
หลอดไส้	254.73	2.1	17.2	1.7
กาต้มน้ำไฟฟ้า	218.86	1.8	n/a	n/a
วิทยุ	203.92	1.7	71.8	1.1

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

สินทรัพย์ถาวร	ปริมาณไฟฟ้า (GWh)	ร้อยละ	สัดส่วนครัวเรือนที่ ถือครองสินทรัพย์	จำนวนเฉลี่ยต่อ ครัวเรือนที่รายงาน
เครื่องปั้มน้ำ	161.09	1.3	n/a	n/a
วิดีโอ	100.81	0.8	22.5	1.1
จักรเย็บผ้า	95.58	0.8	8.3	1.2
เครื่องซักผ้า	75.59	0.6	22.6	1.0
เครื่องดูดฝุ่น	60.83	0.5	n/a	n/a
เตาไฟฟ้า	1.85	0.0	45.8	1.0
หม้อหุงข้าว	1.25	0.0	79.6	1.1
เครื่องคอมพิวเตอร์	1.01	0.0	4.3	1.1
เครื่องทำน้ำอุ่น	0	0.0	7.2	1.1
หลอดคอมแพค	0	0.0	n/a	n/a
หลอดฟลูออเรสเซนต์	0	0.4	3.6	3.1
อื่นๆ	44.26	1019.3	-	-

ที่มา: สัดส่วนการถือครองจากการสำรวจการใช้พลังงานของอาคาร พ.ศ. 2543 สำนักงานสถิติแห่งชาติ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากรายงานแนวทางการใช้พลังงานในอาคาร กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พ.ศ. 2550

จากรายละเอียดการใช้งานในภาพที่ 2.1 และจำนวนกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในตารางที่ 2.3 นั้น ทางภาครัฐจึงได้ให้ความสำคัญกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อการประหยัดพลังงาน 5 ชนิด คือ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ พัดลม หลอดไฟฟ้า บัลลัสต์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่มากเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศ

2.3.2 หลักเกณฑ์ในการเลือกซื้อเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีการประหยัดพลังงาน ในปัจจุบันมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่แล้วยังมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานสิ้นเปลืองอยู่ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อตรงต่อการสูญทรัพยากรทางธรรมชาติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แนวทางที่ดีที่สุดในการลดการใช้พลังงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ การปรับเปลี่ยนเครื่องใช้ไฟฟ้าในครั้งต่อไปให้เลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดไฟเบอร์ 5 นอกจากนี้ผู้บริโภคทุกคนควร

ตระหนักถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าและมีจิตสำนึกในการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดใช้ในเรื่องที่จำเป็น ลดการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้ จึงจะเป็นการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืนต่อไป

## 2.4 หลักการเบื้องต้นของการทำความเย็น

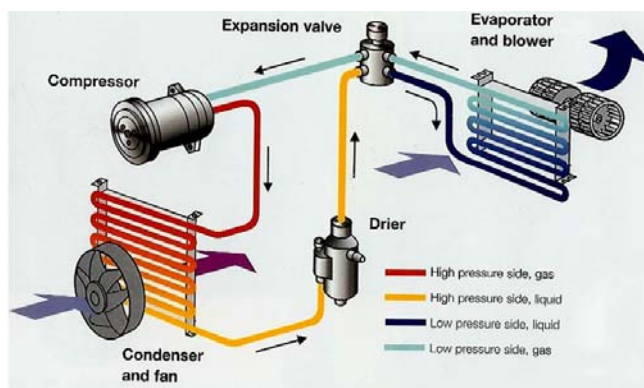
การทำความเย็น คือ การรักษาอุณหภูมิของสิ่งที่ต้องการทำความเย็นให้ต่ำกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ ส่วนระบบทำความเย็นจะทำการรักษาอุณหภูมิต่ำได้โดยการนำเอาความร้อน ออกจากสิ่งที่ต้องการทำให้เย็น โดยอาศัยสารตัวกลาง(สารทำความเย็น) เป็นภาชนะนำความร้อนถ่ายเทความร้อนออกภายนอกที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิ

จากการใช้งานเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร โดยส่วนมากจะเป็นระบบสารตัวกลาง เปลี่ยนสถานะหรือที่เรียกว่าระบบอัดไอ แต่ในทางการใช้งานจริงจะเรียกรวมว่า เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) สำหรับอาคารขนาดใหญ่ก็จะใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่เรียกว่า (Cooling Towers) ซึ่งสัดส่วนการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะใช้งานมากกว่า เนื่องจากค่าใช้จ่ายที่ต่ำสูงมากและง่ายต่อการบำรุงรักษา เป็นต้น ดังนั้นส่วนประกอบของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) จะประกอบไปด้วยดังต่อไปนี้

1. แผงท่อทำความเย็น (Cooling Coil)
2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
3. แผงท่อระบายความร้อน (Condenser Coil)
4. พัดลมส่งลมเย็น (Blower)
5. พัดลมระบายความร้อน (Condenser Fan)
6. แผ่นกรองอากาศ (Air Filter)
7. หน้ากากเครื่องที่มีแผ่นเกล็ดกระจายลมเย็น (Louver)
8. อุปกรณ์ควบคุมสำหรับการเปิด-ปิดเครื่อง ตั้งค่าอุณหภูมิห้องตั้งความเร็วของพัดลมส่งลมเย็น ตั้งเวลาการทำงานของเครื่อง เป็นต้น อุปกรณ์ควบคุมนี้อาจติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่องปรับอากาศเอง หรือแยกเป็นอุปกรณ์ต่างหากเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการควบคุมระยะไกล (Remote Control) จากบริเวณอื่นๆ ภายในห้องปรับอากาศ
9. อุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็น (Metering Device)

### 2.4.1 อุปกรณ์ระบบทำความเย็นแบบคอมเพรสเซอร์อัดไอ

ระบบอัดไอเป็นระบบที่ทำให้เกิดความเย็นขึ้นได้โดยอาศัยการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ร่วมกันแสดงดังภาพที่ 2.5 โดยอุปกรณ์แต่ละตัวมีหน้าที่การทำงานต่างกันและสภาวะของสารทำความเย็นที่แตกต่างกัน ดังนี้



ภาพที่ 2.5 วงจรการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอเบื้องต้น

ที่มา: ความรู้เบื้องต้นระบบปรับอากาศ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ในการสร้างความดันที่แตกต่างกันในระบบท่อสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็น เพื่อให้สารทำความเย็นที่มีในระบบไหลเวียนได้ หากจำแนกการทำงานอาจแบ่งได้สองหน้าที่ด้วยกัน ได้แก่ ดึงเอาสารทำความเย็นจากอีแวปอเรเตอร์และในเวลาเดียวกันเป็นการลดความดันที่มีในอีแวปอเรเตอร์ลงถึงระดับหนึ่งเพื่อให้ความดันที่มีในอีแวปอเรเตอร์สอดคล้องกับอุณหภูมิของอีแวปอเรเตอร์ที่ผู้ใช้เครื่องทำความเย็นต้องการ เป็นตัวเพิ่มความดันในการอัดสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์เพื่อให้ความดันสอดคล้องกับอุณหภูมิมัดตัวและเมื่อลดอุณหภูมิมัดตัว จนสารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

2. คอนเดนเซอร์ (Condenser) หรือที่เรียกว่า คอลล์ร้อน ทำหน้าที่รับสารทำความเย็นสถานะไอสารร้อนที่ถูกคอมเพรสเซอร์ อัดจนร้อนและมีอุณหภูมิสูง เข้ามาในชุดท่อที่ขดสลับไปมา โดยมีแผ่นฟินที่ทำจากทองแดงวางกัน ซึ่งจากไอที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อมาเจอกับอากาศภายในห้องซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ความร้อนจึงถูกถ่ายเทออกไปได้โดยไอร้อนนั้นจะควบแน่นกลายเป็นของเหลวก็กลับมารับความร้อนภายในห้องได้อีก แต่ของเหลวนั้นยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงต้องทำให้อุณหภูมินั้นลดลงก่อน

3. รีซีฟเวอร์ (Receiver) ทำหน้าที่ กรองสิ่งสกปรก ความชื้นจากระบบ โดยถ้าสารทำความเย็นมีความชื้นปนอยู่จะทำให้เกิดการกัดกร่อนชิ้นส่วนต่างๆ ในระบบจนอาจกลายเป็นน้ำแข็งในอีแวปอเรเตอร์ ทำให้สารทำความเย็นในระบบไหลไม่สะดวก

4. ถิ่นลดความดัน (Expansion valve หรือ Refrigerant control) ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ เพื่อจ่ายให้กับเครื่องระเหย

5. เครื่องระเหย (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดความร้อนออกจากบริเวณรอบๆ เพื่อทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็น ไอและทำให้บริเวณใกล้เคียงเกิดความเย็นขึ้น

#### 2.4.2 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นแบบคอมเพรสเซอร์อัดไอ

การทำงานของวงจรทำความเย็นแบบอัดไอ อาศัยสารทำความเย็น (Refrigerant) ซึ่งมีหลายชนิด แต่ทุกชนิดจะต้องมีคุณสมบัติเบื้องต้นเหมือนกันคือ สามารถเปลี่ยนสถานะได้ง่าย เช่น ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ R-134a ซึ่งเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอได้ที่อุณหภูมิ  $(-29.8^{\circ}\text{C})$ ,  $(-40.8^{\circ}\text{C})$  และ  $(-26.2^{\circ}\text{C})$  ตามลำดับ ภายใต้ความดันบรรยากาศ การทำงานเริ่มที่คอนเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นในสภาพที่เป็น ไอจากเครื่องระเหยเข้าทางด้านดูด (Suction) ของคอมเพรสเซอร์และอัดออกให้มีความดันสูงขึ้นและส่งออกจากด้านส่ง (Discharge) ของคอมเพรสเซอร์เข้าคอนเดนเซอร์

สารทำความเย็นภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนี้เมื่อผ่านคอนเดนเซอร์จะถูกระบายความร้อนออกจนถึงจุดควบแน่น สารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะจากไอไปเป็นของเหลวตกลงด้านล่างของคอนเดนเซอร์และถูกส่งไปเข้ารีซีฟเวอร์หรือถังพักสารทำความเย็นเหลวทำหน้าที่รับสารทำความเย็นเหลวที่ควบแน่นจากคอนเดนเซอร์เพื่อส่งไปทำความเย็นในเครื่องระเหยได้ต่อเนื่องสม่ำเสมอ

สารทำความเย็นในสภาพที่เป็นของเหลวในรีซีฟเวอร์จะถูกส่งผ่านลิ้นลดความดันทำให้สารทำความเย็นเกิดการขยายตัวความดันจะลดลงจนสารทำความเย็นไม่สามารถคงสภาพเดิม (ของเหลว) จึงเปลี่ยนเป็นไอ

การเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจากของเหลวเป็นไอขณะออกจากลิ้นลดความดันและตลอดช่วงที่ผ่านเครื่องระเหยนี้ จะทำให้เกิดความเย็นขึ้นเนื่องจากของเหลวจะดูดความร้อนออกจากบริเวณรอบๆ ไปใช้เป็นการระเหยแฝงในการเปลี่ยนสถานะทำให้บริเวณรอบๆ เครื่องระเหยเกิดความเย็นขึ้น

เมื่อสารทำความเย็นผ่านเครื่องระเหยจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอหมดและถูกคอมเพรสเซอร์ดูดและอัดให้มีความดันสูงขึ้นและถูกส่งไปใช้งานในวงจร หมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไป โดยสารทำความเย็นจะไม่สูญหาย จึงไม่จำเป็นต้องเติมสารทำความเย็นเพิ่มเข้าไปในระบบอีก ถ้าไม่มีจุดที่สารทำความเย็นรั่วออกมาได้

จากข้อมูลดังกล่าวจะแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ ระบบการทำความเย็นแบบคอมเพรสเซอร์อัดไอ ทั้งหลักการทำงานของระบบปรับอากาศ ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ที่ทำงานผิดพลาดไปจากเดิม

## 2.5 ระบบแสงสว่าง

หลักการสำคัญที่จะได้มาซึ่งระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น เริ่มจากการทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่ใช้แสงสว่าง คือ การศึกษาถึงประเภทหรือชนิดของงานที่กระทำในพื้นที่นั้นว่าเป็นงานชนิดใด มีการทำงานในเวลาใดและต้องการระดับความสว่างสูงต่ำเพียงใด โดยคำนึงถึงขนาด ค่าการสะท้อนแสง ความเปรียบต่าง (Contrast) และการเคลื่อนไหวของชิ้นงานรวมทั้งระยะห่างจากผู้ปฏิบัติงาน ในขณะที่เดียวกันจะพิจารณาหรือเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมให้กับพื้นที่นั้นด้วย เช่น ความสูงของเพดาน ช่องแสง นอกจากนี้ สีที่ใช้ทาส่วนต่างๆ ควรเป็นสีโทนสว่างเพื่อทำให้แลดูสว่างขึ้น ซึ่งค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง พื้น และแม้แต่เครื่องจักรอุปกรณ์ควรมีค่าที่เหมาะสม เพื่อมิให้เกิดแสงแยงตาหรือคู่มืดเกินไป

หลักการให้แสงสว่างที่สำคัญนั้นจะต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายหลัก 3 ประการ คือ

1. เพื่อให้การทำงานแต่ละประเภทดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ไฟส่องโต๊ะทำงาน

2. ช่วยสร้างความปลอดภัย เช่น ไฟตามแนวรั้ว

3. เพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศที่เหมาะสม เช่น ไฟส่องรูปภาพ เป็นต้น

การปฏิบัติงานภายใต้ระบบแสงสว่างที่เหมาะสมไม่เพียงแต่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น ประสิทธิภาพที่สำคัญยังทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานมากขึ้น ทั้งยังมีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน วิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

1. การให้แสงสว่างทั่วพื้นที่ (General lighting)

2. การให้แสงสว่างเฉพาะที่ (Localized General lighting)

3. การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง (Local lighting)

การออกแบบระบบแสงสว่างที่ดีนั้น นอกจากจะต้องให้ได้ปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว ยังต้องทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้สึกสบายในการใช้สายตา (Visual Comfort) กล่าวคือ ความจ้าของแสงบนชิ้นงานและสภาพแวดล้อมไม่ควรแตกต่างกันเกิน 3 เท่า ไม่ควรมีแสงจ้าแยงตา (glare) จากดวงโคมโดยตรงหรือสะท้อนจากพื้นผิววัตถุมัน ทั้งนี้โดยการเลือกใช้ดวงโคมและการติดตั้งทิศทางให้เหมาะสม ในกรณีที่เกิดเงาเนื่องจากชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งที่แสงเข้าไม่ถึง อาจต้องติดตั้งดวงโคมเฉพาะตำแหน่งเข้าช่วย นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสะดวกในการบำรุงรักษา ความปลอดภัยและความสวยงามประกอบด้วย

### 2.5.1 มาตรฐานการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนดมาตรฐานการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารควบคุมประเภทต่างๆดังแสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 มาตรฐานการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารควบคุมประเภทต่างๆ

ประเภทอาคาร	พลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (W/m <sup>2</sup> )
1. สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษา โรงพยาบาล	16
2. ร้านขายของ ซูเปอร์มาร์เก็ต ศูนย์อาหาร	23

**ที่มา:** กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม (2544)

โดยที่อาคารที่มีการใช้งานหลายลักษณะให้ใช้ค่าพลังไฟฟ้าตามลักษณะพื้นที่การใช้งาน ในส่วนของร้านขายของ ซูเปอร์มาร์เก็ต ศูนย์อาหาร จะรวมถึงไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับการโฆษณา การเผยแพร่สินค้า ยกเว้นไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ในตู้กระจกแสดงสินค้า

### 2.5.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป

โดยทั่วไปอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ 3 ส่วนคือ หลอดไฟ บัลลาสต์และโคมไฟ โดยในแต่ละส่วนประกอบมีรายละเอียดที่ต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

1. หลอดไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง เพื่อให้ความสว่างในยามค่ำคืนในที่มืดหรือบริเวณที่ต้องการแสงสว่างเพิ่มเติม ปัจจุบันมีหลอดไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติต่างกันมากมาย ซึ่งในการศึกษาและเก็บข้อมูลต้องทราบถึงหลักการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าให้เหมาะสมสำหรับงานแต่ละประเภท โดยคุณสมบัติสำคัญของหลอดไฟฟ้าที่ต้องพิจารณาได้แก่

ประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้า (Light Source Efficacy) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟมีหน่วยเป็น Lumen ต่อปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับหลอดที่มีหน่วยเป็น Watt หรือค่า Lumen/Watt ซึ่งสามารถคิดเฉพาะกำลังไฟฟ้าของหลอดได้แต่อย่างไรก็ตามในการประเมินผลที่ถูกต้องให้คิดรวมค่าการสูญเสียของบัลลาสต์ด้วย

อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้า (Lamp Mortality) อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดแต่ละประเภทจะมีอายุการใช้งานไม่เท่ากันซึ่งขึ้นอยู่กับงานที่ต้องการใช้หลอดชนิดนั้น แต่อายุการใช้งานจริงคือ อายุการใช้งานเฉลี่ยของหลอดไฟไม่ใช่นับตั้งแต่หลอดนั้นๆทำงานจนกระทั่งหลอดนั้นดับสนิท แต่หมายถึงการนำเอาหลอดไฟฟ้าจำนวนหนึ่งมาทำการทดสอบโดยการเปิดปิดทุกๆ 10 ชั่วโมง (ซึ่งขึ้นอยู่กับมาตรฐานที่จะใช้) จนกระทั่งหลอดในกลุ่มดังกล่าวนั้นดับสนิทและเสื่อมลดลงเหลือ 50% ของจำนวนหลอดที่ยังคงสว่างอยู่ทั้งหมดจึงยึดเอาระยะเวลานี้เป็นอายุการใช้งานของหลอดไฟโดยเฉลี่ย

ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้า (Lamp Lumen Depreciation , LLD) ค่าความเสื่อมของหลอดไฟทุกชนิดนั้นเกิดเมื่อหลอดถูกใช้งานไปแล้วยังใช้หลอดไฟไปเป็นเวลานาน ซึ่งค่าความเสื่อมในที่นี้ หมายถึง ปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างในหน่วย Lumen ที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้าจะลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของหลอดไฟมีค่า Lumen/Watt ลดลงตามไปด้วย การพิจารณาค่าความเสื่อมของหลอดไฟจะพิจารณาอยู่ในรูปการคงเหลืออยู่ของปริมาณของเส้นแรงของจำนวนแสงว่ามีเหลืออยู่ในปริมาณเท่าใด

อุณหภูมิสี (Color Temperature) อุณหภูมิสีเป็นค่าอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน (Kelvin) ซึ่งจะบอกให้รู้ว่าสีของแหล่งกำเนิดแสงหนึ่งๆจะเป็นอย่างไร โดยการเปรียบเทียบสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิเดียวกัน กล่าวคือ เรารู้ว่าสีของวัตถุดำจะเป็นสีดำที่อุณหภูมิห้อง เป็นสีแดงที่อุณหภูมิ 800 K เป็นสีเหลืองที่อุณหภูมิที่ 3000 K เป็นสีขาวที่อุณหภูมิที่ 5000 K และเป็นสีฟ้าที่อุณหภูมิที่ 8000 K เป็นต้น เราจึงใช้ค่าอุณหภูมิเหล่านี้เป็นตัวบอกสีของแหล่งกำเนิดสีใดๆ เช่น ขดลวดทั้งสแตนค่าอุณหภูมิสีอยู่ระหว่าง 2600 ถึง 3000 K เพราะจะให้แสงออกมาเป็นสีเหลืองจ้า

ระยะเวลาอุ่นหลอดและระยะเวลาอรอดหลอดซ้ำ (Prestrike Time) คือช่วงเวลานับจากเริ่มเปิดจนกระทั่งหลอดสว่างเต็มที่และช่วงเวลาที่ต้องพักให้หลอดไฟฟ้าเย็นตัวก่อนจะเปิดใช้ใหม่ได้อีกครั้ง

คุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่ ราคาหลอด ขนาดกำลังและลักษณะการติดตั้ง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการหรีแสง ความทนต่อการสั่นสะเทือนและอุณหภูมิ นอกจากนี้สำหรับประเภทของหลอดไฟฟ้าก็จำเป็นสำหรับการนำไปใช้งาน

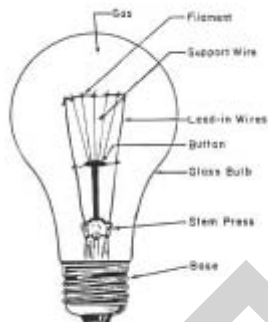
ประเภทของหลอดไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างมีหลากหลายชนิดแต่สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้ คือ

1.1 หลอดไส้ (Incandescent Lamps) เป็นหลอดที่ให้แสงออกมาได้โดยผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าที่ไส้หลอดซึ่งทำให้มันร้อนและให้แสงออกมา หลอดไส้ยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ



หลอดไส้แบบธรรมดา (Normal Incandescent Lamp)

หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp) เป็นหลอดที่ไม่ค่อยนิยมใช้กันในบ้าน โดยทั่วไปจึงจะไม่กล่าวถึง



ภาพที่ 2.6 แสดงหลอดอินแคนเดสเซนต์ ประเภทต่างๆ

ที่มา: เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง โรงเรียนศรีวิชัย จ.ชุมพร

1.2 หลอดดิสชาร์จ (Discharge Lamps) เป็นหลอดไฟฟ้าที่ไม่มีไส้หลอดแต่ให้แสงออกมาโดยการกระตุ้นก๊าซที่อยู่ภายในหลอด ซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกเป็นแบบความความดันต่ำและแบบความดันสูง มีอยู่หลายชนิดแต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงหลอดฟลูออเรสเซนต์ และคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ซึ่งเป็นหลอดที่นิยมใช้ภายในบ้าน

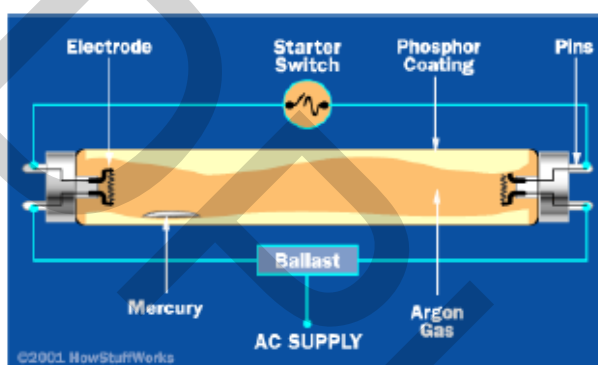
1.3 หลอดไส้ เป็นหลอดแสงสว่างราคาถูก สีของแสงดี ติดตั้งง่ายให้แสงสว่างทันทีเมื่อเปิดสามารถติดอุปกรณ์เพื่อปรับหรือหรี่แสงได้ง่าย แต่มีประสิทธิภาพแสงต่ำมาก อายุการใช้งานสั้น ไฟฟ้าที่ป้อนให้หลอดจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อนกว่าร้อยละ 90 จึงไม่ประหยัดพลังงาน แต่เหมาะสมกับการใช้งานประเภทที่ต้องการหรี่แสง เช่น ห้องจัดเลี้ยงตามโรงแรม ส่วนหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ไม่สามารถหรี่แสงได้

1.4 หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงและอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไส้ หลอดฟลูออเรสเซนต์แท่งยาวที่ใช้แพร่หลายมีขนาด 36 วัตต์ และยังมีหลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (หลอดซูเปอร์ลักซ์) ซึ่งมีราคาต่อหลอดแพงกว่าหลอดแสงสว่าง 36 วัตต์ธรรมดา แต่ให้ปริมาณแสงมากกว่าร้อยละ 20 ในขนาดการใช้กำลังไฟฟ้าที่เท่ากัน นอกจากนี้ยังมีหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (CFL) หรือหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ชนิดที่ให้สีของแสงออกมาเทียบเท่าร้อยละ 8 เท่าของหลอดไส้ ซึ่งมี 2 แบบให้เลือกคือ แบบขั้วเกลียวกับขั้วเสียบ แสดงดังภาพที่ 2.6 ส่วนวงจรการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ แสดงดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ

ที่มา: เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง โรงเรียนศรีวิชัย จ.ชุมพร



ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา: เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง โรงเรียนศรีวิชัย จ.ชุมพร

#### 1.5 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ แบ่งออกได้หลายชนิด ดังภาพที่ 2.9

1. หลอด SL แบบขั้วเกลียว มีบัลลาสต์ในตัว มีขนาด 9, 13, 18, 25 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับหลอดไส้ เหมาะกับสถานที่ที่เปิดไฟนานๆ หรือบริเวณที่เปลี่ยนหลอดยาก เช่น โคมไฟหัวเสา ทางเดิน เป็นต้น

2. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 4 แท่ง ขั้วเกลียว (หลอด PL\*E/C) ขนาด 9, 11, 15 และ 20 วัตต์ มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว เปิดติดทันทีไม่กระพริบ ประหยัดไฟได้ร้อยละ 80 เมื่อเทียบกับหลอดไส้

3. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ตัวยู 3 ขด (หลอด PL\*E/T) ขนาดกะทัดรัด 20 และ 23 วัตต์ ขจัดปัญหาหลอดยาวเกินโคมประหยัดไฟได้ร้อยละ 80 ของหลอดไส้

4. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขั้วเสียบ (หลอด PLS) บัลลาสต์ภายนอกขนาด 7, 9 และ 11 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้

5. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 4 แสง ขั้วเสียบ (หลอด PLC) บัลลาสต์ภายนอก ขนาด 8, 10, 13, 18 และ 26 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้



ภาพที่ 2.9 แสดงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ

ที่มา: เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง โรงเรียนศรีวิชัย

2. บัลลาสต์ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงานให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในหลอดไฟให้มีค่าสม่ำเสมอ เหมาะสมกับหลอดแต่ละประเภท แต่ละชนิดและแต่ละขนาด ซึ่งเป็นอุปกรณ์จำเป็นสำหรับหลอดก๊าซชนิดต่างๆ เพราะเมื่อหลอดไฟผ่านขั้นตอนการจุดติดแล้วนั้น ค่าความต้านของหลอดจะลดลงอย่างมาก จึงต้องนำบัลลาสต์มาต่ออนุกรมในวงจรเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานมิให้กระแสไฟฟ้าไหลเกินพิกัดจนไส้หลอดขาด การใช้งานร่วมกันระหว่างหลอดไฟฟ้าและบัลลาสต์จะต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้งานร่วมกันได้ หากใช้งานผิดชนิดกันย่อมทำให้เกิดผลเสียหายหลายอย่าง เช่น จุดหลอดติดยาก หลอดเสื่อมสภาพเร็ว อายุการใช้งานสั้น กำลังสูญเสียในบัลลาสต์สูง ซึ่งจะทำให้อายุงานบัลลาสต์สั้นลงได้ คุณสมบัติสำคัญที่ต้องพิจารณาได้แก่

1) แรงดันไฟฟ้า (Line Volt; V) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่บัลลาสต์ถูกออกแบบไว้ หากแรงดันที่ป้อนหรือความถี่ผิดไปจะส่งผลกระทบต่อกระเบื้องอย่างมากให้แก่หลอดไฟจนอาจเสียหายได้

2) แรงดันไฟฟ้าตก (Voltage Drop; VD) คือ ระดับแรงดันไฟฟ้าตกลงในช่วงสั้นๆ ซึ่งมีผลทำให้ความสว่างของหลอดไฟลดลงเล็กน้อยแต่บัลลาสต์ยังสามารถส่งกระแสให้หลอดติดอยู่ได้

3) ตัวประกอบกำลัง (Power Factor; PF) คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังวัตต์ต่อผลคูณของค่าแรงดันไฟฟ้ากับค่ากระแส บัลลาสต์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำจะดึงกระแสเข้ามา ทำให้ขนาดของสายไฟฟ้า ฟิวส์ สวิตช์ และเบรกเกอร์อาจรวมถึงหม้อแปลงไฟฟ้าที่ต้องใหญ่ขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มทำงาน (Starting current) ก็มีผลเช่นเดียวกัน

4) ประสิทธิภาพของบัลลาสต์ คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าต่อกำลังไฟฟ้ารวม ซึ่งรวม ความสูญเสียในตัวบัลลาสต์ (Ballast Losses)

5) ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส (Current Crest Factor) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุด (Peak) ต่ค่า RMS (Root-Mean-Square Value) ของกระแสซึ่งขึ้นกับรูปคลื่นที่ออกมาจากบัลลาสต์ หากมีค่าสูงเกินไปจะส่งผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้าและทำให้หลอดเสื่อมเร็วขึ้น

3. โคมไฟ ทำหน้าที่ยึดหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น บัลลาสต์แล้วยังมีหน้าที่สำคัญคือ ควบคุมทิศทางแสงให้กระจายไปตกบนพื้นที่ทำงานที่เราต้องการนอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอันตรายใดๆ ซึ่งอาจเกิดขึ้นกับหลอดไฟฟ้าได้อีกด้วย ปัจจุบันมีผู้ผลิตโคมไฟแบบต่างๆมากมาย วัสดุที่ใช้ทำโคมไฟเพื่อกรองแสงไม่ให้จ้าเกินไปก็มีหลายชนิด ในการเลือกใช้งานโคมไฟจึงไม่ควรเลือกโดยคำนึงถึงแต่ความสวยงามเพียงอย่างเดียว คุณสมบัติสำคัญที่ต้องพิจารณาได้แก่

1) ประสิทธิภาพของโคมไฟ คือ อัตราส่วนระหว่าง Lumen รวมที่ออกมาจากโคมไฟต่อ Lumen รวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า โคมไฟที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนหรือกักแสงไว้มาก

2) สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (Coefficient of Utilization; CU) คือ อัตราส่วนระหว่างค่า Lumen รวมที่ไปตกถึงพื้นที่ทำงานต่อ Lumen รวมที่ออกมาจากหลอดไฟจึงเปรียบเสมือนได้รวมค่าประสิทธิภาพโคมไฟเข้ากับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้น คือ ความสูงและสัดส่วนของห้องหรืออัตราส่วนโพรง (Cavity Ratio) ตลอดจนค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง และพื้นไว้ด้วยแล้ว

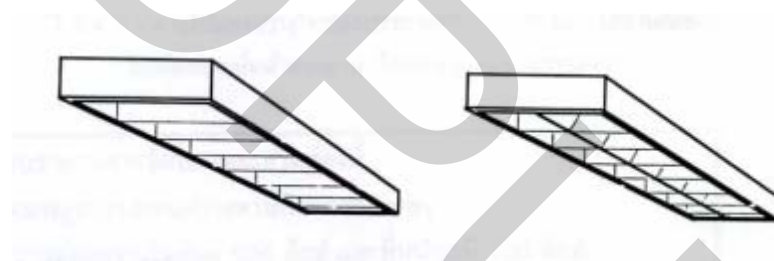
3) ความเสื่อมจากโคมไฟสกปรก (Luminaire Dirty Depreciation; LDD) คือ การที่ปริมาณแสงลดลงตามระยะเวลาที่ใช้โคมไฟเนื่องจากฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งขึ้นกับความสะอาดของพื้นที่และลักษณะของโคมไฟแต่ละชนิด

4) ค่าการกระจายกำลังส่องสว่าง (Candle Power Distribution) หมายถึง กราฟแสดงการกระจายแสงสว่างในหน่วยของกำลังเทียน โดยปกติแล้วหน้าที่โดยตรงของโคมไฟจะเป็นตัวควบคุมการกระจายแสงสว่างให้ไปตกลงบนพื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างและโคมไฟแต่ละแบบแต่ละชนิดจะมีลักษณะการกระจายแสงที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเราสามารถหารูปร่างลักษณะการกระจายแสงสว่างของโคมไฟแต่ละโคมได้โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เข้าช่วยโดยทำการวัดค่ากำลังการส่องสว่างของโคมไฟนั้น ณ มุมต่างๆ รอบดวงโคมโดยให้อยู่ในแนวรัศมีเดียวกันแล้วนำมาบันทึกในกระดาศกราฟในระบบพิกัดขั้วระยะเดียวกัน (Polar Coordinate) ได้เส้นโค้งการกระจายกำลังส่องสว่างออกมา ซึ่งปกติแล้วจะแตกต่างกันออกไปตามแต่ละชนิดของโคมไฟ การออกแบบที่ติดตั้งจุดที่สว่างมากที่สุดและสว่างน้อยที่สุดไม่ควรต่างกันเกินหนึ่งในหกของความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่

ทำงานนั้น ทั้งนี้ผู้ผลิตมักจะระบุค่ามากที่สุดของระยะห่างระหว่างโคมเป็น อัตราส่วนระหว่างระยะของโคมไฟกับความสูงของโคมไฟ S/Hm (Spacing Per Mounting Height Ratio)

5) คุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ นอกจากพิจารณาถึงการให้แสงสว่างที่เพียงพอแล้วยังต้องพิจารณาถึงการป้องกันแสงจ้า ความปลอดภัย รวมถึงความยากง่ายในการซ่อมบำรุงประกอบด้วย

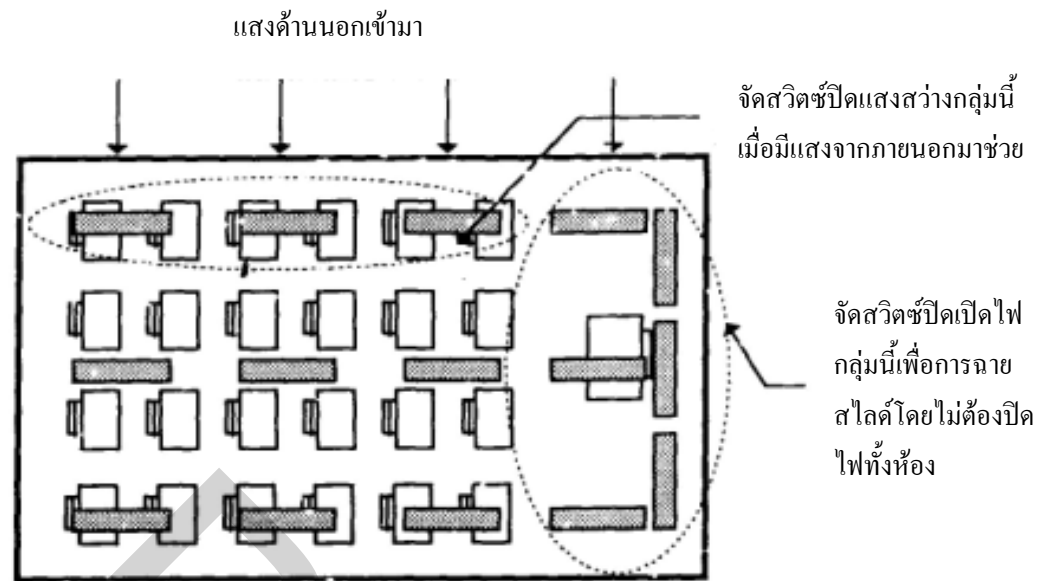
6) การส่องสว่างภายในอาคารเรียนต่างจากการให้แสงสว่างในสำนักงานตรงที่ว่า การใช้สายตาในห้องเรียนมีทั้งการมองที่โต๊ะเรียนและการมองในแนวระดับเพื่อดูกระดานหรือผู้สอน ดังนั้นการให้แสงสว่างภายในห้องเรียนจึงต้องระมัดระวังเรื่องแสงบาดตา โคมไฟที่ใช้ในห้องเรียนโดยทั่วไปเป็นโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบมีครีบบ (Fin louver) คือ มีครีบบเพื่อไม่ให้เกิดแสงบาดตาเมื่อต้องใช้สายตาในแนวระดับมากดังแสดงในภาพที่ 2.4 โดยมีครีบบหรือเซลล์ประมาณ 11-14 เซลล์ต่อหลอดเพื่อลดแสงบาดตาและใช้แขนจากเพดานในกรณีที่เพดานสูง โดยมีแสงออกทางด้านบนของโคมด้วย ทั้งนี้เพื่อทำให้เพดานสว่างดูไม่อึดอัด โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ควรติดตั้งแนวยาวของโคมตามทิศทางการมองเพื่อไม่ให้เกิดเงาระหว่างโคมที่โต๊ะเรียน



ภาพที่ 2.10 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบครีบบ

ที่มา: เทคนิคการส่องสว่าง (2540)

ห้องบรรยาย ควรมีแสงสว่างให้เพียงพอทั่วทั้งห้องเพื่อการใช้สายตาของผู้ที่ฟังการบรรยาย ความส่องสว่างในห้องบรรยายประมาณ 500 Lux และให้แสงสว่างที่หน้ากระดานมากพอสมควรเพื่อให้การมองเห็นได้ชัดจากผู้ฟัง ความส่องสว่างที่หน้ากระดานประมาณ 700 Lux นอกจากความส่องสว่างดังกล่าวแล้วการปิดเปิดสวิตช์ไฟค่อนข้างสำคัญสำหรับงานให้แสงสว่างในอาคารเรียนเพราะการใช้งานในห้องเรียนมีหลายรูปแบบและมักใช้ในเวลากลางวันคือ มีทั้งการบรรยาย การฉายสไลด์ เป็นต้น ดังนั้นควรมีสวิตช์แยกปิดเปิดไฟด้านหน้าห้องเรียนโดยเฉพาะเมื่อต้องการฉายสไลด์และมีสวิตช์ไฟเพื่อปิดโคมที่อยู่ใกล้หน้าต่างเพื่อประหยัดพลังงานเพราะมีแสงจากภายนอกมาช่วยในตอนกลางวันและเปิดสวิตช์เฉพาะบริเวณด้านในที่ไม้อยู่ใกล้หน้าต่างเพื่อประหยัดพลังงาน ไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 การให้แสงสว่างในห้องบรรยายที่เน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้องและที่หน้ากระดาน โคมไฟวางในทิศทางการมอง

ที่มา: เทคนิคการส่องสว่าง (2540)

ห้องปฏิบัติการ การให้แสงในห้องปฏิบัติการควรให้แสงสว่างสม่ำเสมอทั้งห้อง ความส่องสว่างในห้องปฏิบัติการประมาณ 500 Lux สำหรับบริเวณที่ต้องการแสงสว่างมากเพราะชิ้นส่วนมีขนาดเล็กต้องมีการให้แสงเพิ่มมากขึ้น การให้แสงมากขึ้นกว่า 500 Lux ควรเป็นการให้แสงที่มาจากโคมไฟที่ติดตั้งตามโต๊ะปฏิบัติการ ในกรณีที่ต้องการความส่องสว่างมากเพื่อใช้ในการเรียนการสอนที่ต้องใช้สายตามากเพื่อการมองเห็นวัตถุขนาดเล็กก็ควรติดตั้งโคมไฟใกล้ๆกับชิ้นงานเพื่อไม่ให้เกิดความสิ้นเปลืองมากเกินไป นอกจากนี้การวางโคมไฟก็ใช้หลักการเหมือนในห้องเรียนคือวางโคมขนานกับหน้าต่างเพื่อสามารถแบ่งการปิดเปิดสวิตช์ได้เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพราะบริเวณที่อยู่ใกล้หน้าต่างอาจไม่จำเป็นต้องเปิดไฟในเวลากลางวัน ยกเว้นวันที่ฟ้ามืดหรือมีการเรียนการสอนในเวลากลางคืน

ห้องสมุด การให้แสงห้องสมุดมีที่ต้องการแสงสว่างเพื่อการมอง อ่านหรือเขียนประมาณ 3 ที่ คือ ชั้นวางหนังสือ โต๊ะอ่านหนังสือและบริเวณตู้กันดัชนีนี้นั่งหนังสือ ความส่องสว่างในห้องสมุดประมาณ 300 Lux และตำแหน่งของดวงโคมต้องให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย เช่น ชั้นวางหนังสือต้องวางดวงโคมให้แสงส่องให้เห็นตัวหนังสือที่ชั้นวางหนังสือทุกชั้น ดังนั้นการติดตั้งโคมไฟควรให้อยู่ระหว่างชั้นหนังสือ ส่วนบริเวณโต๊ะอ่านหนังสือก็ต้องติดตั้งโคมไฟให้มี

ความส่องสว่างมากพอประมาณ 300 Lux บางพื้นที่อาจมีการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการค้นข้อมูลหรือการติดต่ออินเทอร์เน็ตหรือการค้นหาค้นหาหนังสือผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องพิถีพิถันในเรื่องโคมไฟที่เลือกใช้ด้วยเพื่อไม่ให้มีแสงสะท้อนตัวโคมไฟไปปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

จากการพิจารณาถึงระบบนำร่องการใช้พลังงานเพื่อที่จะทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานรวม แต่ถ้ามีการใช้พลังงานมากขึ้นจากเดิม อาจส่งผลมาจากประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ลดลง ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบการใช้พลังงาน โดยที่ปฏิบัติตามขั้นตอนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

## 2.6 การตรวจสอบการใช้พลังงาน

การตรวจสอบการใช้พลังงานเป็นกระบวนการเก็บข้อมูลและศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น ระบบไฟฟ้า เครื่องกล กระบวนการผลิต โครงสร้างสถาปัตยกรรม พฤติกรรมการใช้พลังงาน สภาพแวดล้อมภายในและภายนอกอาคารและการบริหารงานที่จะมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานของอาคาร การตรวจสอบการใช้พลังงานเป็นกระบวนการที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลต่างๆ เปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น อัตราค่าพลังงานสูงขึ้น มีการปรับเปลี่ยนขบวนการผลิต ประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องจักรเปลี่ยนแปลงตามสภาพการใช้งานและตามอายุการใช้งาน

กระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงานที่เป็นระบบจะช่วยให้ผู้ตรวจสอบการใช้พลังงานสามารถเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์และช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบกระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงานประกอบด้วย

2.6.1 การเตรียมตรวจสอบ เป็นการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน เป็นการช่วยให้ผู้ตรวจสอบการใช้พลังงานสามารถบริหารเวลาในขั้นตอนของการตรวจสอบภาคสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมเวลาการทำงานของพนักงานหรือผู้อาศัยในอาคารน้อยที่สุด

2.6.2 การตรวจสอบ การตรวจสอบการใช้พลังงานแบ่งออกเป็น การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้นและการตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียด การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้น เป็นการสำรวจและตรวจสภาพการใช้งานในระดับเบื้องต้นของอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ อาจจะใช้เครื่องมือตรวจสอบทำการตรวจวัดคร่าวๆ เพื่อชี้ให้เห็นสภาพการใช้พลังงาน การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียด เป็นการตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงานเพื่อสามารถนำข้อมูลไปประเมินมาตรการประหยัดพลังงาน จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบทำการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ

2.6.3 ผลลัพธ์ ผลจากการตรวจสอบจะเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อใช้วิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานและจัดทำรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงาน ซึ่งทำให้เข้าใจสภาพการใช้พลังงานของระบบต่างๆ กระบวนการผลิตและรายละเอียดอุปกรณ์และเครื่องจักรหลัก สามารถกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบหลักๆ ได้เพื่อใช้เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพที่พิกัดหรือค่ามาตรฐาน

สำหรับการบันทึกข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา ที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้อง ตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง โดยมีเครื่องมือในการพิจารณาหัวข้อดังนี้

## 2.7 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ (Check Sheet) คือ ใบรายการที่เราใช้อ้างอิงสำหรับการตรวจสอบเปรียบเทียบระบบงานที่เราได้กระทำจริงกับระบบงานที่กำหนดไว้ว่าเป็นอย่างไร ใบตรวจสอบนี้สามารถใช้สำหรับการเก็บข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องอีกด้วย

2.7.1 ความสำคัญของใบตรวจสอบ เราสามารถนำใบตรวจสอบมาใช้ในการทำงานหลายประเภท ใบตรวจสอบจะช่วยให้เรามองเห็นได้ชัดเจนขึ้นว่าตอนนี้เราอยู่ในตำแหน่งไหน เช่น หากเราใช้ใบตรวจสอบสำหรับ ตรวจสอบความก้าวหน้าของงานที่เราทำ เราจะทราบได้ว่างานของเราก้าวหน้าไปถึงจุดไหนแล้ว เมื่อนำมาเทียบกับแผนที่วางไว้แล้วดีกว่าหรือเลวกว่า อีกทั้งยังนำมาช่วยในการปรับเปลี่ยนให้ แผนการทำงานในช่วงเวลาที่เหลือมีความเหมาะสม เพื่อให้งานเสร็จตามกำหนดการและตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้มีประสิทธิภาพ ใบตรวจสอบยังมีประโยชน์ในด้านของการควบคุมรายละเอียด ใบตรวจสอบที่มีการ ออกแบบมาดีจะสามารถเก็บรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูล หรือสิ่งที่เราทำการตรวจสอบได้อย่างครบถ้วน ไม่เินเยื่อออกไป นอกจากนี้เรายังนำใบตรวจสอบมาใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงหรือเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของเราอีกด้วย

2.7.2 การออกแบบใบตรวจสอบ เราสามารถแบ่งรายละเอียดขั้นตอนในการออกแบบและจัดทำใบตรวจสอบได้ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายในการตรวจสอบ เพื่อเราจะออกแบบใบตรวจสอบให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ เราต้องทราบถึงจุดประสงค์ที่แท้จริงว่าเราจะนำ ใบตรวจสอบมาใช้ตรวจสอบข้อมูลอะไรบ้าง และข้อมูลที่เราได้จากการตรวจสอบนั้นจะเอาไปใช้ทำอะไร เราอาจนำเทคนิคการตั้งคำถามมาช่วยในขั้นตอนนี้ก็ได้ เพื่อให้สามารถหาคำตอบได้ง่ายขึ้น เช่น “ปัญหาคือ



อะไร” ข้อมูลอะไรบ้างที่เรา ต้องใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา” “ใครจะเป็นคนใช้ข้อมูลนี้” “ใครมีหน้าที่ในการเก็บ ข้อมูล” ฯลฯ

2. กำหนดแบบฟอร์มสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเราจะกำหนดให้หัวข้อของข้อมูลที่เราต้องการทำการตรวจสอบอยู่ทางด้านซ้ายมือของกระดาษ ทางขวามือจะเว้นว่างไว้ให้ผู้ตรวจสอบกรอกรายละเอียดได้ สำหรับเวลาในการตรวจสอบและสถานที่ในการตรวจสอบควรเอาไว้บนหัวกระดาษ

3. จัดเก็บข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้ในการตรวจสอบ ผู้ทำการรวบรวมข้อมูลจะต้องทำการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง

4. รวบรวมข้อมูลที่เก็บได้ทั้งหมดและนำไปวิเคราะห์

2.7.3 ใบตรวจสอบกับการนำไปใช้งาน ในการทำงานจริงโรงงานบางที่อาจไม่รู้ว่าต้องใช้ใบตรวจสอบแบบไหนกับงานแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน ในระยะแรกผู้ประกอบการจึงอาจจะหาตัวอย่างของใบตรวจสอบมาจากหนังสือ คู่มือ ตำราต่างๆ โดยเฉพาะในงานด้านวิศวกรรมจะมีตัวอย่างของใบตรวจสอบปรากฏอยู่ในหนังสือหลายเล่ม หรืออาจไปขอยืมมาจากโรงงานที่รู้จักกันมาใช้ไปก่อน หลังจากนำมาใช้ไปได้พักหนึ่ง ทางโรงงานควรตรวจสอบว่าในการใช้งานมีปัญหาอะไรหรือไม่ สามารถบอกข้อมูลที่เราต้องการได้หรือไม่ แล้วจึงทำการดัดแปลงใบตรวจสอบให้มีลักษณะเฉพาะกับงานของเรา เพื่อที่ใบตรวจสอบจะช่วยให้เราสามารถพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้

สหประชาชาติ  
ชื่อผู้ทำ: ..... ผู้บันทึก: ..... ประจำเดือน: .....

วัน	เช้า												บ่าย				คืน								
	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									
26																									
27																									
28																									
29																									
30																									
31																									

ภาพที่ 2.12 ใบตรวจสอบกับการนำไปใช้งานบันทึกช่วงเวลาการใช้งาน

จากเนื้อหาในแต่ละหัวข้อนี้เป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัยระบบนำร่องการใช้พลังงานที่แสดงถึงการพยากรณ์การใช้พลังงานที่ได้จากข้อมูลทางสถิติในการวิเคราะห์และแสดงออกข้อมูลออกมาจากโปรแกรมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยจะเข้าสู่กระบวนการและการขึ้นการวิเคราะห์ในบทที่ 3 ต่อไป

## 2.8 ตัวแปรทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบหลักๆ ของค่าไฟฟ้าประกอบด้วย

2.8.1 แรงดันไฟฟ้า (Voltage) มีหน่วยเป็น Volt (V) ในที่นี้จะกล่าวถึงแรงดันไฟฟ้าแรงต่ำที่ใช้ในงานในอาคาร ทั่วๆ ไป โดยมีแรงดันไฟฟ้า 220V สำหรับระบบ 1 เฟส และ 380V สำหรับระบบ 3 เฟส

2.8.2 กระแสไฟฟ้า (Electric Current) มีหน่วยเป็น Ampere (A) ซึ่งกระแสไฟฟ้านี้จะไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่ามากขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์นั้นๆ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

2.8.3 เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power Factor) คือตัวประกอบกำลังไฟฟ้าซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0-1 และโดยทั่วไปจะควบคุมอยู่ระหว่าง 0.85-1.00

2.8.4 กำลังไฟฟ้า (Electric Power) คือ ความต้องการไฟฟ้าจริงที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องการใช้ในการทำงานมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) ซึ่งหาได้จากสมการ

ระบบไฟฟ้า 1 เฟส

$$P = VI \cos \theta \quad (2)$$

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส

$$P = \sqrt{3} VI \cos \theta \quad (3)$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ Watt (W)

V คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ Volt (V)

I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมป์ Ampere (A)

$\cos \theta$  คือ ค่า Power Factor เป็นมุมระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้า

2.8.5 พลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) คือพลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานในระยะเวลาหนึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ชั่วโมง (Wh) หรือกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) ทั้งระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส สามารถหาค่าได้จากสมการ

ระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส

$$E = P * t \quad (4)$$

เมื่อ E คือ พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์-ชั่วโมง; Watt-hour (wh)

P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์; Watt (w)

t คือ ระยะเวลาการใช้งาน มีหน่วยเป็น ชั่วโมง; hour (h)

## 2.9 ค่าตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน

การดำเนินการศึกษาการพัฒนาตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเพื่อช่วยในการตัดสินใจคือ ข้อมูลการการบันทึกการทดสอบที่ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญสองส่วน ได้แก่เรื่องงบประมาณและเวลาที่ใช้ในการเก็บผลการทดลอง หรือข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.9.1 เงินลงทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายเพื่อดำเนินการ ซึ่งอาจหมายถึงค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานในการดำเนินการและรวมถึงค่าใช้จ่ายเพื่อใช้ในการติดตั้ง

2.9.2 เวลา หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ

2.9.3 จุดคุ้มทุน หมายถึง ระยะเวลาที่เกิดจากจำนวนเงินลงทุนหารด้วย จำนวนเงินที่ได้จากผลของการดำเนินการประหยัดพลังงานต่อหน่วยเวลาหรือจากสมการดังนี้

$$P_{bp} = I_c / S_c \quad (5)$$

เมื่อ  $P_{bp}$  คือ ระยะเวลาจุดคุ้มทุน มีหน่วยเป็น เดือน/ปี (Month/Year)

$I_c$  คือ จำนวนเงินลงทุนที่ใช้เพื่อดำเนินการประหยัดพลังงาน มีหน่วยเป็น (บาท)

$S_c$  คือ จำนวนเงินที่ประหยัดได้จากการประหยัดพลังงาน มีหน่วยเป็น (บาท)

## 2.10 การศึกษาที่เกี่ยวข้อง

แผนที่พลังงานเป็นการพัฒนาขึ้นมาใหม่ทั้งหมดโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค ร่วมกับบริษัทเนสเลย์เปอริเออร์วิสเทล ประเทศไทย ในปี 2540 แต่การพัฒนายังไม่เสร็จสิ้นสมบูรณ์ ดังนั้นการวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้จึงยังไม่มี อย่างไรก็ตามการวิจัยที่ใกล้เคียงในด้านการพัฒนาระบบการจัดการพลังงาน มีดังนี้

วัชระ จำปาดิษฐ์ (2550) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศด้านพลังงานในอาคารโรงแรมโดยใช้วิธีแผนที่พลังงาน จากการดำเนินการในอาคารกรณีศึกษาพบว่า เครื่องซีลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดในระบบปรับอากาศ โดยมีสัดส่วนสูงถึง 53.41% ของพลังงานรวมในระบบ

ปรับอากาศ สำหรับการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างพบว่า พื้นที่ส่วนหน้ามีการใช้พลังงานสูงถึง 83.30% ของพลังงานที่ใช้ในระบบแสงสว่าง โดยสิ่งที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานคือ จำนวนของอุปกรณ์พลังงาน กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ และชั่วโมงการใช้งานต่อวันของอุปกรณ์ แผนที่พลังงานประกอบด้วย โครงสร้างของอุปกรณ์ ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์พลังงานและการประมวลผลพลังงานทั้งหมด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนเพื่ออนุรักษ์พลังงานประหยัดเวลา ในขั้นตอนของการประมวลผล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรายการของอุปกรณ์ที่อาจเกิดขึ้นภายในอาคาร

ทงศักดิ์ ศิริยงค์ (2551) ได้พัฒนาฐานข้อมูลด้านพลังงานสำหรับอาคาร โดยวิธีแผนที่พลังงานแบบตาราง เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการ การใช้พลังงานของอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำการศึกษาในอาคารสถานศึกษา ซึ่งการใช้พลังงานของอาคารจะขึ้นอยู่กับการจัดการเรียนการสอนและการใช้ห้องเรียนในแต่ละวัน การพัฒนาฐานข้อมูลด้านพลังงานนี้ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการใช้พลังงานในอาคารรวมถึง ประเมินและวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคาร หรือห้องเรียนในการใช้งานแต่ละครั้งได้ โดยแผนที่พลังงานที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสืบค้น ค้นหาข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารในลักษณะของแผนที่พลังงานและสืบค้น ค้นหารายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบต่างๆ ได้ อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบด้วย (1) พลังงานไฟฟ้า (2) ค่าพลังงานไฟฟ้า (3) การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนและ (4) ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน ตามชั่วโมงการใช้งานของอาคาร ชั้นเรียนหรือห้องเรียนตามที่อยู่ใช้งานต้องการ นอกจากนั้น โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นยังสามารถใช้งานในการวางแผนหรือหามาตรการอนุรักษ์พลังงานของอาคารได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

สุรพงษ์ เอี่ยมขอฟิ่ง (2551) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศด้านพลังงานสำหรับอาคาร เอนกประสงค์ขนาดใหญ่ เป็นการจัดการระบบสารสนเทศด้านพลังงานสำหรับระบบปรับอากาศซึ่งอาคารที่ศึกษาเป็นอาคารขนาดใหญ่มี 4 ประเภทที่ให้บริการแตกต่างกันคือ อาคารห้างสรรพสินค้า อาคารสำนักงาน อาคารโรงละครและอาคารโรงแรมโดยมีเวลาการใช้บริการที่ 12,10,10 และ 24 hour ตามลำดับ ดังนั้นในการวางแผนงานเพื่อการประหยัดพลังงานจึงต้องมีอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวม จัดระบบ พิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานของอุปกรณ์พลังงานรวมทั้งการจำลองมาตรการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ ซึ่งเรียกว่า “แผนที่พลังงาน” การเปรียบเทียบจะพิจารณาสถานการณ์ในลักษณะของการปรับลดชั่วโมงทำงานของระบบปรับอากาศลงทุกเครื่อง 1hour/day จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาประมวลเพื่อทราบข้อมูลการลดต้นทุน

## บทที่ 3

### ระเบียบงานวิจัย

การศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย ทำนายการใช้พลังงานภายในแต่ละเดือน ซึ่งจะสามารถทำนายการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม ที่ใช้ไปกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อยู่ในห้องพักของอาคารอพาร์ทเมนท์ กรณีศึกษา ก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาในการพิจารณารูปของสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งมีหลักการของขั้นตอนที่มีผลต่องานวิจัย อยู่ด้วยกัน 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 3.1 พิจารณาอาคารกรณีศึกษา
- 3.2 จัดทำแผนที่พลังงาน
- 3.3 จัดเตรียมเครื่องมือวัดและตารางบันทึกผลการทดลอง

#### 3.1 อาคารกรณีศึกษา

ในการพิจารณกรณีศึกษาเป็นการกล่าวถึงรายละเอียดที่แสดงแหล่งข้อมูลของงานวิจัย ได้แก่ สถานที่ แหล่งที่ตั้งของอาคาร ประเภทอาคาร แหล่งของการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะขั้นตอนในการพิจารณาจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ขั้นตอนการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นของอาคารอพาร์ทเมนท์

ในการศึกษาวิจัยลักษณะอาคารอพาร์ทเมนท์ที่มีความสูง 9 ชั้นระดับความสูง 100 เมตรจากระดับพื้นดิน โดยมีที่ตั้งอยู่ย่านแหล่งชุมชนอยู่ใกล้ตลาดขนาดใหญ่ มีอายุการใช้งานของอาคารประมาณ 20 ปี โดยเปิดใช้งานเมื่อ ปี พ.ศ. 2534 โดยมีธุรกิจหลักของอาคารเป็นที่พักอาศัยหรืออพาร์ทเมนท์ ข้อมูลเบื้องต้นของอาคารอพาร์ทเมนท์ ชื่ออาคารไพรินทร์อพาร์ทเมนท์ ตั้งอยู่ที่ 12/3 หมู่ 4 ถนนสายไหม แขวงสายไหม เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร จำนวนชั้นภายในอาคาร 9 ชั้น จำนวนห้องพักแต่ละชั้น 19 ห้อง/ชั้น รวมจำนวนห้องพักทั้งหมด 171 ห้อง โดยมีจำนวนห้องที่มีระบบปรับอากาศจำนวน 50 ห้อง



ภาพที่ 3.1 อาคารอพาร์ทเมนท์กรณีศึกษา

ที่มา: ไพรินทร์อพาร์ทเมนท์



ภาพที่ 3.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องตัวอย่าง

ที่มา: ไพรินทร์อพาร์ทเมนท์

## 2. การพิจารณาแหล่งการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการใช้พลังงานของอาคารอพาร์ทเมนท์จะมีการใช้พลังงานที่อยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก แล้วนำมาใช้ให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ตามความเหมาะสมกับช่วงเวลาการใช้งาน เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลในระบบปรับอากาศหรือใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็น

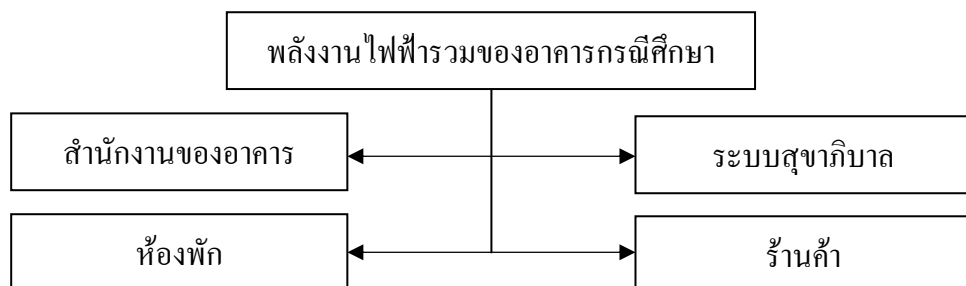
แสงสว่าง ฯลฯ จากการศึกษาพัฒนาแบบจำลอง เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงาน โดยพิจารณาอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดภายในห้องพัก พิจารณาจากขนาดการใช้พลังงานไฟฟ้า และชั่วโมงการใช้งาน ดังตารางที่ 3.4

### 3.2 การจัดทำแผนที่พลังงาน

จากลักษณะของแผนที่พลังงาน สามารถบอกรายละเอียดของกลุ่มอุปกรณ์พลังงาน ชนิดของอุปกรณ์พลังงาน สถานที่ติดตั้งของอุปกรณ์พลังงาน การใช้พลังงานต่อวันและสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละรายการเปรียบเทียบกับพลังงานที่ใช้ทั้งหมด จากลักษณะดังกล่าว สามารถแบ่งแผนที่พลังงานออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

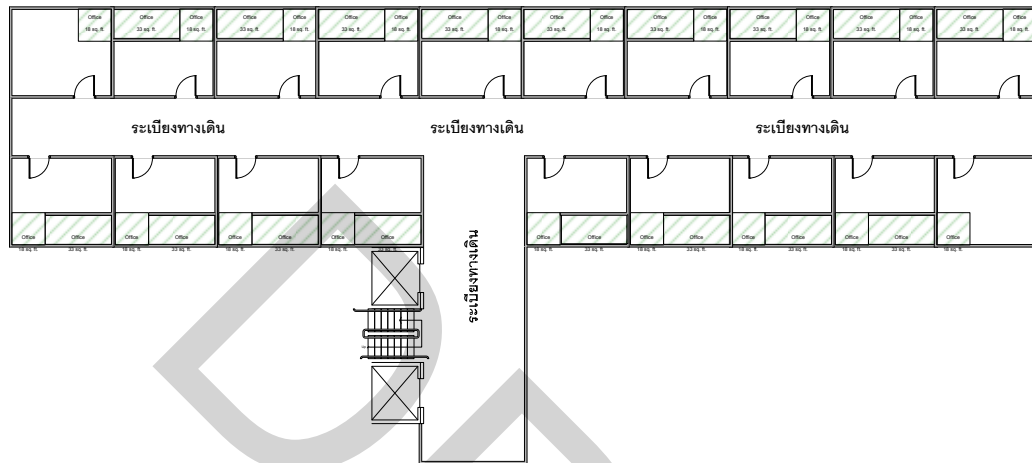
1. แผนที่ภาพรวม (Global Energy Map)
2. แผนที่ภาค (Local Energy Map)
3. แผนที่เขต (Zone Energy Map)
4. แผนที่เขตย่อย (Sub Zone Energy Map)

1. แผนที่ภาพรวม (Global Energy Map) โดยทำการแยกส่วนต่างๆภายในอาคารออก เพื่อพิจารณาสถานที่ภายในอาคาร ซึ่งประเภทของอาคารเป็นอาคารอพาร์ทเมนต์ มีสิ่งอำนวยความสะดวกภายในอาคารที่ได้จัดเตรียมไว้อำนวยความสะดวกไว้ให้ผู้ให้บริการห้องพัก เช่น ระบบลิฟต์ โดยสาร ระบบสุขาภิบาล สำนักงาน เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ จะแสดงถึงแหล่งที่มาของการใช้พลังงานรวมของอาคารจากอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในระบบต่างๆ หรือสามารถเรียกได้อีกอย่างว่าแผนที่พลังงานภาพรวมของอาคาร แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แหล่งที่มาของพลังงานที่เกิดขึ้นภายในอาคารอพาร์ทเมนต์

2. แผนที่ภาค (Local Energy Map) จากขอบเขตของการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานจะได้ดำเนินการจัดทำแผนที่พลังงานแบบตารางเฉพาะในส่วนของห้องพัก เมื่อพิจารณาข้อมูลจำนวนห้องพักในแต่ละชั้นของอาคาร วิทยาลัยฯ ได้ดังภาพที่ 3.4



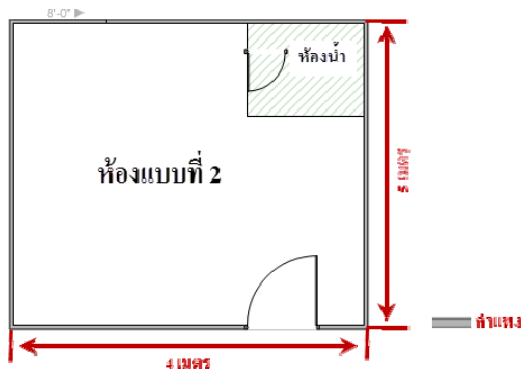
ภาพที่ 3.4 แปลนห้องพักในแต่ละชั้นภายในอาคาร

3. แผนที่เขต (Zone Energy Map) ในการทดลองและเก็บข้อมูล โดยพิจารณาขนาดห้องพักภายในอาคารวิทยาลัยฯ เมื่อสำรวจและสอบถามผู้ดูแลอาคาร ทราบว่าห้องพักโดยรวมจะมีขนาดพื้นที่ใช้สอยต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อยู่ 2 แบบ ด้วยกัน ดังนี้



ภาพที่ 3.5 แปลนห้องพักแบบที่ 1





ภาพที่ 3.6 แปลนห้องพักแบบที่ 2

ภาพที่ 3.5 ขนาดห้องพักในกรณีศึกษาแบบที่ 1 มีขนาดพื้นที่ใช้สอยแยกเป็นส่วนๆ ประกอบไปด้วย ห้องพัก ห้องน้ำ และระเบียงด้านนอกห้อง โดยพื้นที่ขนาดของใช้สอยรวมกันอยู่ที่ประมาณ 3.5 เมตร x 4.5 เมตร พร้อมทั้งห้องไม่มีหน้าต่าง โดยที่ผนังทั้งสองด้านปิดตลอดทั้งแนวความยาว ส่วนภาพที่ 3.6 ขนาดห้องพักในกรณีศึกษาแบบที่ 2 จะมีขนาดพื้นที่ใช้สอยรวม อยู่ที่ประมาณ 4 เมตร x 5 เมตร แบบห้องพักแบบที่ 2 จะมีห้องพัก, ห้องน้ำรวมอยู่ด้านในห้องทั้งหมด แต่ห้องลักษณะนี้มีหน้าต่างอยู่จำนวน 2 บาน หลังจากที่เรารวบรวมข้อมูลขนาดเบื้องต้นของห้องพักแต่ละแบบแล้ว จากขอบเขตของการศึกษาจะได้ดำเนินการจัดทำแผนที่พลังงานแบบตารางเฉพาะภายในห้องพัก โดยกำหนดห้องพักในกรณีศึกษา ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์การใช้พลังงานดังต่อไปนี้

4. แผนที่เขตย่อย (Sub Zone Energy Map) เป็นแผนที่พลังงานย่อย ที่แสดงส่วนประกอบอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ย่อยนี้ เป็นส่วนที่อยู่ภายในห้องพักตัวอย่างกรณีศึกษา ที่แสดงรายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อนำไปการคำนวณหาค่าพลังงานและสัดส่วนการใช้พลังงานของพลังงานไฟฟ้ารวม ดังตารางที่ 3.1

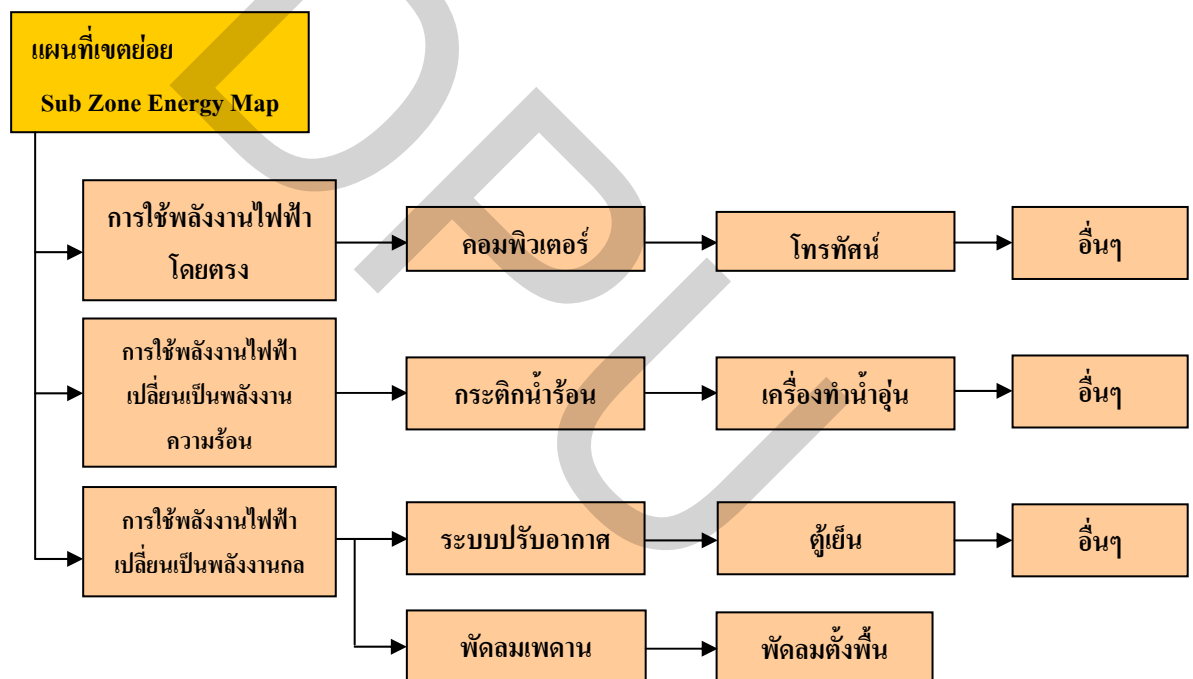
ตารางที่ 3.1 ขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าพื้นฐานประเภทต่างๆ ในห้อง

เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
พัดลมตั้งพื้น	20 – 75
พัดลมเพดาน	70 – 100
โทรทัศน์ขาว-ดำ	28 – 150
โทรทัศน์สี	80 – 180
เครื่องเล่นวีดีโอ	25 – 50
ตู้เย็น 7-10 คิว	70 – 145
หม้อหุงข้าว	450 - 1,500
เตาหุงต้มไฟฟ้า	200 - 1,500
หม้อชงกาแฟ	200 -600
เตาไมโครเวฟ	100 - 1,000
เครื่องปั่นขนมปัง	800 - 1,000
เครื่องทำน้ำอุ่น/ร้อน	2,500 - 12,000
เครื่องเป่าผม	400 - 1,000
เตารีดไฟฟ้า	750 - 2,000
เครื่องซักผ้าแบบมีเครื่องอบผ้า	3,000
เครื่องปรับอากาศ	1,200 - 3,300
เครื่องดูดฝุ่น	750 - 1,200
มอเตอร์จักรเย็บผ้า	40 – 90

**ที่มา:** กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

จากข้อมูลตารางที่ 3.1 เป็นข้อมูลการใช้พลังงานมาตรฐานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ได้กำหนด ดังนั้นจึงนำข้อมูลมาตรฐานไปใช้ในการวิเคราะห์และคำนวณการใช้พลังงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป จากการพิจารณาอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าห้องพักในกรณีศึกษา โดยมีแนวทางดำเนินการเก็บข้อมูลโดยทำการแยกการพิจารณารูปแบบการใช้พลังงานออกเป็น 3 แบบ ด้วยกัน ประกอบไปด้วย

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรง ลักษณะโดยรวมเป็นการใช้พลังงานโดยตรงที่จะปรับเปลี่ยนขนาดของแรงดันสูงมาเป็นแรงดันต่ำ เพื่อที่จะนำไปใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น คอมพิวเตอร์, โทรทัศน์, เครื่องเสียง เป็นต้น
2. การใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ลักษณะโดยรวมเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าปรับเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งทำการสร้างให้เกิดความร้อนโดยฮีตเตอร์ (Heater) ตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น กระจกน้ำร้อนไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น
3. การใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ลักษณะโดยรวมเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าปรับเปลี่ยนเป็นพลังงานกล โดยมีมอเตอร์ (Motor) เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนการทำงาน โดยตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น



ภาพที่ 3.7 โครงสร้างแผนที่เขตย่อยของห้องตัวอย่างที่แยกรายละเอียดการพลังงานไฟฟ้า

หลังจากที่ทราบแผนที่ภาพรวมที่แสดงสัดส่วนแผนที่พลังงาน เพื่อให้ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า สำหรับในการพิจารณาลำดับต่อมาเป็นขั้นตอนการจัดเตรียมเครื่องมือที่ทำการวัดกระแสการใช้พลังงานของอุปกรณ์เพื่อนำมาใช้กำหนดปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์ พร้อมทั้งตารางการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง จึงจะขอแนะนำเสนอลำดับต่อไป

### 3.3 จัดเตรียมเครื่องมือวัดและตารางบันทึกผลการทดลอง

การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานที่แสดงถึงรายละเอียดต่างๆ ที่เปรียบเสมือนโครงสร้างแผนพลังงาน โดยปกติแล้วจะจัดทำเป็นรูปแบบของเอกสารเพื่อให้ง่ายต่อการดำเนินการวิเคราะห์ และเพื่อแสวงหาปัญหาง่ายต่อการนำไปใช้งานในส่วนอื่นๆ นอกจากนี้เครื่องมือวัดก็เป็นสิ่งสำคัญในการวัดผลที่เกิดขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละห้อง โดยทำการแยกการพิจารณาออกได้เป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

1. การเก็บข้อมูลเบื้องต้น เป็นส่วนของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าตัวเลข ที่แสดงออกมาจากเครื่องมือที่ใช้วัดทั้งประมาณกระแส พลังงานที่ใช้กับอุปกรณ์ ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มของแสง เป็นต้น สิ่งที่ได้จากการวัด เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่อไป

จากพิจารณาการใช้พลังงานมาตรฐาน พิจารณาจากเนมเพลท (Name Plate) การใช้พลังงานของอุปกรณ์อาจจะไม่เพียงพอต่อการพิจารณา จึงต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่นำมาใช้วัดปริมาณพลังงานที่ใช้จริง นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ โดยที่เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ประกอบไปด้วยเครื่องมือดังนี้

- 1) เครื่องวัดความเร็วลมและอุณหภูมิ



ภาพที่ 3.8 อุปกรณ์วัดความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลเบื้องต้นเครื่องวัดความเร็วลมและอุณหภูมิ

เครื่องวัดความเร็วลมแบบพกพา (แบบใบพัด 40 mm)	
ช่วงการวัด	ความเร็วลม 0.5 ถึง 20 m/s อุณหภูมิ -10 ถึง +50 C
	ความเร็วลม 0.5 ถึง 20 m/s อุณหภูมิ -10 ถึง +50 C
ค่าความคลาดเคลื่อน	ความเร็วลม +/- (0.2 m/s +2% of mv.)
	อุณหภูมิ +/- 0.5 C
ค่าความละเอียด	ความเร็วลม 0.1 m/s
	อุณหภูมิ 0.1 C
<p>ความไวในการอ่านค่าได้ 0.5 วินาที</p> <p>แสดงค่าการวัดในหน่วย m/s, km/h, fpm, mph, knots, windchill C/ F, beaufort, C และ F ได้</p> <p>คำนวณค่าเฉลี่ยความเร็วลมต่อจุดและต่อเวลาได้</p> <p>อุณหภูมิสำหรับใช้งานของตัวเครื่อง -10 ถึง +50 C</p> <p>จอแสดงผลมีไฟเรืองแสงสำหรับอ่านค่าในที่มืดได้</p>	

## 2) แคลมป์มิเตอร์ (Clamp meter)



ภาพที่ 3.9 แคลมป์มิเตอร์ (Clamp meter) รุ่น Fluke 322 อุปกรณ์วัดกระแสที่เกิดขึ้น

แคลมป์มิเตอร์ร่อนกประสงค์ วัดได้ทั้งกระแสโพลด แรงดัน AC และวัดความต่อเนื่องของวงจร สวิตช์ ฟิวส์ หรือหน้าสัมผัส ขนาดกระทัดรัด แข็งแรง วัดกระแสได้สูงถึง 400 A รุ่น 322 วัดแรงดัน DC ได้ และให้ความละเอียดสูงที่โพลดกระแสต่ำกว่า 40 A

### ตารางที่ 3.3 ข้อมูลเบื้องต้นของแคลมป์มิเตอร์

แคลมป์มิเตอร์ มีขนาดเล็ก เหมาะมือ สะดวกใช้ในที่แคบ	
ความแม่นยำการวัด	1.8% basic accuracy
ให้ความละเอียดการวัดที่	0.01A และ 0.1 V
วัดกระแส AC	400 A
วัดแรงดัน DC (เฉพาะรุ่น Fluke 322)	ได้ 600 V
1. วัดความต้านทาน 4000 $\Omega$ 2. มาตรฐานความปลอดภัย 600 V CAT III	

### 3) เครื่องวัดแสงสว่าง



ภาพที่ 3.10 เครื่องวัดแสงสว่าง

สามารถวัดความเข้มแสงสว่างได้ ตั้งแต่ 0 - 10,000 ลักซ์ คุณลักษณะของเครื่องวัดแสงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน CIE 1931 ของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยความส่องสว่าง (International Commission on Illumination) หรือ ISO/CIE 10527

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลเบื้องต้นเครื่องวัดค่าความเข้มแสง

เครื่องวัดค่าความเข้มแสงชนิดพกพา	
ช่วงการวัด	0 ถึง +99,999 lux
ค่าความคลาดเคลื่อน	+/- 3 % (เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง)
ค่าความละเอียดในการวัด	1 lux (ช่วงการวัด 0 ถึง 19,999 lux)
	10 lux (ช่วงการวัด 20,000 ถึง 99,999 lux)
1. ความไวในการอ่านค่าได้ 0.5 วินาที	4. อุณหภูมิสำหรับใช้งานของตัวเครื่อง 0 ถึง +50 C
2. แสดงค่าการวัดในหน่วย Lux, footcandle ได้	5. ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาด 3A จำนวน 2 ก้อน
3. อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ประมาณ 20 ชั่วโมง	6. ขนาด 133 x 46 x 25 mm

การเก็บข้อมูลเบื้องต้น อีกส่วนเป็นการเก็บข้อมูลที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบกัน ระหว่างการใช้พลังงานจริงที่แสดงจากโบบิลแจ้งค่าไฟฟ้าและการโปรแกรมแบบจำลองการทำนาย การใช้พลังงาน โดยได้มีการเก็บข้อมูลจากผู้อาศัยด้วยเอกสารบันทึกการใช้พลังงานจากผู้ใช้ ซึ่งมี ข้อมูลภายในใบสอบถามดังนี้

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลเอกสารใบบันทึกการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าพลังงาน

แบบฟอร์มเอกสารใบสอบถามการใช้พลังงาน			
1.อาชีพในปัจจุบัน <input type="checkbox"/> ทำงาน (ตอบในข้อ 1.1) <input type="checkbox"/> นักศึกษา (ตอบในข้อ 1.2) <input type="checkbox"/> อื่นๆ...			
ข้อมูล 1.1 ช่วงเวลาการทำงาน			
<input type="checkbox"/> ทำงานเช้า ช่วงเวลา 8.30 – 17.00 น	<input type="checkbox"/> ทำงานบ่าย ช่วงเวลา 17.00 – 8.00 น	<input type="checkbox"/> ช่วงเวลาอื่นๆ...	
ข้อมูล 1.2 ช่วงเวลาเรียนของนักศึกษา			
<input type="checkbox"/> ช่วงเวลาเรียนเช้า	<input type="checkbox"/> ช่วงเวลาเรียนบ่าย	<input type="checkbox"/> ช่วงเวลาเรียนเย็น	<input type="checkbox"/> ช่วงเวลาอื่นๆ..
ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ			
1. ภายในห้องมีระบบปรับอากาศหรือไม่ <input type="checkbox"/> มี (ตอบในข้อ 2.1) <input type="checkbox"/> ไม่มี			
ช่วงเวลาการเปิดแอร์ใช้งาน <input type="checkbox"/> 8.00 – 12.00น <input type="checkbox"/> 12.00 – 17.00 น <input type="checkbox"/> อื่นๆ.....			
ข้อมูล 2.1 มีการทำความสะอาดหรือบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบปรับอากาศหรือไม่			
<input type="checkbox"/> มี (ตอบในข้อ 2.2) <input type="checkbox"/> ไม่มี			
ข้อมูล 2.2 ช่วงเวลาที่ทำความสะอาด <input type="checkbox"/> 1 เดือน <input type="checkbox"/> 2 เดือน <input type="checkbox"/> 3 เดือน อื่นๆ.....			
ข้อมูลระบบส่องสว่าง			
2. ภายในห้องมีหลอดไฟฟ้าหรือไม่ <input type="checkbox"/> มี (ตอบในข้อ 3.1) <input type="checkbox"/> ไม่มี			
ช่วงเวลาการเปิดใช้งาน <input type="checkbox"/> 8.00 – 12.00น <input type="checkbox"/> 12.00 – 17.00 น <input type="checkbox"/> ทั้งวัน <input type="checkbox"/> อื่นๆ.. <input type="checkbox"/> .....			
ข้อมูล 3.1 มีการทำความสะอาดหรือบำรุงรักษาอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าหรือไม่			
<input type="checkbox"/> มี (ตอบในข้อ 3.2) <input type="checkbox"/> ไม่มี			
ข้อมูล 3.2 ลักษณะการทำความสะอาด <input type="checkbox"/> เช็ดหลอด <input type="checkbox"/> เปลี่ยนหลอด <input type="checkbox"/> อื่นๆ.....			
ข้อมูล 3.3 ช่วงเวลาที่ทำความสะอาด <input type="checkbox"/> 1 เดือน <input type="checkbox"/> 2 เดือน <input type="checkbox"/> 3 เดือน <input type="checkbox"/> อื่นๆ.....			
ข้อมูลการใช้พลังงานรูปแบบอื่นๆ			
3. ภายในห้องมีตู้เย็นหรือไม่ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี			
ภายในห้องมีเตารีดหรือไม่ มี ( <input type="checkbox"/> รีดเป็นวัน <input type="checkbox"/> รีดเป็นสัปดาห์ ) ไม่มี <input type="checkbox"/>			
ภายในห้องมีโทรทัศน์หรือ <input type="checkbox"/> มี (เปิดวันที่ชั่วโมง..... <input type="checkbox"/> ) ไม่มี <input type="checkbox"/>			
ภายในห้องเปิดพัดลมเพดานหรือไม่ <input type="checkbox"/> เปิด (เปิดวันที่ชั่วโมง.....) <input type="checkbox"/> ไม่เปิด <input type="checkbox"/>			
ภายในห้องเปิดพัดลมตั้งพื้นหรือไม่ <input type="checkbox"/> มี (เปิดวันที่ชั่วโมง.....) <input type="checkbox"/> ไม่มี <input type="checkbox"/>			
ภายในห้องมีคอมพิวเตอร์หรือไม่ <input type="checkbox"/> มี (เปิดวันที่ชั่วโมง.....) <input type="checkbox"/> ไม่มี <input type="checkbox"/>			



ตารางที่ 3.6 การบันทึกช่วงเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางสำรวจการใช้งานของอุปกรณ์

ชื่ออุปกรณ์ ..... ผู้บันทึก ..... ประจำเดือน .....

วันที่	เช้า										บ่าย										ดึก									
	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00						
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24																														
25																														
26																														
27																														
28																														
29																														
30																														
31																														

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

การศึกษาพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงาน ในอาคารพักอาศัยของแผนที่พลังงาน เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ ที่มีความ คลาดเคลื่อนการทำงาน ไปจากเดิม ซึ่งอาจมีผลมาจะปัจจัยต่างๆ เช่น อายุการใช้งาน อุณหภูมิที่เพิ่ม สูงขึ้น เป็นต้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ลดลง แต่กับเป็นเพิ่ม ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการทำนายผลจะสะท้อนต่อค่าใช้จ่ายด้านค่าพลังงาน ไฟฟ้าที่สูงขึ้นต่อไป

จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร ที่ประกอบ ไปด้วย ขนาดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับชั่วโมงการใช้งาน สำหรับการบันทึกข้อมูลจะใช้วิธีแผนที่ พลังงานแบบตารางแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า จากนั้นใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์

สำหรับอาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารพักอาศัย การใช้พลังงานรวมของอาคารมาจากการ ใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกภายในอาคาร ซึ่งสามารถแบ่งตามหน้าที่ และกิจกรรมการใช้งานของอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ โคมไฟแสงสว่าง ลิฟต์โดยสาร ระบบสุขาภิบาลและอุปกรณ์อื่นๆ ในการดำเนินการศึกษาจะมุ่งเน้นการพัฒนาสมการทาง คณิตศาสตร์เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงาน ในอาคารพักอาศัยของแผนที่พลังงาน เพื่อให้มีความแม่นยำและเที่ยงตรงยิ่งขึ้น

ในการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจะมีการบันทึกผล และนำมาพัฒนาค่าแก้ไขของสมการ (Correction Factor) เพื่อปรับปรุงค่าพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนใน อุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งจะจัดทำข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์การใช้พลังงานในเครื่องปรับอากาศ โคม ไฟแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด 5 อันดับ ซึ่งในการเก็บรวบรวม ข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบต่างๆ และหาค่าปรับแก้ของสมการ เพื่อนำไปใส่ในสมการ ประมาณค่าพลังงาน ของแผนที่พลังงานแบบตารางซึ่งผลในการทำนายค่าปริมาณการใช้พลังงาน จะมีความถูกต้อง และมีค่าความผิดพลาด จากการคำนวณ ที่ลดลง

#### 4.1 ส่วนแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษา

จากการพิจารณาส่วนการใช้พลังงานของอาคารจะแสดงรูปแบบของรายงานตามลักษณะของแผนที่พลังงานออกเป็น 4 ระดับดังนี้

##### 4.1.1 รายงานฐานข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาพรวม (Global Energy Map, GEM)

ฐานข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษาแสดงการใช้พลังงานรวม ได้แก่ สำนักงานของอาคาร ห้องพัก ระบบสุขาภิบาล ร้านค้า ที่ใช้งานระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น แสดงแผนที่ภาพรวม ประกอบด้วย ชื่ออาคาร พื้นที่ รายการอุปกรณ์และข้อมูลการใช้พลังงาน ค่าพลังงานไฟฟ้า โดยมีชั่วโมงการใช้งานต่อวันประมาณ 8 ชั่วโมงเฉพาะสำนักงาน ส่วนห้องพัก ร้านค้ามีชั่วโมงการใช้งานต่อวันประมาณ 12 ชั่วโมง ข้อมูลส่วนนี้ได้จากตารางที่ 3.5 ส่วนระบบสุขาภิบาลจะใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง โดยผู้ใช้งานข้อมูลสามารถที่จะประเมินค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของอาคารได้เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนด้านการประหยัดพลังงานของอาคารได้ต่อไป รายงานแสดงผลข้อมูล การใช้พลังงานแบบแผนที่ภาพรวมแสดงดังตารางที่ 4.1

##### 4.1.2 รายงานฐานข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค (Local Energy Map, LEM)

ฐานข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารที่แยกชั้นต่างๆ โดยแสดง ข้อมูลที่ประกอบไปด้วย ชื่ออาคาร ชั่วโมงการใช้งาน ชั้นของอาคาร รายการอุปกรณ์และข้อมูลการใช้พลังงาน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถสืบค้นการใช้พลังงานในระดับอาคาร ประเมินค่าใช้จ่ายด้านพลังงานแยกรายละเอียดในแต่ละชั้นได้ รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาคแสดงดังตารางที่ 4.2

##### 4.1.3 รายงานฐานข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต (Zone Energy Map, ZEM)

ฐานข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารที่แยกตามชั้นต่างๆ โดยแสดงข้อมูลจำนวนห้องพัก ขนาดของห้องพัก จำนวนห้องพักในแต่ละชั้น ซึ่งผู้ใช้งานฐานข้อมูลสามารถสืบค้นการใช้พลังงานในระดับอาคาร ประเมินค่าใช้จ่ายด้านพลังงานแยกรายละเอียดในแต่ละขนาดห้องได้ รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาคแสดงดังตารางที่ 4.3

##### 4.1.4 รายงานฐานข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขตย่อย (Sub Zone Energy Map, SEM)

ฐานข้อมูลการใช้พลังงานภายในห้องพักแต่ละชั้น โดยแสดงข้อมูลการใช้พลังงานรายละเอียดของอุปกรณ์ภายในห้อง โดยมีทั้งอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดจนถึงต่ำสุดภายในห้องพัก แต่จะพิจารณาเฉพาะอุปกรณ์ที่มีชั่วโมงการใช้งานไม่ต่ำกว่าวันละ 5 ชั่วโมง ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ เครื่องโทรทัศน์ พัดลม โคมไฟไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น อาคารอพาร์เมนท์ที่ตั้งอยู่ย่านแหล่งชุมชนเปิดใช้งานเมื่อ ปี พ.ศ. 2534 จำนวนชั้น 9 ชั้น จำนวนห้องพักแต่ละชั้นมี 19 ห้อง จำนวนห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ 50 ห้อง รวมจำนวนห้องพักทั้งหมด 171 ห้อง สามารถแบ่งพื้นที่ใช้งานได้ 2 การใช้สอยได้ดังนี้

ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม.

ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม.

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาพรวม

ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงานต่อชั้น (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อชั้น (บาท)
รวมการใช้พลังงาน	29,981	149,905	3,747	18,738

หมายเหตุ. แสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานเดือน ม.ค.53

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค

ชั้น	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	การใช้พลังงาน เฉลี่ยต่อห้อง (kWh/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ต่อห้อง (บาท/ห้อง)	ค่าไฟฟ้า ต่อชั้น (บาท)
1	1,232	-	-	6,160
2	2,543	133.8	508.0	12,751
3	3,451	181.6	690.2	17,255
4	2,954	155.3	590.8	14,770
5	3,125	164.7	625.0	15,625
6	3,488	183.6	697.6	17,440
7	4,512	237.4	902.4	22,560
8	3,986	209.8	797.2	19,930
9	4,690	246.8	938.0	23,450
รวมทุกระบบ	29,981	1,513	5,749	149,941

หมายเหตุ. ค่าไฟฟ้า 1 หน่วย หรือ 1 kWh เท่ากับ 5 บาท

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างรายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม.

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	พลังงานที่ใช้ ต่อคน (kWh)	พลังงานที่ใช้ ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>2</sup> )
201	15.75	2 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	6.07	30.33	3.03	0.39
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.40	7.00	0.70	0.09
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	1.20	6.00	0.60	0.08
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>8.67</b>	<b>43.33</b>	4.33	0.55
205	15.75	1 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	7.47	37.33	7.47	0.47
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.67	8.33	1.67	0.11
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	1.40	7.00	1.40	0.09
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>10.53</b>	<b>52.67</b>	10.53	0.67

ตารางที่ 4.4 รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม.

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	พลังงานที่ใช้ ต่อคน (kWh)	พลังงานที่ใช้ ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>2</sup> )
204	20	2 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	5.87	29.33	2.93	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.40	7.00	0.70	0.07
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.93	4.67	0.47	0.05
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>8.20</b>	<b>41.00</b>	4.10	0.41
207	20	1 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	7.07	35.33	7.07	0.35
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.60	8.00	1.60	0.08
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	1.40	7.00	1.40	0.07
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>10.07</b>	<b>50.33</b>	10.07	0.50

จากข้อมูลตารางการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต เทียบสัดส่วนการใช้พลังงานจากอุปกรณ์ ที่ใช้พลังงานในตาราง พบว่าเครื่องปรับอากาศจะมีการใช้พลังงานมากที่สุด ทั้งขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.45 ตร.ม. และขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. ตามลำดับ โดยสามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 4.1 พบว่าสัดส่วนของเครื่องปรับอากาศมีปริมาณที่สูง ทั้งในด้านการใช้พลังงานและชั่วโมงการใช้งาน จึงควรมีการทำนายการใช้พลังงานเป็นอันดับแรก โดยจากการศึกษาเริ่มกำหนดตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า ในการทดสอบเครื่องปรับอากาศ จะทำการวัดก่อนและหลังปรับปรุง ซึ่งจะเห็นข้อแตกต่างได้ชัดเจนกว่าอุปกรณ์อื่นๆ ดังนั้นนักวิจัยจึงขอแสดงการศึกษาพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยต่อไป

#### 4.2 ส่วนแสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์

จากการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำการเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1. ส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์จากบริษัทผู้ผลิต
2. ส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์จากผลการทดสอบด้วยอุปกรณ์วัด

สำหรับการเปรียบเทียบผลทั้ง 2 ส่วนนี้ จะแสดงให้เห็นความคลาดเคลื่อนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์ภายในห้องพัก ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์เครื่องใช้ ไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศ โคมไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ โดยส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์มีดังนี้

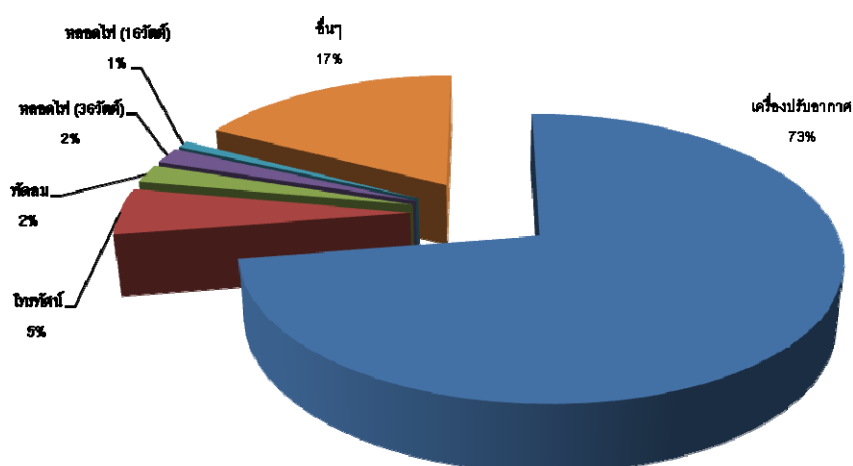
ตารางที่ 4.5 รายงานแสดงข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (จากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต) ห้อง 201

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า				
อุปกรณ์	ขนาดการใช้พลังงาน (W)	ชั่วโมงการใช้งาน (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	มูลค่า/วัน (บาท/วัน)
เครื่องปรับอากาศ	1,200	7	8.400	42.00
เครื่องโทรทัศน์	90	7	0.630	3.15
พัดลม	50	5	0.250	1.25
โคมไฟ (36วัตต์)	36	6	0.216	1.08
โคมไฟ (16วัตต์)	16	6	0.096	0.48
อื่นๆ	-	-	2.000	10.00
รวม	-	-	<b>11.592</b>	<b>57.96</b>

หมายเหตุ. ค่าไฟฟ้า 1 หน่วย เท่ากับ 5 บาท/หน่วย

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารในห้องพักพบว่า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไปกับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายใน 1 วัน มีจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้งานเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 12 หน่วย โดยสามารถจำแนกรายละเอียดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า พิจารณาจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งาน โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและชั่วโมงการใช้งาน สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากไปหาน้อย ตามลำดับได้ดังนี้ เครื่องปรับอากาศ เครื่องโทรทัศน์ พัดลม โคมไฟ และอื่นๆ โดยคิดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายใน 1 วันซึ่งแสดงในภาพที่ 4.1





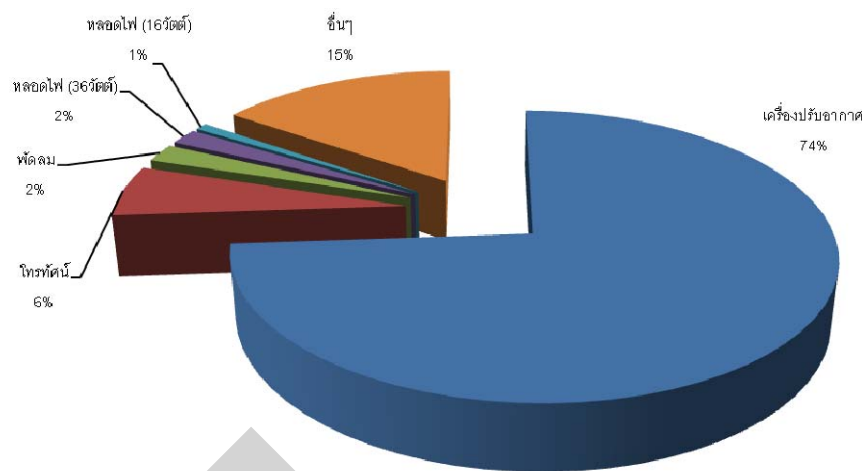
ภาพที่ 4.1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 1 วัน (จากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต)

เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในห้องพบว่าอุปกรณ์ปรับอากาศมีการใช้พลังงานสูงสุดและคอมเพรสเซอร์มีปริมาณการใช้พลังงานต่ำสุด

ตารางที่ 4.6 รายงานแสดงข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (เครื่องมือวัด) ห้อง 201

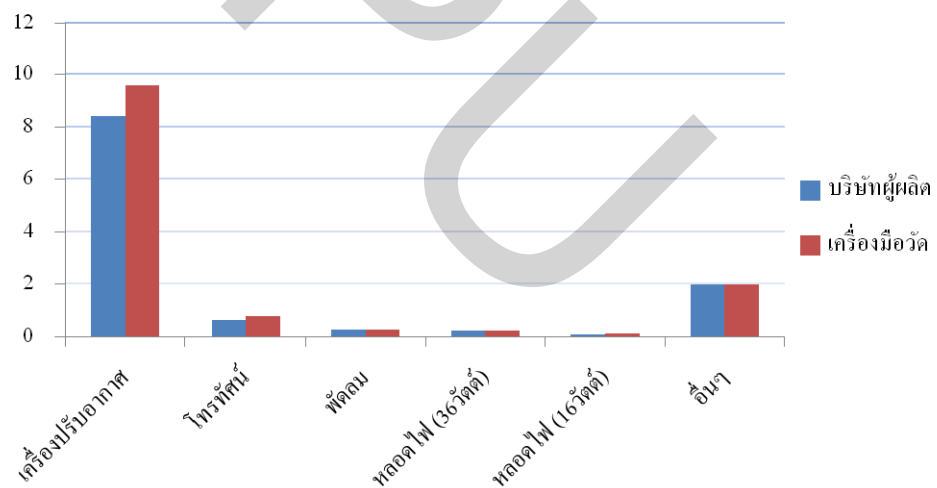
ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า					
อุปกรณ์	กระแส (A)	ขนาดการใช้ พลังงาน (W)	ชั่วโมงการ ใช้งาน (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)	มูลค่า /วัน (บาท/วัน)
เครื่องปรับอากาศ	6.23	1,370.60	7	9.594	47.97
เครื่องโทรทัศน์	0.50	110.00	7	0.770	3.85
พัดลม	0.25	55.00	5	0.275	1.38
คอมเพรสเซอร์ (36วัตต์)	0.18	39.60	6	0.238	1.19
คอมเพรสเซอร์ (16วัตต์)	0.08	17.60	6	0.106	0.53
อื่นๆ	-	-	-	2.000	10.00
<b>รวม</b>	-	-	-	<b>12.982</b>	<b>64.91</b>

หมายเหตุ. ค่าไฟฟ้า 1 หน่วย เท่ากับ 5 บาท/หน่วย



ภาพที่ 4.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 1 วัน (เครื่องมือวัด)

#### พลังงานไฟฟ้า (kWh)



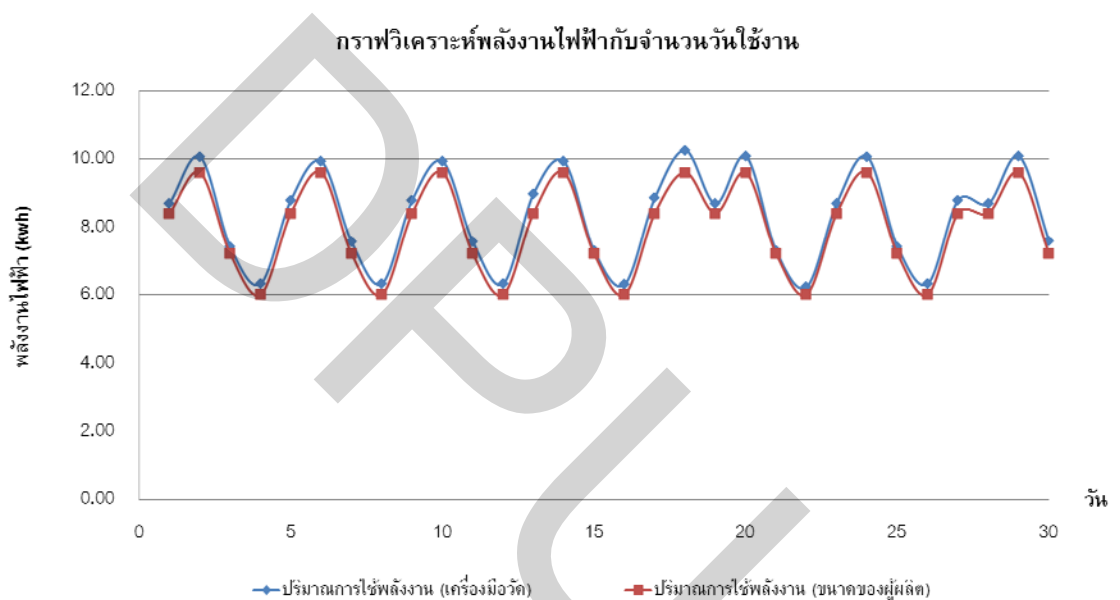
ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ เปรียบเทียบกันระหว่างค่าไฟฟ้าจากบริษัทผู้ผลิตและค่าไฟฟ้าจากการใช้งานจริง (เครื่องมือวัด) พบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจริงจะมีค่าความแตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนโดยเมื่อนำไปใช้งานจริงค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะสูงกว่าค่าที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในระบบปรับอากาศ สำหรับการ

พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป

#### 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ

จากผลการดำเนินการพัฒนาการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย จากการพิจารณาการทำนายเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศกับจำนวนการใช้งาน ดังตารางที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานเครื่องปรับอากาศ

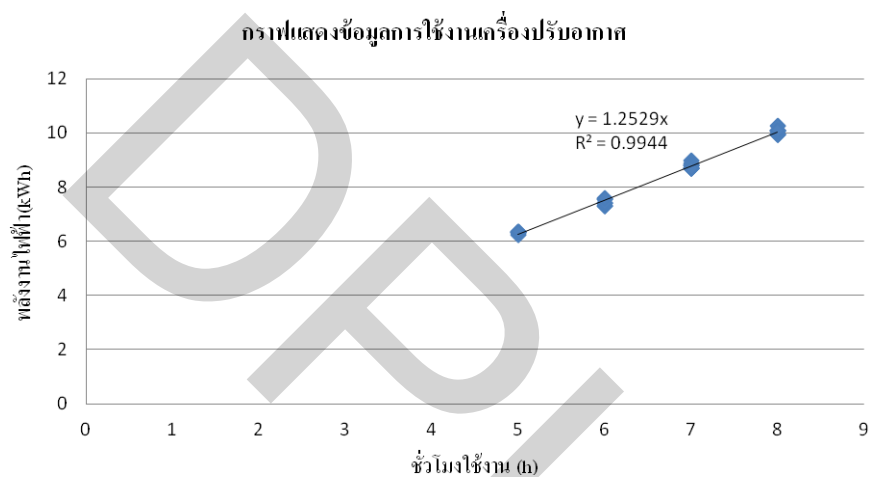
พลังงานไฟฟ้าจากการวัดด้วยเครื่องมือวัดมีค่าสูงกว่าพลังงานไฟฟ้าจากบริษัทผู้ผลิต (ภาพที่ 4.4) โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีผลต่อการใช้พลังงาน จากปัจจัยที่ทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนได้แก่ ปัจจัยต้น การตัดตัวปัจจัย ด้านอุณหภูมิและอื่นๆ ซึ่งเมื่อพิจารณา กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งาน ระบบ จะพบว่าในตอนแรกเปิดระบบจะมีการใช้พลังงานสูงเนื่องจากระบบปรับอากาศ ต้องเอาชนะภาระ ความร้อนในห้อง และเมื่อเปิดไปจนอุณหภูมิในห้องเริ่มคงที่แล้ว การใช้พลังงานจะลดลงจากการตัดของ เครื่องปรับอากาศที่มีช่วงเวลายาวขึ้น

จากภาพที่ 4.4 เมื่อนำมาวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Equation) โดยการหาเส้นแนวโน้ม และสมการ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้นดังนี้

สมการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หน่วยไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

$$E_u = 1.2529(t_a) \quad (4.1)$$

สมการจากการคำนวณสัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งาน การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Equation) แสดงดังรูป 4.5

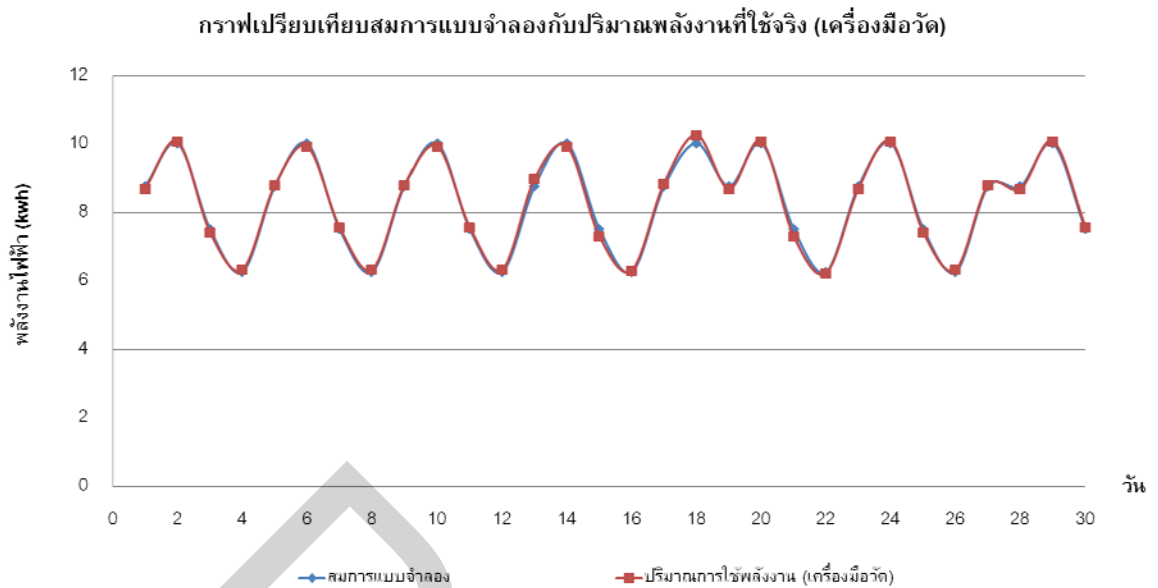


ภาพที่ 4.5 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

สรุปได้ว่า สมการทั้ง 2 มีข้อมูลชุดเดียวกัน จึงสามารถใช้สมการจากโปรแกรม Excel ที่ได้พัฒนาขึ้นแทนการคำนวณได้ สำหรับตัวอย่างในการนำเสนอเป็นการจำลองการใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม Excel ในการทำงานดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของเครื่องปรับอากาศ

วันที่	ข้อมูลผลจากแบบจำลอง			พลังไฟฟ้าใช้จริง ( $E_A$ )	ค่าความคลาด เคลื่อน ( $\epsilon$ )
	สมการ	ชั่วโมงการ ใช้งาน ( $t_d$ )	พลังไฟฟ้า แบบจำลอง ( $E_U$ )		
1	$E_U = 1.2529(t_d)$	7	8.7703	8.7010	0.80%
2		8	10.0232	10.0672	0.44%
3		6	7.5174	7.4184	1.33%
4		5	6.2645	6.3250	0.96%
5		7	8.7703	8.7934	0.26%
6		8	10.0232	9.9264	0.98%
7		6	7.5174	0.61%	0.61%
8		5	6.2645	0.96%	0.96%
9		7	8.7703	0.26%	0.26%
10		8	10.0232	0.98%	0.98%
11		6	7.5174	0.61%	0.61%
12		5	6.2645	0.96%	0.96%
13		7	8.7703	2.32%	2.32%
14		8	10.0232	0.98%	0.98%
15		6	7.5174	2.98%	2.98%
16		5	6.2645	0.61%	0.61%
17		7	8.7703	0.96%	0.96%
18		8	10.0232	2.32%	2.32%
19		7	8.7703	0.98%	0.98%
20		8	10.0232	0.61%	0.61%
21		6	7.5174	2.98%	2.98%
22		5	6.2645	0.62%	0.62%
23		7	8.7703	0.80%	0.80%
24		8	10.0232	0.44%	0.44%
25	$E_U = 1.2529(t_d)$	6	7.5174	1.33%	1.33%
26		5	6.2645	0.96%	0.96%
27		7	8.7703	0.26%	0.26%
28		7	8.7703	0.98%	0.98%
29		8	10.0232	0.61%	0.61%
30		6	7.5174	0.96%	0.96%
ค่าเฉลี่ย		6.63	8.3109	8.3104	1.03%

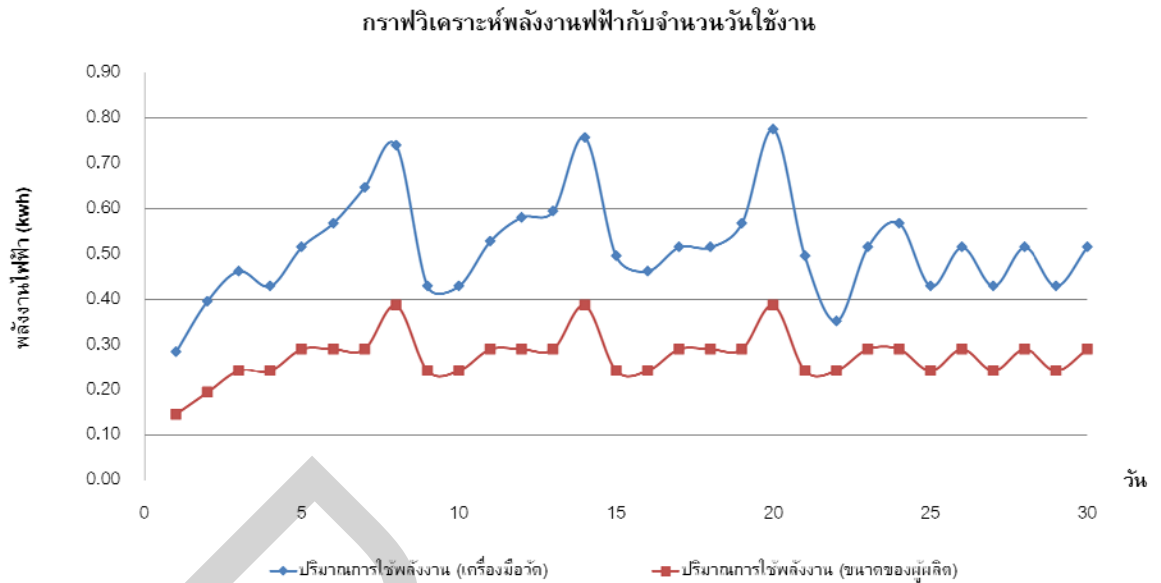


**ภาพที่ 4.6** เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของเครื่องปรับอากาศ

เมื่อพิจารณาสัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) ดังรูป 4.6 จำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์ 30 ข้อมูล (วัน) พบว่า สมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย มีความคลาดเคลื่อนในสมการ 1 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า สมการที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้

#### 4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องโทรทัศน์

จากผลการดำเนินการพัฒนาการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย จากการพิจารณาการทำนายเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องโทรทัศน์กับจำนวนการใช้งาน ดังตารางที่ 4.8



ภาพที่ 4.7 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานเครื่องโรตัทสน์

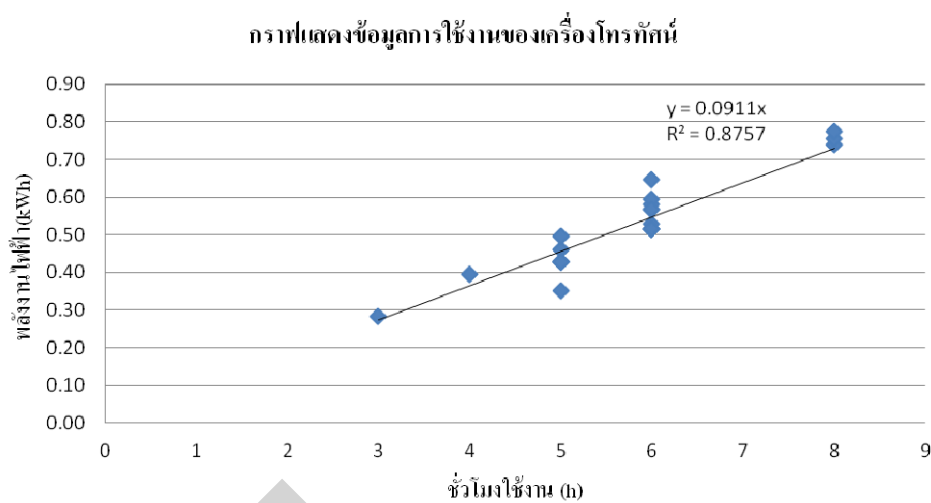
พลังงานไฟฟ้าจากการวัดด้วยเครื่องมือวัดมีค่าสูงกว่าพลังงานไฟฟ้าจากบริษัทผู้ผลิต (ภาพที่ 4.7) โดยค่าความเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีผลต่อการใช้พลังงาน ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบสมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องโรตัทสน์ โดยการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานอุปกรณ์เครื่องโรตัทสน์มีค่าเกาะกลุ่มน้อยกว่า ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น

จากภาพที่ 4.7 เมื่อนำมาวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Equation) โดยการหาเส้นแนวโน้ม และสมการ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้นดังนี้

สมการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หน่วยไฟฟ้าของเครื่องโรตัทสน์

$$E_U = 0.0911(t_d) \quad (4.2)$$

สมการจากการคำนวณสัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งาน การวิเคราะห์การถดถอย (Regression) แสดงดังภาพที่ 4.8



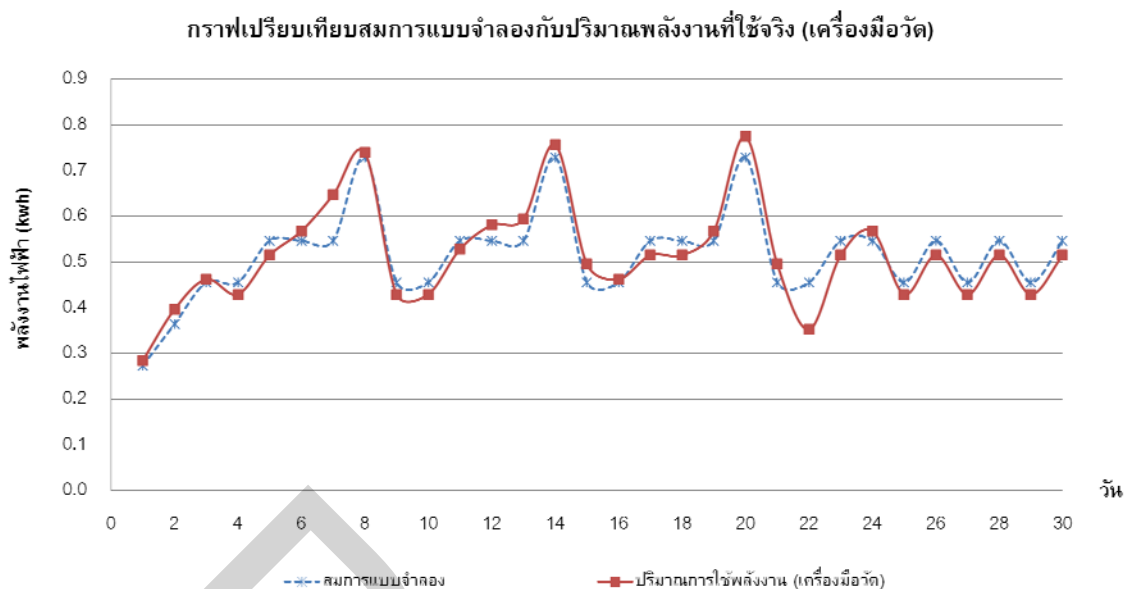
**ภาพที่ 4.8** แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานเครื่องโทรทัศน์

สรุปได้ว่า สมการทั้ง 2 มีข้อมูลชุดเดียวกัน จึงสามารถได้สมการจากโปรแกรม Excel ที่ได้พัฒนาขึ้นแทนการคำนวณได้ สำหรับตัวอย่างในการนำเสนอเป็นการจำลองการใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม Excel ในการทำนายดังต่อไปนี้



ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของเครื่องปรับโทรทัศน์

วันที่	ข้อมูลผลจากแบบจำลอง			พลังไฟฟ้าใช้จริง ( $E_A$ )	ค่าความคลาด เคลื่อน ( $\epsilon$ )
	สมการ	ชั่วโมงการ ใช้งาน ( $t_d$ )	พลังไฟฟ้า แบบจำลอง ( $E_U$ )		
1	$E_U = 0.0911(t_d)$	3	0.2733	0.2838	3.70%
2		4	0.3644	0.3960	7.98%
3		5	0.4555	0.4620	1.41%
4		5	0.4555	0.4290	6.18%
5		6	0.5466	0.5148	6.18%
6		6	0.5466	0.5676	3.70%
7		6	0.5466	0.6468	15.49%
8		8	0.7288	0.7392	1.41%
9		5	0.4555	0.4290	6.18%
10		5	0.4555	0.4290	6.18%
11		6	0.5466	0.5280	3.52%
12		6	0.5466	0.5808	5.89%
13		6	0.5466	0.5940	7.98%
14		8	0.7288	0.7568	3.70%
15		5	0.4555	0.4950	7.98%
16		5	0.4555	0.4620	1.41%
17		6	0.5466	0.5148	6.18%
18		6	0.5466	0.5148	6.18%
19		6	0.5466	0.5676	3.70%
20		8	0.7288	0.7744	5.89%
21	5	0.4555	0.4950	7.98%	
22	5	0.4555	0.3520	29.40%	
23	6	0.5466	0.5148	6.18%	
24	6	0.5466	0.5676	3.70%	
25	$E_U = 0.0911(t_d)$	5	0.4555	0.4290	6.18%
26		6	0.5466	0.5148	6.18%
27		5	0.4555	0.4290	6.18%
28		6	0.5466	0.5148	6.18%
29		5	0.4555	0.4290	6.18%
30		6	0.5466	0.5148	6.18%
	ค่าเฉลี่ย	5.67	0.5162	0.5149	6.50%

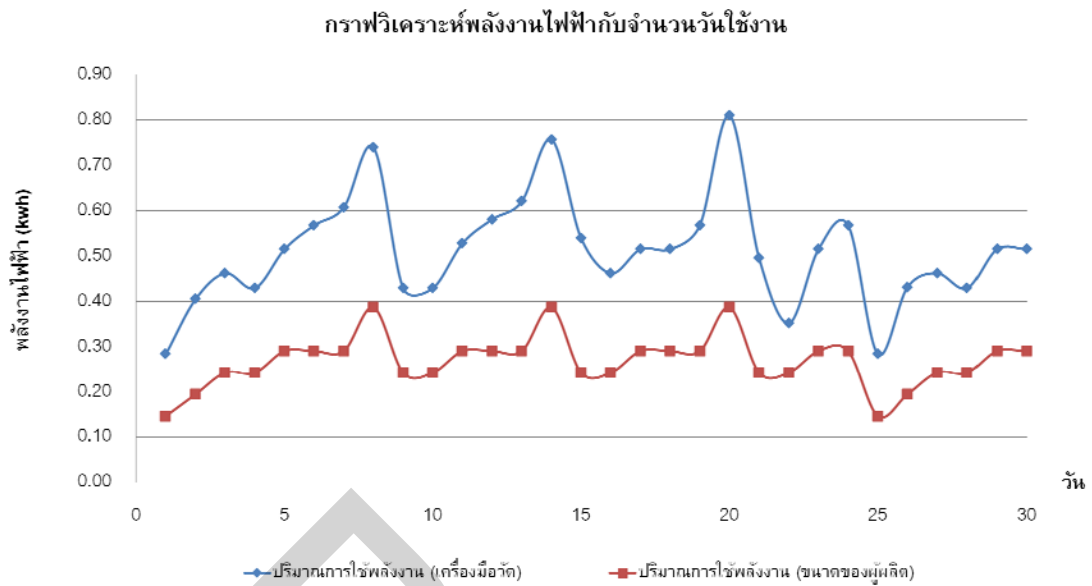


**ภาพที่ 4.9** เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของโทรทัศน์

เมื่อพิจารณาสัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานเครื่องโทรทัศน์ จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) ดังรูป 4.9 จำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์ 30 ข้อมูล (วัน) พบว่าสมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย มีความคลาดเคลื่อนในสมการอยู่ประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสมการที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้

#### 4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลของพัคลม

จากผลการดำเนินการพัฒนาการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย จากการพิจารณาการทำนายเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของพัคลมกับจำนวนการใช้งาน ดังตารางที่ 4.9



**ภาพที่ 4.10** การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานพัฒนา

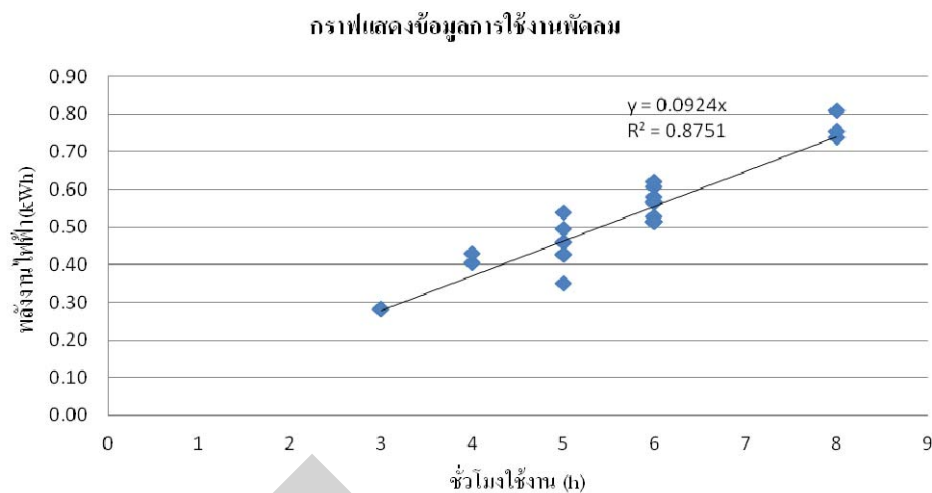
พลังงานไฟฟ้าจากการวัดด้วยเครื่องมือวัดมีค่าสูงกว่าพลังงานไฟฟ้าจากบริษัทผู้ผลิต โดยค่าความเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีผลต่อการใช้พลังงาน ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบสมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์พัฒนา โดยการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งาน อุปกรณ์พัฒนามีค่าเกาะกลุ่มน้อยกว่า ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น

จากภาพที่ 4.10 เมื่อนำมาวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Equation) โดยการหาเส้นแนวโน้ม และสมการ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้นดังนี้

สมการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หน่วยไฟฟ้าของพัฒนา

$$E_U = 0.0924(t_d) \quad (4.3)$$

สมการจากการคำนวณสัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งาน การวิเคราะห์การถดถอย (Regression) แสดงดังภาพที่ 4.11



**ภาพที่ 4.11** แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานพัดลม

สรุปได้ว่า สมการทั้ง 2 มีข้อมูลชุดเดียวกัน จึงสามารถใช้สมการจากโปรแกรม Excel ที่ได้พัฒนาขึ้นแทนการคำนวณได้ สำหรับตัวอย่างในการนำเสนอเป็นการจำลองการใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม Excel ในการทำงานดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของพัดลม

วันที่	ข้อมูลผลจากแบบจำลอง			พลังไฟฟ้าใช้จริง ( $E_A$ )	ค่าความคลาด เคลื่อน ( $\epsilon$ )
	สมการ	ชั่วโมงการ ใช้งาน ( $t_d$ )	พลังไฟฟ้า แบบจำลอง ( $E_U$ )		
1	$E_U = 0.0924(t_d)$	3	0.2772	0.2838	2.33%
2		4	0.3696	0.4048	8.70%
3		5	0.4620	0.4620	0.00%
4		5	0.4620	0.4290	7.69%
5		6	0.5544	0.5148	7.69%
6		6	0.5544	0.5676	2.33%
7		6	0.5544	0.6072	8.70%
8		8	0.7392	0.7392	0.00%
9		5	0.4620	0.4290	7.69%
10		5	0.4620	0.4290	7.69%
11		6	0.5544	0.5280	5.00%
12		6	0.5544	0.5808	4.55%
13		6	0.5544	0.6204	10.64%
14		8	0.7392	0.7568	2.33%
15		5	0.4620	0.5390	14.29%
16		5	0.4620	0.4620	0.00%
17		6	0.5544	0.5148	7.69%
18		6	0.5544	0.5148	7.69%
19		6	0.5544	0.5676	2.33%
20		8	0.7392	0.8096	8.70%
21		5	0.4620	0.4950	6.67%
22		5	0.4620	0.3520	31.25%
23		6	0.5544	0.5148	7.69%
24		6	0.5544	0.5676	2.33%
25	$E_U = 0.0924(t_d)$	3	0.2772	0.2838	2.33%
26		4	0.3696	0.4312	14.29%
27		5	0.4620	0.4620	0.00%
28		5	0.4620	0.4290	7.69%
29		6	0.5544	0.5148	7.69%
30		6	0.5544	0.5148	7.69%
	ค่าเฉลี่ย	5.53	0.5113	0.5108	6.79%

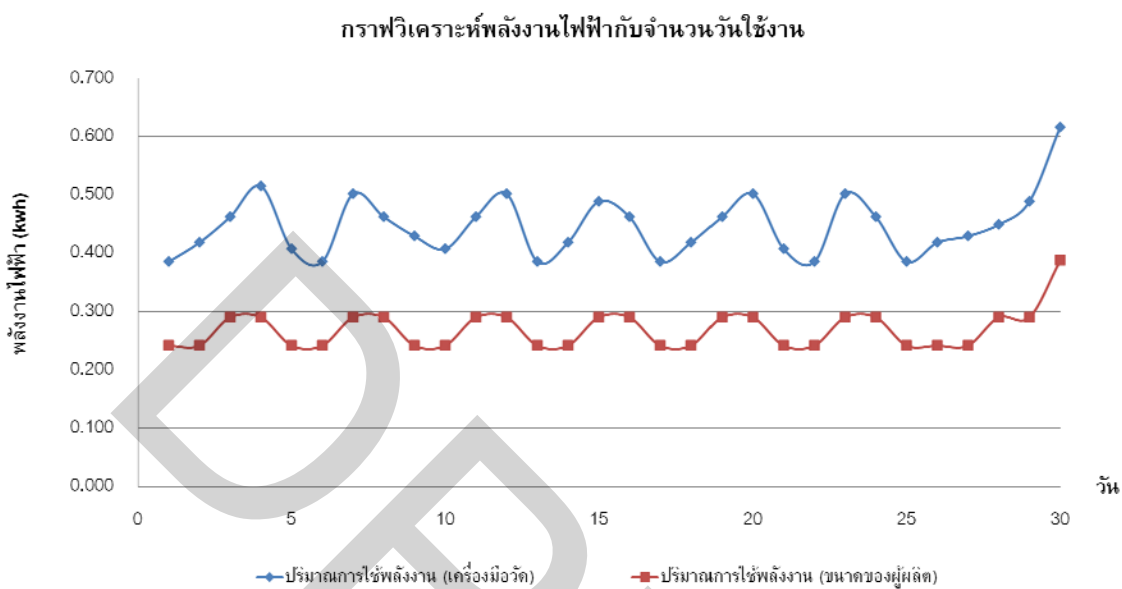


ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของพัฒนา

เมื่อพิจารณาสัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานพัฒนา จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) ดังภาพที่ 4.12 จำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์ 30 ข้อมูล (วัน) พบว่า สมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย มีความคลาดเคลื่อนในสมการอยู่ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสมการที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้

#### 4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของโคมไฟ

จากผลการดำเนินการพัฒนาการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย จากการพิจารณาการทำนายเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของโคมไฟกับจำนวนการใช้งาน ดังตารางที่ 4.10



ภาพที่ 4.13 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งาน โคมไฟ

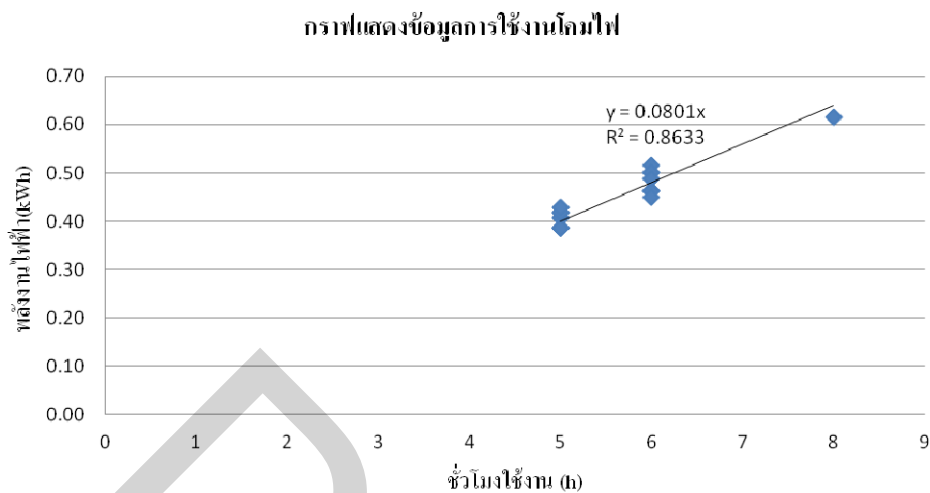
กำลังไฟฟ้าจากการวัดด้วยเครื่องมือวัดมีค่าสูงกว่ากำลังไฟฟ้าจากบริษัทผู้ผลิต โดยค่าความเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีผลต่อการใช้พลังงาน ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบสมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์โคมไฟ โดยการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานอุปกรณ์โคมไฟมีค่าเกาะกลุ่มน้อยกว่า ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น

จากภาพที่ 4.13 เมื่อนำมาวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Equation) โดยการหาเส้นแนวโน้ม และสมการ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้นดังนี้

สมการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หน่วยไฟฟ้าของโคมไฟ

$$E_U = 0.0801(t_d) \quad (4.4)$$

สมการจากการคำนวณสัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งาน การวิเคราะห์การถดถอย (Regression) แสดงดังภาพที่ 4.14



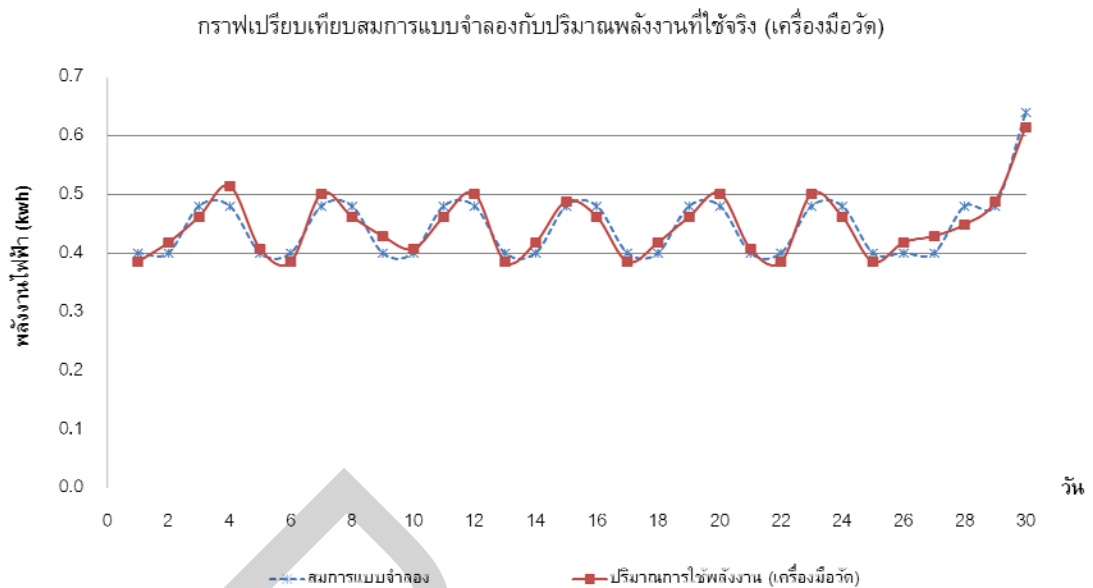
ภาพที่ 4.14 แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

สรุปได้ว่า สมการทั้ง 2 มีข้อมูลชุดเดียวกัน จึงสามารถใช้สมการจากโปรแกรม Excel ที่ได้พัฒนาขึ้นแทนการคำนวณได้ สำหรับตัวอย่างในการนำเสนอเป็นการจำลองการใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม Excel ในการทำงานดังต่อไปนี้



ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของโคมไฟ

วันที่	ข้อมูลผลจากแบบจำลอง			พลังไฟฟ้าใช้จริง ( $E_A$ )	ค่าความคลาด เคลื่อน ( $\epsilon$ )	
	สมการ	ชั่วโมงการ ใช้งาน ( $t_d$ )	พลังไฟฟ้า แบบจำลอง ( $E_U$ )			
1	$E_U = 0.0801(t_d)$	5	0.4005	0.3850	4.03%	
2		5	0.4005	0.4180	4.19%	
3		6	0.4806	0.4620	4.03%	
4		6	0.4806	0.5148	6.64%	
5		5	0.4005	0.4070	1.60%	
6		5	0.4005	0.3850	4.03%	
7		6	0.4806	0.5016	4.19%	
8		6	0.4806	0.4620	4.03%	
9		5	0.4005	0.4290	6.64%	
10		5	0.4005	0.4070	1.60%	
11		6	0.4806	0.4620	4.03%	
12		6	0.4806	0.5016	4.19%	
13		5	0.4005	0.3850	4.03%	
14		5	0.4005	0.4180	4.19%	
15		6	0.4806	0.4884	1.60%	
16		6	0.4806	0.4620	4.03%	
17		5	0.4005	0.3850	4.03%	
18		5	0.4005	0.4180	4.19%	
19		6	0.4806	0.4620	4.03%	
20		6	0.4806	0.5016	4.19%	
21		5	0.4005	0.4070	1.60%	
22		5	0.4005	0.3850	4.03%	
23		6	0.4806	0.5016	4.19%	
24		6	0.4806	0.4620	4.03%	
25		$E_U = 0.0801(t_d)$	5	0.4005	0.3850	4.03%
26			5	0.4005	0.4180	4.19%
27			5	0.4005	0.4290	6.64%
28			6	0.4806	0.4488	7.09%
29			6	0.4806	0.4884	1.60%
30			8	0.6408	0.6160	4.03%
	ค่าเฉลี่ย	5.57	0.4459	0.4465	4.03%	

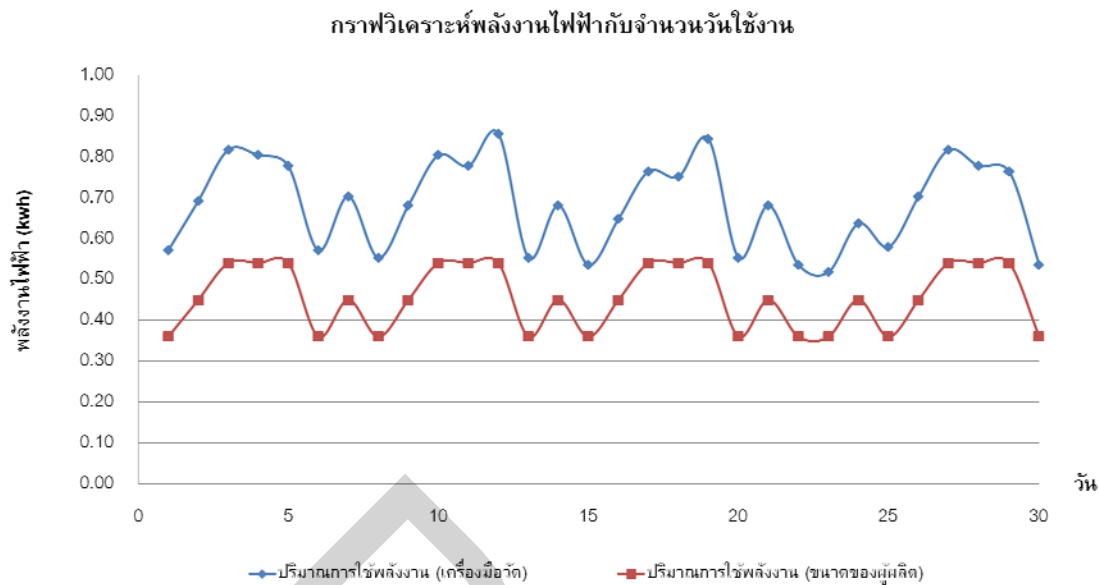


ภาพที่ 4.15 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของโคมไฟ

เมื่อพิจารณา สัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับ ชั่วโมงการใช้งาน โคมไฟ จากการวิเคราะห์การ (Regression) ดังภาพที่ 4.15 จำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์ 30 ข้อมูล (วัน) พบว่า สมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย มีความคลาดเคลื่อนในสมการอยู่ประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สมการที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้

#### 4.7 การวิเคราะห์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์

จากผลการดำเนินการพัฒนาการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย จากการพิจารณาการทำนายเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของพัลลัมกับจำนวนการใช้งาน ดังตารางที่ 4.11



ภาพที่ 4.16 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานคอมพิวเตอร์

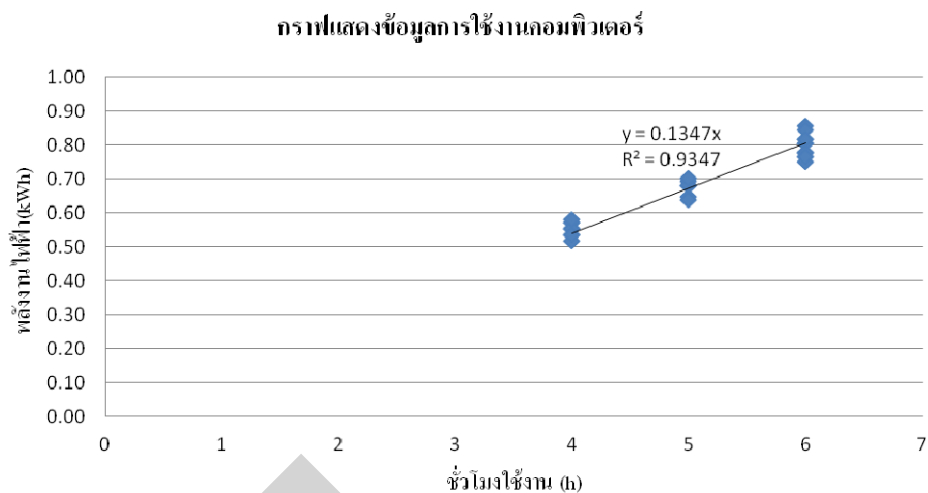
กำลังไฟฟ้าจากการวัดด้วยเครื่องมือวัดมีค่าสูงกว่ากำลังไฟฟ้าจากบริษัทผู้ผลิต โดยค่าความเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นมีผลต่อการใช้พลังงาน ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบสมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มีค่าเกาะกลุ่มน้อยกว่า ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น

จากภาพที่ 4.16 เมื่อนำมาวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Equation) โดยการหาเส้นแนวโน้ม และสมการ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้นดังนี้

สมการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หน่วยไฟฟ้าของคอมพิวเตอร์

$$E_u = 0.1347(t_d) \quad (4.5)$$

สมการจากการคำนวณสัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งาน การวิเคราะห์การถดถอย (Regression) แสดงดังภาพที่ 4.17

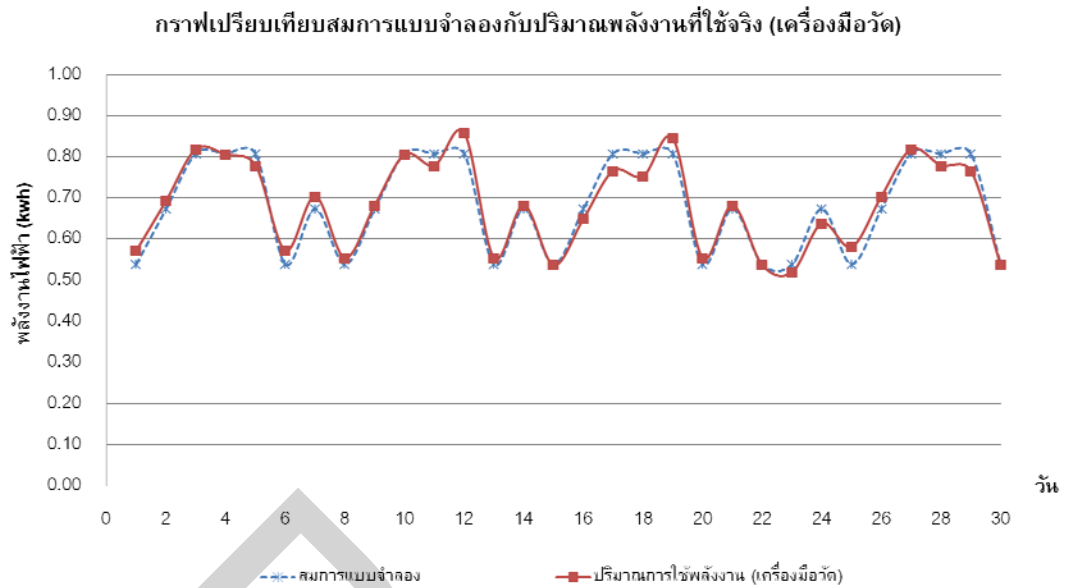


**ภาพที่ 4.17** แสดงพลังงานไฟฟ้ากับชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

สรุปได้ว่า สมการทั้ง 2 มีข้อมูลชุดเดียวกัน จึงสามารถใช้สมการจากโปรแกรม Excel ที่ได้พัฒนาขึ้นแทนการคำนวณได้ สำหรับตัวอย่างในการนำเสนอเป็นการจำลองการใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม Excel ในการทำงานดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากแบบจำลองกับที่ใช้จริงของคอมพิวเตอร์

วันที่	ข้อมูลผลจากแบบจำลอง			พลังไฟฟ้าใช้จริง ( $E_A$ )	ค่าความคลาด เคลื่อน ( $\epsilon$ )
	สมการ	ชั่วโมงการ ใช้งาน ( $t_d$ )	พลังไฟฟ้า แบบจำลอง ( $E_U$ )		
1	$E_U = 0.1347(t_d)$	4	0.5388	0.5720	5.80%
2		5	0.6735	0.6930	2.81%
3		6	0.8082	0.8184	1.25%
4		6	0.8082	0.8052	0.37%
5		6	0.8082	0.7788	3.78%
6		4	0.5388	0.5720	5.80%
7		5	0.6735	0.7040	4.33%
8		4	0.5388	0.5544	2.81%
9		5	0.6735	0.6820	1.25%
10		6	0.8082	0.8052	0.37%
11		6	0.8082	0.7788	3.78%
12		6	0.8082	0.8580	5.80%
13		4	0.5388	0.5544	2.81%
14		5	0.6735	0.6820	1.25%
15		4	0.5388	0.5368	0.37%
16		5	0.6735	0.6490	3.78%
17		6	0.8082	0.7656	5.56%
18		6	0.8082	0.7524	7.42%
19		6	0.8082	0.8448	4.33%
20		4	0.5388	0.5544	2.81%
21		5	0.6735	0.6820	1.25%
22		4	0.5388	0.5368	0.37%
23		4	0.5388	0.5192	3.78%
24		5	0.6735	0.6380	5.56%
25		4	0.5388	0.5808	7.23%
26		5	0.6735	0.7040	4.33%
27		6	0.8082	0.8184	1.25%
28		6	0.8082	0.7788	3.78%
29		6	0.8082	0.7656	5.56%
30		4	0.5388	0.5368	0.37%
	ค่าเฉลี่ย	5.07	0.6825	0.6841	3.33%



ภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบสมการแบบจำลองกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (เครื่องมือวัด) ของคอมพิวเตอร์

เมื่อพิจารณา สัดส่วนพลังงานไฟฟ้ากับ ชั่วโมงการใช้งานคอมพิวเตอร์ จากการวิเคราะห์การ (Regression) ดังภาพที่ 4.18 จำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์ 30 ข้อมูล (วัน) พบว่า สมการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย มีความคลาดเคลื่อนในสมการอยู่ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สมการที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้

#### 4.8 การนำสมการไปใช้ในแผนที่พลังงาน

จากผลการดำเนินการพัฒนาการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย โดยการนำสมการ ที่ได้ทั้งหมดใส่ในตาราง Energy Mapping เพื่อคำนวณหาค่าปริมาณพลังงานที่ใช้ ดังตารางที่ 4.12

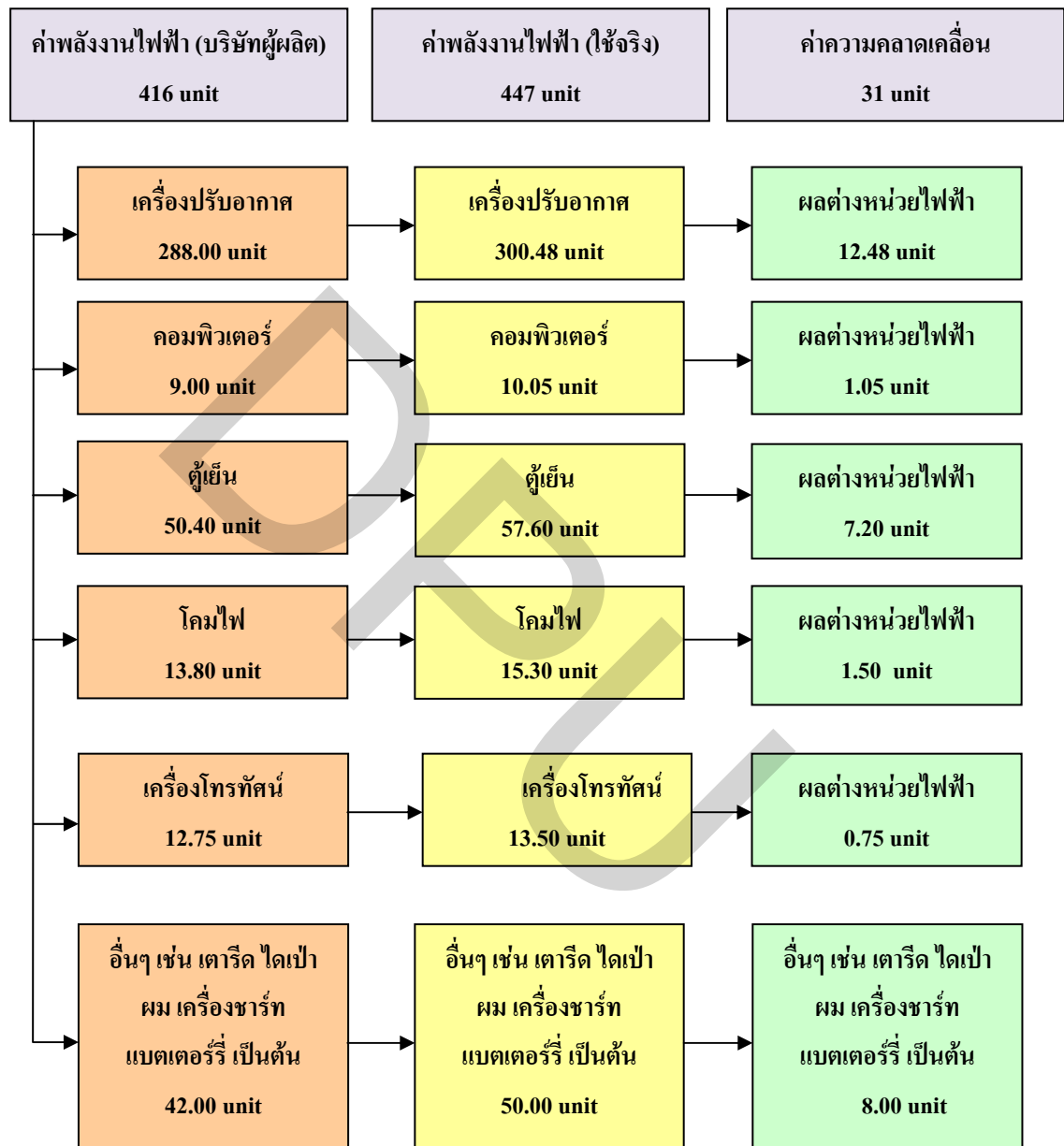
ตารางที่ 4.12 ข้อมูล Energy Mapping การใช้พลังงาน

อุปกรณ์ไฟฟ้า	Energy Mapping บริษัทผู้ผลิต				Energy Mapping จากการวัดจริง				ความคลาดเคลื่อน (บาท/ เดือน)
	กำลัง วัตต์ ต่อวัน (W)	ชั่วโมง ใช้งาน ต่อวัน (h)	หน่วย ไฟฟ้า ต่อเดือน (unit)	ค่าไฟฟ้า ต่อเดือน (บาท)	กำลัง วัตต์ ต่อวัน (W)	ชั่วโมง ใช้งาน ต่อวัน (h)	หน่วย ไฟฟ้า ต่อเดือน (unit)	ค่าไฟฟ้า ต่อเดือน (บาท)	
เครื่องปรับอากาศ	1,200.00	8.00	288.00	1,440.00	1,252.00	8.00	300.48	1,502.40	62.40
คอมพิวเตอร์	60.00	5.00	9.00	45.00	67.00	5.00	10.05	50.25	5.25
ผู้เขียน	70.00	24.00	50.40	252.00	80.00	24.00	57.60	288.00	36.00
เครื่องโทรทัศน์	85.00	5.00	12.75	63.75	90.00	5.00	13.50	67.50	3.75
โคมไฟ	46.00	10.00	13.80	69.00	51.00	10.00	15.30	76.50	7.50
อื่นๆ			42.00	210.00			50.00	250.00	40.00
<b>รวม</b>			<b>415.95</b>	<b>2,079.75</b>			<b>446.93</b>	<b>2,234.65</b>	<b>154.90</b>

หมายเหตุ. ความคลาดเคลื่อน (%) = มูลค่าต่อเดือน (Energy Mapping ตามมาตรฐาน) – มูลค่าต่อเดือน (Energy Mapping จากการวัดจริง) ค่าไฟฟ้า 1 หน่วย = 5 บาท

จากตาราง Energy Mapping ที่แสดงค่าปริมาณการใช้พลังงาน พบว่า ใน 1 เดือน ค่าพลังงานที่ใช้จริงเท่ากับ 446 หน่วย ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 31 หน่วย (ร้อยละ 7) โดยที่ความคลาดเคลื่อนดังกล่าว เกิดจากชั่วโมงการใช้งานแต่ละวันไม่คงที่ และสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิ และความชื้นไม่คงที่

เมื่อนำค่าไฟฟ้าภายในรอบชำระบิล แสดงรายละเอียดซึ่งนำไปสู่การคำนวณหาพลังงาน และสัดส่วนการใช้พลังงาน ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวของแผนที่พลังงาน สามารถแสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 4.19 โครงสร้างแผนที่พลังงาน

จากภาพที่ 4.19 พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจะแตกต่างกันไปตามช่วงเวลาการใช้งาน พร้อมทั้งความสัมพันธ์อุณหภูมิที่สูงส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบแต่ละอุปกรณ์จะแสดงให้เห็นมีความคลาดเคลื่อนประมาณเฉลี่ย 5 – 10%



## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษา

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการดำเนินการศึกษาพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย โดยใช้หลักพื้นฐานแผนที่พลังงานแบบตาราง พบว่า อุณหภูมิภายนอกมีผลต่อค่าความแปรปรวนการใช้พลังงานไฟฟ้า ที่มีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนต่อการแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานสามารถจะแสดงให้เห็นถึงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จากสมการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้น ซึ่งจากการศึกษาสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ระบบปรับอากาศ จากการพัฒนาสมการในการหาค่าพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ ในแผนที่พลังงานพบว่า สมการที่ได้มีที่ค่าความถูกต้องเท่ากับ 98.97% ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในด้านการทำนายการใช้พลังงานต่อไป

5.1.2 โคมไฟฟ้า จากการพัฒนาสมการในการหาค่าพลังงานที่ใช้ในระบบส่องสว่าง ในแผนที่พลังงานพบว่า สมการที่ได้มีที่ค่าความถูกต้องเท่ากับ 95.97% ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในด้านการทำนายการใช้พลังงานต่อไป

5.1.3 พัดลม จากการพัฒนาสมการในการหาค่าพลังงานที่ใช้ในแผนที่พลังงานพบว่า สมการที่ได้มีที่ค่าความถูกต้องเท่ากับ 93.21% ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในด้านการทำนายการใช้พลังงานต่อไป

5.1.4 โทรทัศน์ จากการพัฒนาสมการในการหาค่าพลังงานที่ใช้ในแผนที่พลังงาน พบว่า สมการที่ได้มีที่ค่าความถูกต้องเท่ากับ 93.50% ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในด้านการทำนายการใช้พลังงานต่อไป

5.1.5 คอมพิวเตอร์ จากการพัฒนาสมการในการหาค่าพลังงานที่ใช้ในแผนที่พลังงาน พบว่าสมการที่ได้มีที่ค่าความถูกต้องเท่ากับ 96.67% ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในด้านการทำนายการใช้พลังงานต่อไป

จากผลที่แสดง พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจะแตกต่างกันไปกับช่วงเวลาการใช้งานรวมถึงความสัมพันธ์อุณหภูมิที่สูงส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบ แต่ละอุปกรณ์จะมีความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย 5 – 10 % ของแต่ละอุปกรณ์

## 5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการดำเนินการจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงานสำหรับอาคาร โดยใช้วิธีแผนที่พลังงานแบบตาราง เมื่อดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น สามารถสรุปประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย โดยการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้น ได้ดังนี้

5.2.1 สามารถทำนายปริมาณการใช้พลังงานพลังงานไฟฟ้า โดยการพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้สามารถทำนายปริมาณพลังงานที่ใช้ถูกต้องมากขึ้นเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของผู้ผลิต ถูกต้องขึ้นประมาณ 5 - 10%

5.2.2 สามารถทำนายปริมาณการใช้พลังงานพลังงานไฟฟ้า วิเคราะห์ข้อมูลแบบการถดถอยเชิงเส้น โดยมีตัวแปรกระแสไฟฟ้าที่ใช้ เพื่อนำผลจากการวิเคราะห์การใช้พลังงานไปขยายผลเป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานได้ต่อไป

5.2.3 การจัดทำฐานข้อมูลด้านอายุการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น การบำรุงรักษาเบื้องต้นหรือการบำรุงรักษาเชิงลึก เป็นต้น

ดังนั้นข้อมูลที่ได้กล่าวมา ผู้ใช้งานสามารถนำมาเป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในการจัดทำบพอ.2 และสามารถสืบค้นรายละเอียดเพื่อประโยชน์ในงานบำรุงรักษาได้เป็นอย่างดี

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าความถูกต้องของสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงาน ในระบบนำร่องให้เหมาะสม โดยใช้สมการสองตัวแปรหรือสมการอื่นๆมาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนให้ลดลง นอกจากนี้สมการที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปต่อยอดงานวิจัยได้ดังนี้

5.3.1 การใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงานภายในโรงงานและอาคาร สามารถนำสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้กับการทำนายปริมาณการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยให้เหมาะสมนำไปใช้ร่วมกับการบันทึกค่าการใช้พลังงาน เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อไป

5.3.2 นำไปประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทที่พักอาศัย ทางด้านงานอนุรักษ์พลังงาน และงานบำรุงรักษา

Draft

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### หนังสือ

- กระทรวงพลังงาน. *กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน*. พระราชบัญญัติการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พ.ศ. 2535.
- กระทรวงพลังงาน. *กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน*. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550.
- กระทรวงพลังงาน. (2551). *กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน*. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานจากเทคโนโลยีที่ประสบความสำเร็จ สำหรับอาคารธุรกิจ.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2543). *สัดส่วนการถือครองจากการสำรวจการใช้พลังงานของอาคาร พ.ศ. 2543 สำนักงานสถิติแห่งชาติ*.
- ชำนาญ ห่อเกียรติ. (2540). *เทคนิคการส่องสว่าง*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โรงเรียนศรีयाภัย. *บทเรียนทางอินเทอร์เน็ต เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง*. โรงเรียนศรีयाภัย อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2556, จาก <http://www.sriyapai.ac.th>
- ทงศักดิ์ ภูมิอาจ. (2549). *การศึกษาผลการใช้พลังงานทางอ้อมของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- วัชระ จำปาดิษฐ์. (2550). *การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการพลังงานในอาคารโรงแรม โดยวิธีแผนที่พลังงาน* (สารนิพนธ์หลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ทงศักดิ์ ศิริยงค์. (2551). *การพัฒนาฐานข้อมูลด้านพลังงานสำหรับอาคาร โดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง* (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Draft

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค

ตารางที่ 1 รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า					
ขนาดความสูง 9 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 2,100 ตร.ม.					
ชั้น	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	การใช้พลังงานเฉลี่ยต่อห้อง (kWh/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าต่อเฉลี่ยต่อห้อง (บาท/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าต่อชั้น (บาท)
1	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
<b>รวม</b>		<b>1,232</b>	-	-	<b>6,160</b>
2	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
<b>รวม</b>		<b>2,543</b>	<b>133.8</b>	<b>508.0</b>	<b>12,751</b>

หมายเหตุ. ค่าไฟฟ้า 1 หน่วย หรือ 1 kWh เท่ากับ 5 บาท

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	การใช้พลังงานเฉลี่ยต่อห้อง (kWh/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าต่อเฉลี่ยต่อห้อง (บาท/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าต่อชั้น (บาท)
3	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
<b>รวม</b>		<b>3,451</b>	<b>181.6</b>	<b>690.2</b>	<b>17,255</b>
4	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
<b>รวม</b>		<b>2,954</b>	<b>155.3</b>	<b>590.8</b>	<b>14,770</b>
5	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
<b>รวม</b>		<b>3,125</b>	<b>164.7</b>	<b>625.0</b>	<b>15,625</b>



ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	การใช้พลังงานเฉลี่ยต่อห้อง (kWh/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าต่อเฉลี่ยต่อห้อง (บาท/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าต่อชั้น (บาท)
6	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
<b>รวม</b>		<b>3,488</b>	<b>183.6</b>	<b>697.6</b>	<b>17,440</b>
7	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
<b>รวม</b>		<b>4,512</b>	<b>237.4</b>	<b>902.4</b>	<b>22,560</b>
8	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
<b>รวม</b>		<b>3,986</b>	<b>209.8</b>	<b>797.2</b>	<b>19,930</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	การใช้พลังงานเฉลี่ยต่อห้อง (kWh/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าต่อเฉลี่ยต่อห้อง (บาท/ห้อง)	ค่าไฟฟ้าต่อชั้น (บาท)
9	ระบบปรับอากาศ	-	-	-	-
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	-	-	-	-
	อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	-	-	-	-
	<b>รวม</b>	<b>4,690</b>	<b>246.8</b>	<b>938.0</b>	<b>23,450</b>
	<b>รวมทุกระบบ</b>	<b>29,981</b>	<b>1,513</b>	<b>5,749</b>	<b>149,941</b>

หมายเหตุ. ชั้นที่ 1 มีแต่สำนักงาน ร้านค้า ลานจอดรถ และระบบสุขาภิบาลเท่านั้น

ภาคผนวก ข  
รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต

ตารางที่ 1 รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
201	15.75	2 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	6.07	30.33	3.03	15.17
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.40	7.00	0.70	3.50
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	1.20	6.00	0.60	3.00
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>8.67</b>	<b>43.33</b>	<b>4.33</b>	<b>21.67</b>
205	15.75	1 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	7.47	37.33	7.47	18.67
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.67	8.33	1.67	4.17
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	1.40	7.00	1.40	3.50
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>10.53</b>	<b>52.67</b>	<b>10.53</b>	<b>26.33</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 3 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
307	15.75	3 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>9.62</b>	<b>33.67</b>	<b>0.10</b>	<b>0.33</b>
309	15.75	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>16.78</b>	<b>58.73</b>	<b>0.08</b>	<b>0.29</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 4 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
403	15.75	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>9.62</b>	<b>33.67</b>	<b>0.10</b>	<b>0.33</b>
404	15.75	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>16.78</b>	<b>58.73</b>	<b>0.08</b>	<b>0.29</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 6 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
608	15.75	2 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>9.62</b>	<b>33.67</b>	<b>0.10</b>	<b>0.33</b>
613	15.75	2 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>16.78</b>	<b>58.73</b>	<b>0.08</b>	<b>0.29</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 8 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
802	15.75	2 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>9.62</b>	<b>33.67</b>	<b>0.10</b>	<b>0.33</b>
814	15.75	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>16.11</b>	<b>56.39</b>	<b>0.10</b>	<b>0.35</b>



ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
204	20	2 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	5.87	29.33	2.93	14.67
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.40	7.00	0.70	3.50
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.93	4.67	0.47	2.33
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>8.20</b>	<b>41.00</b>	<b>4.10</b>	<b>20.50</b>
207	20	1 / นักศึกษา	ระบบปรับอากาศ	7.07	35.33	7.07	35.33
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.60	8.00	1.60	8.00
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	1.40	7.00	1.40	7.00
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>10.07</b>	<b>50.33</b>	<b>10.07</b>	<b>50.33</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 3 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
308	20	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>9.62</b>	<b>33.67</b>	<b>0.10</b>	<b>0.33</b>
314	20	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>16.78</b>	<b>58.73</b>	<b>0.08</b>	<b>0.29</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 4 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
409	20	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>9.62</b>	<b>33.67</b>	<b>0.10</b>	<b>0.33</b>
411	20	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>16.78</b>	<b>58.73</b>	<b>0.08</b>	<b>0.29</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 5 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
504	20	2 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>9.62</b>	<b>33.67</b>	<b>0.10</b>	<b>0.33</b>
514	20	2 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>16.78</b>	<b>58.73</b>	<b>0.08</b>	<b>0.29</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า							
ชั้นที่ 7 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม.							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อ คน (บาท)
701	20	2 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>9.62</b>	<b>33.67</b>	<b>0.10</b>	<b>0.33</b>
705	20	1 / พนักงาน	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า	0.34	1.19	0.00	0.01
<b>รวมทุกระบบ</b>				<b>16.11</b>	<b>56.39</b>	<b>0.10</b>	<b>0.35</b>

ภาคผนวก ค  
รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขตน้อย

ตารางที่ 1 รายงานแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เจตย้อย

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 346 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
201	15.75	2 / นักศึกษา	เครื่องปรับอากาศ	7	233.1	5	14.8	46.6
			โทรทัศน์	6	14.4	-	-	-
			คอมพิวเตอร์	10	36.0	5	-	-
			ตู้เย็น	24	50.4	5	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	6	6.84	5	-	-
			อื่นๆ	-	20.0	5	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>360</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 419.3 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
205	15.75	1 / นักศึกษา	เครื่องปรับอากาศ	8	306.5	5	19.4	61.3
			โทรทัศน์	5	13.5	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	10	36.0	5	-	-
			ตู้เย็น	24	50.4	5	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	6	6.8	5	-	-
			อื่นๆ	-	20.0	5	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>433.2</b>	<b>5</b>	-	-



ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 3 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 197.1 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
307	15.75	2 / นักศึกษา	เครื่องปรับอากาศ	4	145.4	5	9.21	29.1
			โทรทัศน์	5	12	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	8	14.4	5	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	6	9.7	5	-	-
			หลอดไฟ	8	8.6	5	-	-
			อื่นๆ	-	19.0	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>209.1</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 3 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 182.4 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
309	15.75	1 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	4	148.8	5	9.44	29.7
			โทรทัศน์	5	9.0	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	5	9.0	5	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	5	5.4	5	-	-
			อื่นๆ	-	11.0	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>183.2</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 4 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 246.6 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
403	15.75	1 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	6	226.8	5	14.4	45.36
			โทรทัศน์	-	-	-	-	-
			คอมพิวเตอร์	3	5.4	5	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	3	5.5	5	-	-
			หลอดไฟ	3	3.2	5	-	-
			อื่นๆ	-	5.7	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>246.6</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 4 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 288.6 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
404	15.75	1 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	7	268.8	5	17.1	53.7
			โทรทัศน์	5	17.25	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	3	5.4	5	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	3	5.5	5	-	-
			หลอดไฟ	3	3.2	5	-	-
			อื่นๆ	-	5.7	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>305.85</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 6 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 212.5 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
608	15.75	2 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	5	187.5	5	11.9	37.5
			โทรทัศน์	-	-	-	-	-
			คอมพิวเตอร์	1	1.8	5	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	7	13.0	5	-	-
			หลอดไฟ	3	3.2	5	-	-
			อื่นๆ	-	7	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>212.5</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 6 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 77 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
613	15.75	2 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	7	411.6	5	26.1	82.32
			โทรทัศน์	5	13.5	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	-	-	-	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	3	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>434.6</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 8 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 125 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
802	15.75	2 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	3	34.2	5	2.17	6.84
			โทรทัศน์	-	-	-	-	-
			คอมพิวเตอร์	6	10.8	5	-	-
			ตู้เย็น	24	57.6	5	-	-
			พัดลม	6	9.72	5	-	-
			หลอดไฟ	6	6.50	5	-	-
			อื่นๆ	-	6.2	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>125</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 8 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15.75 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 201.3 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
814	15.75	1 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	3	175.5	5	11.2	35.1
			โทรทัศน์	-	-	-	-	-
			คอมพิวเตอร์	3	5.4	5	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	6	9.7	5	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	4.2	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>201.3</b>	<b>5</b>	-	-



ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 435.3 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
204	20	2 / นักศึกษา	เครื่องปรับอากาศ	7	380.1	5	19.0	76.1
			โทรทัศน์	6	14.4	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	-	-	-	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	6	9.7	5	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	24.6	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>435.3</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 110 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
207	20	1 / นักศึกษา	เครื่องปรับอากาศ	6	309.6	5	15.5	61.9
			โทรทัศน์	-	-	-	-	-
			คอมพิวเตอร์	6	10.8	5	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	6	9.72	5	-	-
			หลอดไฟ	6	6.50	5	-	-
			อื่นๆ	-	14.5	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>364.62</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 3 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 320 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
308	20	1 / นักศึกษา	เครื่องปรับอากาศ	6	293.4	5	14.6	58.7
			โทรทัศน์	5	13.5	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	-	-	-	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	6	6.50	5	-	-
			อื่นๆ	-	11.1	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>324.5</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 3 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 219 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
314	20	1 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	3	178.2	5	8.9	35.6
			โทรทัศน์	-	-	-	-	-
			คอมพิวเตอร์	-	-	-	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	6	9.7	5	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	24.6	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>219</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 4 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 372.8 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
409	20	1 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	6	334.8	5	16.7	66.9
			โทรทัศน์	4	9.6	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	6	10.8	5	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	20.7	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>382.4</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 4 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 328 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
411	20	1 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	5	243	5	12.1	48.6
			โทรทัศน์	5	12	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	6	10.8	5	-	-
			ตู้เย็น	24	50.4	-	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	17.3	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>340</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 5 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 337 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
504	20	2 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	5	252	5	12.6	50.4
			โทรทัศน์	-	-	-	-	-
			คอมพิวเตอร์	6	10.8	5	-	-
			ตู้เย็น	24	50.4	-	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	17.3	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>337.0</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 5 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 284 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
514	20	2 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	5	198	5	9.9	39.6
			โทรทัศน์	5	17.25	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	6	10.8	5	-	-
			ตู้เย็น	24	50.4	-	-	-
			พัดลม	-	-	-	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	18.0	-	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>300.95</b>	<b>5</b>	-	-



ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 7 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 280 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
701	20	2 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	6	262.8	5	13.14	52.56
			โทรทัศน์	5	13.5	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	-	-	-	-	-
			ตู้เย็น	24	7.2	5	-	-
			พัดลม	1	1.62	5	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	1.9	5	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>293.52</b>	<b>5</b>	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า								
ชั้นที่ 7 ขนาดพื้นที่ใช้สอย 20 ตร.ม. จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ 250 kWh เดือน ม.ค. 53								
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนผู้พักอาศัย (คน / สถานะภาพ)	อุปกรณ์	ชั่วโมง (h)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงาน ต่อพื้นที่ (kWh/m <sup>3</sup> )	ค่าไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kWh/บาท)
705	20	1 / พนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	5	232.5	5	16.25	46.5
			โทรทัศน์	5	12	5	-	-
			คอมพิวเตอร์	-	-	-	-	-
			ตู้เย็น	-	-	-	-	-
			พัดลม	2	3.24	5	-	-
			หลอดไฟ	6	6.5	5	-	-
			อื่นๆ	-	7.7	5	-	-
<b>รวมทุกระบบ</b>					<b>261.94</b>	<b>5</b>	-	-

ภาคผนวก ง

รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์

ตารางที่ 1 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ในอาคาร							
ประเภท เครื่องปรับอากาศ จำนวน 9 ชั้น							
ห้อง	รหัส อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	ขนาดห้อง (ตร.ม.)	ยี่ห้อ	ขนาด (BTU)	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้งาน (ปี)
1	A201	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.20	1
2	A205	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.20	1
3	A307	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.21	1.5
4	A309	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.24	1.5
5	A403	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.26	1.7
6	A404	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.28	17
7	A608	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.25	17
8	A613	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.96	2
9	A802	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.87	2
10	A814	Split Type	15.75	Trane	13,000	1.95	2
11	A204	Split Type	20	Trane	13,000	1.81	2
12	A207	Split Type	20	Trane	13,000	1.72	2
13	A308	Split Type	20	Trane	13,000	1.63	2
14	A314	Split Type	20	Trane	13,000	1.98	2.1
15	A409	Split Type	20	Trane	13,000	1.86	2.1
16	A411	Split Type	20	Trane	13,000	1.62	2.1
17	A504	Split Type	20	Trane	13,000	1.68	2.1
18	A514	Split Type	20	Trane	13,000	1.32	2.1
19	A701	Split Type	20	Trane	13,000	1.46	2.1
20	A705	Split Type	20	Trane	13,000	1.55	2.1
<b>รวม</b>							

ตารางที่ 2 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์โทรทัศน์

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ในอาคาร							
ประเภท โทรทัศน์ จำนวน 9 ชั้น							
ห้อง	รหัส อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	ขนาดห้อง (ตร.ม.)	ยี่ห้อ	ขนาด (นิ้ว)	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้งาน (ปี)
1	T-201	โทรทัศน์	15.75	Samsung	21	0.08	3
2	T-205	โทรทัศน์	15.75	Samsung	24	0.09	2
3	T-307	โทรทัศน์	15.75	LG	21	0.08	1.5
4	T-309	-	15.75	-	-	-	-
5	T-403	-	15.75	-	-	-	-
6	T-404	โทรทัศน์	15.75	Samsung	32	0.115	5
7	T-608	-	15.75	-	-	-	-
8	T-613	โทรทัศน์	15.75	Panasonic	21	0.09	3
9	T-802	-	15.75	-	-	-	-
10	T-814	-	15.75	-	-	-	-
11	T-204	โทรทัศน์	20	Samsung	21	0.08	1
12	T-207	โทรทัศน์	20	Panasonic	24	0.09	4
13	T-308	โทรทัศน์	20	PHILIPS	24	0.09	3
14	T-314	-	20	-	-	-	-
15	T-409	โทรทัศน์	20	Samsung	21	0.08	2
16	T-411	โทรทัศน์	20	PHILIPS	21	0.08	1.5
17	T-504	-	20	-	-	-	-
18	T-514	โทรทัศน์	20	Samsung	32	0.115	3
19	T-701	โทรทัศน์	20	SONY	24	0.09	3
20	T-705	โทรทัศน์	20	Samsung	21	0.08	1
<b>รวม</b>							

ตารางที่ 3 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook)

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ในอาคาร							
ประเภท คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) จำนวน 9 ชั้น							
ห้อง	รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวน	ยี่ห้อ	ขนาด	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้งาน (ปี)
1	C201	Notebook	2	Samsung	13.1	0.06	5
2	C205	Notebook	1	Acer	13.1	0.06	5
3	C-307	Notebook	1	Samsung	13.1	0.06	2
4	C-309	Notebook	1	Acer	13.1	0.06	1.5
5	C-403	Notebook	1	Asus	13.1	0.06	4
6	C-404	Notebook	1	Samsung	13.1	0.06	1.6
7	C-608	Notebook	1	Acer	13.1	0.06	5
8	C-613	-	-	-	-	-	-
9	C-802	Notebook	1	Samsung	13.1	0.06	4
10	C-814	Notebook	1	Acer	13.1	0.06	3.5
11	C-204	-	-	-	-	0.06	4
12	C-207	Notebook	1	Samsung	13.1	0.06	1
13	C-308	-	-	-	-	-	-
14	C-314	Notebook	1	Samsung	13.1	0.06	5
15	C-409	Notebook	1	Asus	13.1	0.06	4
16	C-411	Notebook	1	TOSHIBA	13.1	0.06	3
17	C-504	Notebook	1	Acer	13.1	0.06	3
18	C-514	-	-	-	-	-	-
19	C-701	-	-	-	-	-	-
20	C-705	-	-	-	-	-	-
<b>รวม</b>							

ตารางที่ 4 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของตู้เย็น

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ในอาคาร							
ประเภท ตู้เย็น จำนวน 9 ชั้น							
ห้อง	รหัสอุปกรณ์	รายการ อุปกรณ์	จำนวน	ยี่ห้อ	ขนาด (คิว)	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้ งาน (ปี)
1	R-201	ตู้เย็น	1	Samsung	6.4	0.07	5
2	R-205	-	-	-	-	-	-
3	R-307	ตู้เย็น	1	Sharp	6.4	0.06	6
4	R-309	-	-	-	-	-	-
5	R-403	-	-	-	-	-	-
6	R-404	-	-	-	-	-	-
7	R-608	-	-	-	-	-	-
8	R-613	-	-	-	-	-	-
9	R-802	ตู้เย็น	1	Panasonic	6.4	0.08	4
10	R-814	-	-	-	-	-	-
11	R-204	-	-	-	-	-	-
12	R-207	-	-	-	-	-	-
13	R-308	-	-	-	-	-	-
14	R-314	-	-	-	-	-	-
15	R-409	-	-	-	-	-	-
16	R-411	ตู้เย็น	1	Samsung	6.4	0.07	2
17	R-504	-	-	-	-	-	-
18	R-514	-	-	-	-	-	-
19	R-701	ตู้เย็น	1	Sharp	6.4	0.06	5
20	R-705	-	-	-	-	-	-
<b>รวม</b>							

ตารางที่ 5 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของหม้อหุงข้าว

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ในอาคาร							
ประเภท หม้อหุงข้าว จำนวน 9 ชั้น							
ห้อง	รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวน	ยี่ห้อ	ขนาด (ลิตร)	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้ งาน (ปี)
1	B -201	-	-	-	-	-	-
2	B -205	-	-	-	-	-	-
3	B -307	-	-	-	-	-	-
4	B -309	-	-	-	-	-	-
5	B -403	หม้อหุงข้าว	1	SHARP	1.8	0.8	5
6	B -404	หม้อหุงข้าว	1	SHARP	1.8	0.8	4
7	B -608	-	-	-	-	-	-
8	B -613	-	-	-	-	-	-
9	B -802	-	-	-	-	-	-
10	B -814	-	-	-	-	-	-
11	B -204	หม้อหุงข้าว	1	PHILIPS	1.8	0.7	1
12	B -207	-	-	-	-	-	-
13	B -308	-	-	-	-	-	-
14	B -314	-	-	-	-	-	-
15	B -409	-	-	-	-	-	-
16	B -411	-	-	-	-	-	-
17	B -504	-	-	-	-	-	-
18	B -514	-	-	-	-	-	-
19	B -701	-	-	-	-	-	-
20	B -705	-	-	-	-	-	-
<b>รวม</b>							



ตารางที่ 6 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของพัดลม

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ในอาคาร							
ประเภท พัดลม จำนวน 9 ชั้น							
ห้อง	รหัส อุปกรณ์	รายการ อุปกรณ์	จำนวน	ยี่ห้อ	ขนาดใบ (นิ้ว)	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้ งาน (ปี)
1	F -201	-	-	-	-	-	-
2	F -205	พัดลม	1	HATARI	16	0.054	2
3	F -307	พัดลม	1	HATARI	16	0.054	
4	F -309	-	-	-	-	-	-
5	F -403	พัดลม	1	Mitsubishi	16	0.064	3
6	F -404	พัดลม	1	Imarflex	16	0.062	1
7	F -608	พัดลม	1	Mitsubishi	16		
8	F -613	-	-	-	-	-	-
9	F -802	พัดลม	1	HATARI	16	0.054	4
10	F -814	พัดลม	1	HATARI	16	0.054	3
11	F -204	พัดลม	1	HATARI	16	0.054	4
12	F -207	พัดลม	1	HATARI	16	0.054	4
13	F -308	-	-	-	-	-	-
14	F -314	พัดลม	1	Mitsubishi	16	0.064	5
15	F -409	พัดลม	-	-	-	-	-
16	F -411	พัดลม	-	-	-	-	-
17	F -504	พัดลม	1	Mitsubishi	16	0.064	4
18	F -514	-	-	-	-	-	-
19	F -701	พัดลม	1	HATARI	16	0.054	1
20	F -705	พัดลม	1	HATARI	16	0.054	1.5
รวม							

ตารางที่ 7 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ในอาคาร							
ประเภท หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ จำนวน 9 ชั้น							
ห้อง	รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวน	ยี่ห้อ	ขนาด (W)	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้งาน (ปี)
1	L-201	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	5
2	L-205	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	5
3	L-307	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	4
4	L-309	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	4
5	L-403	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	3
6	L-404	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	1
7	L-608	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	3
8	L-613	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	3
9	L-802	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	2
10	L-814	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	2
11	L-204	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	4
12	L-207	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	7
13	L-308	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	6
14	L-314	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	5
15	L-409	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	4
16	L-411	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	6
17	L-504	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	7
18	L-514	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	4
19	L-701	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	4
20	L-705	หลอดไฟ	1	ฟิลิปส์	36	0.036	6
รวม							

สำหรับอื่นๆ ในที่นี้ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้งานนอกเหนือจากด้านบน เช่น เตารีด ที่ชาร์ตแบตเตอรี่ ไมโครเวป เป็นต้น

ภาคผนวก จ

รายงานแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์

ตารางที่ 1 รายงานการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : เครื่องปรับอากาศ									
เครื่องมือวัด					บริษัทบริษัทผู้ผลิต			ผลต่าง	
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง (kWh)  (1) – (2)
1	220	5.65	1,243.00	7	8.70	220	5.45	8.40	0.31
2	220	5.72	1,258.40	8	10.07	220	5.45	9.60	0.47
3	220	5.62	1,236.40	6	7.42	220	5.45	7.20	0.22
4	220	5.75	1,265.00	5	6.33	220	5.45	6.00	0.33
5	220	5.71	1,256.20	7	8.79	220	5.45	8.40	0.39
6	220	5.64	1,240.80	8	9.93	220	5.45	9.60	0.33
7	220	5.73	1,260.60	6	7.56	220	5.45	7.20	0.36
8	220	5.75	1,265.00	5	6.33	220	5.45	6.00	0.33
9	220	5.71	1,256.20	7	8.79	220	5.45	8.40	0.39
10	220	5.64	1,240.80	8	9.93	220	5.45	9.60	0.33
11	220	5.73	1,260.60	6	7.56	220	5.45	7.20	0.36
12	220	5.75	1,265.00	5	6.33	220	5.45	6.00	0.33
13	220	5.83	1,282.60	7	8.98	220	5.45	8.40	0.58
14	220	5.64	1,240.80	8	9.93	220	5.45	9.60	0.33
15	220	5.53	1,216.60	6	7.30	220	5.45	7.20	0.10
16	220	5.73	1,260.60	5	6.30	220	5.45	6.00	0.30
17	220	5.75	1,265.00	7	8.86	220	5.45	8.40	0.46
18	220	5.83	1,282.60	8	10.26	220	5.45	9.60	0.66
19	220	5.64	1,240.80	7	8.69	220	5.45	8.40	0.29
20	220	5.73	1,260.60	8	10.08	220	5.45	9.60	0.48
21	220	5.53	1,216.60	6	7.30	220	5.45	7.20	0.10
22	220	5.66	1,245.20	5	6.23	220	5.45	6.00	0.23

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : เครื่องปรับอากาศ									
เครื่องมือวัด						บริษัทผู้ผลิต			
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง (1) – (2) (kWh)
23	220	5.65	1,243.00	7	8.70	220	5.45	8.40	0.30
24	220	5.72	1,258.40	8	10.07	220	5.45	9.60	0.47
25	220	5.62	1,236.40	6	7.42	220	5.45	7.20	0.22
26	220	5.75	1,265.00	5	6.33	220	5.45	6.00	0.33
27	220	5.71	1,256.20	7	8.79	220	5.45	8.40	0.39
28	220	5.64	1,240.80	7	8.69	220	5.45	8.40	0.29
29	220	5.73	1,260.60	8	10.08	220	5.45	9.60	0.48
30	220	5.75	1,265.00	6	7.59	220	5.45	7.20	0.39

ตารางที่ 2 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์โทรทัศน์

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : โทรทัศน์ ( 80 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด						บริษัทผู้ผลิต			
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) – (2)  (kWh)
1	220	0.43	94.60	3	0.28	220	0.364	0.24	0.04
2	220	0.49	107.80	4	0.43	220	0.364	0.32	0.08
3	220	0.42	92.40	5	0.46	220	0.364	0.40	0.06
4	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.364	0.40	0.03
5	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.364	0.48	0.03
6	220	0.43	94.60	6	0.57	220	0.364	0.48	0.09
7	220	0.49	107.80	6	0.65	220	0.364	0.48	0.17
8	220	0.42	92.40	8	0.74	220	0.364	0.64	0.10
9	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.364	0.40	0.03
10	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.364	0.40	0.03
11	220	0.40	88.00	6	0.53	220	0.364	0.48	0.05
12	220	0.44	96.80	6	0.58	220	0.364	0.48	0.10
13	220	0.47	103.40	6	0.62	220	0.364	0.48	0.11
14	220	0.43	94.60	8	0.76	220	0.364	0.64	0.12
15	220	0.49	107.80	5	0.54	220	0.364	0.40	0.09
16	220	0.42	92.40	5	0.46	220	0.364	0.40	0.06
17	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.364	0.48	0.03
18	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.364	0.48	0.03
19	220	0.43	94.60	6	0.57	220	0.364	0.48	0.09
20	220	0.47	103.40	8	0.83	220	0.364	0.64	0.13
21	220	0.45	99.00	5	0.50	220	0.364	0.40	0.09
22	220	0.32	70.40	5	0.35	220	0.364	0.40	-0.05
23	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.364	0.48	0.03
24	220	0.43	94.60	6	0.57	220	0.364	0.48	0.09

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : โทรทัศน์ ( 80 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) - (2)  (kWh)
25	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.364	0.48	0.03
26	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.364	0.48	0.03
27	220	0.39	85.80	5	0.57	220	0.364	0.48	0.03
28	220	0.39	85.80	6	0.62	220	0.364	0.48	0.03
29	220	0.39	85.80	5	0.79	220	0.364	0.48	0.03
30	220	0.39	85.80	6	0.43	220	0.364	0.48	0.03

ตารางที่ 3 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์พัฒนา

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : พัฒน ( 54 วัดต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง (1) – (2) (kWh)
1	220	0.43	94.60	3	0.28	220	0.24	0.16	0.13
2	220	0.46	101.20	4	0.40	220	0.24	0.21	0.19
3	220	0.42	92.40	5	0.46	220	0.24	0.26	0.20
4	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.24	0.26	0.17
5	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.24	0.32	0.20
6	220	0.43	94.60	6	0.57	220	0.24	0.32	0.25
7	220	0.46	101.20	6	0.61	220	0.24	0.32	0.29
8	220	0.42	92.40	8	0.74	220	0.24	0.42	0.32
9	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.24	0.26	0.17
10	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.24	0.26	0.17
11	220	0.40	88.00	6	0.53	220	0.24	0.32	0.21
12	220	0.44	96.80	6	0.58	220	0.24	0.32	0.26
13	220	0.47	103.40	6	0.62	220	0.24	0.32	0.30
14	220	0.43	94.60	8	0.76	220	0.24	0.42	0.33
15	220	0.49	107.80	5	0.54	220	0.24	0.26	0.28
16	220	0.42	92.40	5	0.46	220	0.24	0.26	0.20
17	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.24	0.32	0.20
18	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.24	0.32	0.20
19	220	0.43	94.60	6	0.57	220	0.24	0.32	0.25
20	220	0.46	101.20	8	0.81	220	0.24	0.42	0.39
21	220	0.45	99.00	5	0.50	220	0.24	0.26	0.23
22	220	0.32	70.40	5	0.35	220	0.24	0.26	0.09
23	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.24	0.32	0.20
24	220	0.43	94.60	6	0.57	220	0.24	0.32	0.25



## ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : พัดลม ( 54 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) - (2)  (kWh)
25	220	0.43	94.6	3	0.28	220	0.24	0.16	0.13
26	220	0.49	107.8	4	0.43	220	0.24	0.21	0.22
27	220	0.42	92.4	5	0.46	220	0.24	0.26	0.20
28	220	0.39	85.8	5	0.43	220	0.24	0.26	0.17
29	220	0.39	85.8	6	0.51	220	0.24	0.32	0.20
30	220	0.39	85.8	6	0.51	220	0.24	0.32	0.20

ตารางที่ 4 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์หลอดไฟขนาด 36 W

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : หลอดไฟ ( 36 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด						บริษัทผู้ผลิต			
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) – (2)  (kWh)
1	220	0.35	77.00	5	0.39	220	0.20	0.22	0.17
2	220	0.38	83.60	5	0.42	220	0.20	0.22	0.20
3	220	0.35	77.00	6	0.46	220	0.20	0.26	0.20
4	220	0.39	85.80	6	0.51	220	0.20	0.26	0.25
5	220	0.37	81.40	5	0.41	220	0.20	0.22	0.19
6	220	0.35	77.00	5	0.39	220	0.20	0.22	0.17
7	220	0.38	83.60	6	0.50	220	0.20	0.26	0.24
8	220	0.35	77.00	6	0.46	220	0.20	0.26	0.20
9	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.20	0.22	0.21
10	220	0.37	81.40	5	0.41	220	0.20	0.22	0.19
11	220	0.35	77.00	6	0.46	220	0.20	0.26	0.20
12	220	0.38	83.60	6	0.50	220	0.20	0.26	0.24
13	220	0.35	77.00	5	0.39	220	0.20	0.22	0.17
14	220	0.38	83.60	5	0.42	220	0.20	0.22	0.20
15	220	0.37	81.40	6	0.49	220	0.20	0.26	0.22
16	220	0.35	77.00	6	0.46	220	0.20	0.26	0.20
17	220	0.35	77.00	5	0.39	220	0.20	0.22	0.17
18	220	0.38	83.60	5	0.42	220	0.20	0.22	0.20
19	220	0.35	77.00	6	0.46	220	0.20	0.26	0.20
20	220	0.38	83.60	6	0.50	220	0.20	0.26	0.24
21	220	0.37	81.40	5	0.41	220	0.20	0.22	0.19
22	220	0.35	77.00	5	0.39	220	0.20	0.22	0.17
23	220	0.38	83.60	6	0.50	220	0.20	0.26	0.24
24	220	0.35	77.00	6	0.46	220	0.20	0.26	0.20

## ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : หลอดไฟ ( 36 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) - (2)  (kWh)
25	220	0.35	77.00	5	0.39	220	0.20	0.22	0.17
26	220	0.38	83.60	5	0.42	220	0.20	0.22	0.20
27	220	0.39	85.80	5	0.43	220	0.20	0.22	0.21
28	220	0.34	74.80	6	0.45	220	0.20	0.26	0.18
29	220	0.37	81.40	6	0.49	220	0.20	0.26	0.22
30	220	0.35	77.00	8	0.62	220	0.20	0.35	0.26

ตารางที่ 5 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์หลอดไฟขนาด 18 W

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : หลอดไฟ ( 18 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) – (2)  (kWh)
1	0.18	39.60	5	0.20	220	0.10	0.11	0.09	0.18
2	0.19	41.80	5	0.21	220	0.10	0.11	0.10	0.19
3	0.20	44.00	6	0.26	220	0.10	0.13	0.13	0.20
4	0.16	35.20	6	0.21	220	0.10	0.13	0.08	0.16
5	0.17	37.40	5	0.19	220	0.10	0.11	0.08	0.17
6	0.18	39.60	5	0.20	220	0.10	0.11	0.09	0.18
7	0.19	41.80	6	0.25	220	0.10	0.13	0.12	0.19
8	0.20	44.00	6	0.26	220	0.10	0.13	0.13	0.20
9	0.16	35.20	5	0.18	220	0.10	0.11	0.07	0.16
10	0.17	37.40	5	0.19	220	0.10	0.11	0.08	0.17
11	0.19	41.80	6	0.25	220	0.10	0.13	0.12	0.19
12	0.20	44.00	6	0.26	220	0.10	0.13	0.13	0.20
13	0.17	37.40	5	0.19	220	0.10	0.11	0.08	0.17
14	0.18	39.60	5	0.20	220	0.10	0.11	0.09	0.18
15	0.18	39.60	6	0.24	220	0.10	0.13	0.11	0.18
16	0.20	44.00	6	0.26	220	0.10	0.13	0.13	0.20
17	0.17	37.40	5	0.19	220	0.10	0.11	0.08	0.17
18	0.18	39.60	5	0.20	220	0.10	0.11	0.09	0.18
19	0.20	44.00	6	0.26	220	0.10	0.13	0.13	0.20
20	0.18	39.60	6	0.24	220	0.10	0.13	0.11	0.18
21	0.20	44.00	5	0.22	220	0.10	0.11	0.11	0.20
22	0.17	37.40	5	0.19	220	0.10	0.11	0.08	0.17
23	0.18	39.60	6	0.24	220	0.10	0.13	0.11	0.18
24	0.20	44.00	6	0.26	220	0.10	0.13	0.13	0.20

## ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : หลอดไฟ ( 18 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) - (2)  (kWh)
25	220	0.17	37.40	5	0.19	220	0.10	0.11	0.08
26	220	0.18	39.60	5	0.20	220	0.10	0.11	0.09
27	220	0.20	44.00	5	0.22	220	0.10	0.11	0.11
28	220	0.17	37.40	6	0.22	220	0.10	0.13	0.09
29	220	0.18	39.60	6	0.24	220	0.10	0.13	0.11
30	220	0.20	44.00	8	0.35	220	0.10	0.18	0.18

ตารางที่ 6 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : คอมพิวเตอร์ ( 90 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh) (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh) (2)	ผลต่าง (1) – (2) (kWh)
1	220	0.85	187.00	4	0.57	220	0.41	0.36	0.57
2	220	0.88	193.60	5	0.69	220	0.41	0.45	0.69
3	220	0.93	204.60	6	0.91	220	0.41	0.54	0.91
4	220	0.84	184.80	6	0.77	220	0.41	0.54	0.76
5	220	0.57	125.40	6	0.75	220	0.41	0.54	0.75
6	220	0.85	187.00	4	0.57	220	0.41	0.36	0.57
7	220	0.88	193.60	5	0.69	220	0.41	0.45	0.69
8	220	0.93	204.60	4	0.61	220	0.41	0.36	0.61
9	220	0.84	184.80	5	0.64	220	0.41	0.45	0.64
10	220	0.57	125.40	6	0.75	220	0.41	0.54	0.75
11	220	0.85	187.00	6	0.86	220	0.41	0.54	0.86
12	220	0.85	187.00	6	0.83	220	0.41	0.54	0.83
13	220	0.88	193.60	4	0.61	220	0.41	0.36	0.61
14	220	0.93	204.60	5	0.72	220	0.41	0.45	0.71
15	220	0.84	184.80	4	0.55	220	0.41	0.36	0.55
16	220	0.57	125.40	5	0.76	220	0.41	0.45	0.76
17	220	0.85	187.00	6	0.77	220	0.41	0.54	0.76
18	220	0.88	193.60	6	0.75	220	0.41	0.54	0.75
19	220	0.93	204.60	6	0.86	220	0.41	0.54	0.86
20	220	0.85	187.00	4	0.55	220	0.41	0.36	0.55
21	220	0.88	193.60	5	0.76	220	0.41	0.45	0.76
22	220	0.93	204.60	4	0.51	220	0.41	0.36	0.51
23	220	0.84	184.80	4	0.50	220	0.41	0.36	0.50
24	220	0.57	125.40	5	0.72	220	0.41	0.45	0.71

## ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : คอมพิวเตอร์ ( 90 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) - (2) (kWh)
25	220	0.65	143.00	4	0.57	220	0.41	0.36	0.57
26	220	0.63	138.60	5	0.69	220	0.41	0.45	0.69
27	220	0.69	151.80	6	0.91	220	0.41	0.54	0.91
28	220	0.58	127.60	6	0.77	220	0.41	0.54	0.76
29	220	0.57	125.40	6	0.75	220	0.41	0.54	0.75
30	220	0.65	143.00	4	0.57	220	0.41	0.36	0.57

ตารางที่ 7 รายงานส่วนแสดงผลรายละเอียดของอุปกรณ์ผู้ยื่น

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : ตู้เย็น ( 128 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) - (2)  (kWh)
1	220	0.85	187.00	24	4.49	220	0.58	3.06	1.85
2	220	0.88	193.60	24	4.65	220	0.58	3.06	1.37
3	220	0.93	204.60	24	4.91	220	0.58	3.06	0.05
4	220	0.84	184.80	24	4.44	220	0.58	3.06	1.43
5	220	0.57	125.40	24	3.01	220	0.58	3.06	1.58
6	220	0.85	187.00	24	4.49	220	0.58	3.06	1.85
7	220	0.88	193.60	24	4.65	220	0.58	3.06	1.37
8	220	0.93	204.60	24	4.91	220	0.58	3.06	0.05
9	220	0.84	184.80	24	4.44	220	0.58	3.06	1.43
10	220	0.57	125.40	24	3.01	220	0.58	3.06	1.43
11	220	0.85	187.00	24	4.49	220	0.58	3.06	1.58
12	220	0.85	187.00	24	4.49	220	0.58	3.06	1.85
13	220	0.88	193.60	24	4.65	220	0.58	3.06	1.37
14	220	0.93	204.60	24	4.91	220	0.58	3.06	0.05
15	220	0.84	184.80	24	4.44	220	0.58	3.06	1.43
16	220	0.57	125.40	24	3.01	220	0.58	3.06	1.58
17	220	0.85	187.00	24	4.49	220	0.58	3.06	1.85
18	220	0.88	193.60	24	4.65	220	0.58	3.06	1.43
19	220	0.93	204.60	24	4.91	220	0.58	3.06	1.58
20	220	0.85	187.00	24	4.49	220	0.58	3.06	1.85
21	220	0.88	193.60	24	4.65	220	0.58	3.06	1.37
22	220	0.93	204.60	24	4.91	220	0.58	3.06	0.05
23	220	0.84	184.80	24	4.44	220	0.58	3.06	1.85
24	220	0.57	125.40	24	3.01	220	0.58	3.06	1.37



## ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์									
ประเภท : ตู้เย็น ( 128 วัตต์ )									
เครื่องมือวัด					บริษัทผู้ผลิต				
วันที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมง (h)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (1)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	พลังงาน ไฟฟ้า (kWh)  (2)	ผลต่าง  (1) - (2) (kWh)
25	220	0.85	187.00	24	4.49	220	0.58	3.06	1.43
26	220	0.88	193.60	24	4.65	220	0.58	3.06	1.58
27	220	0.93	204.60	24	4.91	220	0.58	3.06	1.85
28	220	0.84	184.80	24	4.44	220	0.58	3.06	1.37
29	220	0.57	125.40	24	3.01	220	0.58	3.06	0.05
30	220	0.85	187.00	24	4.49	220	0.58	3.06	1.43

ภาคผนวก ฉ  
รายงานสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค.53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 201

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากแบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	240	254	14
ก.พ. 53	245	251	6
มี.ค. 53	260	272	12
เม.ษ.53	255	275	20
พ.ค.53	242	271	29
มิ.ย.53	233	265	32
ก.ค.53	210	224	14
ส.ค.53	180	211	31
ก.ย.53	178	209	31
ต.ค.53	212	235	23
พ.ย.53	230	249	19
ธ.ค.53	215	231	16
<b>รวม</b>	<b>2,700</b>	<b>2,947</b>	<b>247</b>

หมายเหตุ. ม.ค.53 – ธ.ค. 53

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 204

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	435	439	4
ก.พ. 53	420	429	9
มี.ค. 53	411	417	6
เม.ย. 53	450	464	14
พ.ค. 53	455	469	14
มิ.ย. 53	380	397	17
ก.ค. 53	310	324	14
ส.ค. 53	302	311	9
ก.ย. 53	287	298	11
ต.ค. 53	295	301	6
พ.ย. 53	246	253	7
ธ.ค. 53	211	221	10
<b>รวม</b>	<b>4,202</b>	<b>4,323</b>	<b>121</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 205

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	409	415	6
ก.พ. 53	312	319	7
มี.ค. 53	411	418	7
เม.ย. 53	432	439	7
พ.ค. 53	421	429	8
มิ.ย. 53	427	431	4
ก.ค. 53	418	420	2
ส.ค. 53	389	394	5
ก.ย. 53	323	328	5
ต.ค. 53	316	319	3
พ.ย. 53	334	338	4
ธ.ค. 53	315	319	4
<b>รวม</b>	<b>4,507</b>	<b>4,569</b>	<b>62</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 207

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	409	419	10
ก.พ. 53	412	421	9
มี.ค. 53	433	441	8
เม.ษ.53	438	449	11
พ.ค.53	429	435	6
มิ.ย.53	411	426	15
ก.ค.53	401	411	10
ส.ค.53	302	317	15
ก.ย.53	295	311	16
ต.ค.53	211	218	7
พ.ย.53	287	295	8
ธ.ค.53	302	312	10
<b>รวม</b>	<b>4,330</b>	<b>4,455</b>	<b>125</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 307

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากแบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	320	325	5
ก.พ. 53	331	339	8
มี.ค. 53	343	356	13
เม.ษ.53	349	353	4
พ.ค.53	332	349	17
มิ.ย.53	311	328	17
ก.ค.53	298	315	17
ส.ค.53	291	311	20
ก.ย.53	289	298	9
ต.ค.53	285	294	9
พ.ย.53	288	296	8
ธ.ค.53	294	312	18
<b>รวม</b>	<b>3,731</b>	<b>3,876</b>	<b>145</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 308

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากแบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	320	325	5
ก.พ. 53	331	339	8
มี.ค. 53	343	356	13
เม.ษ.53	349	353	4
พ.ค.53	332	349	17
มิ.ย.53	311	328	17
ก.ค.53	298	315	17
ส.ค.53	291	311	20
ก.ย.53	289	298	9
ต.ค.53	285	294	9
พ.ย.53	288	296	8
ธ.ค.53	294	312	18
<b>รวม</b>	<b>3,437</b>	<b>3,876</b>	<b>145</b>



ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 309

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากแบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	182	185	3
ก.พ. 53	189	193	4
มี.ค. 53	214	217	3
เม.ษ.53	221	228	7
พ.ค.53	231	237	6
มิ.ย.53	227	231	4
ก.ค.53	210	215	5
ส.ค.53	197	202	5
ก.ย.53	195	198	3
ต.ค.53	186	190	4
พ.ย.53	185	189	4
ธ.ค.53	196	200	4
<b>รวม</b>	<b>2,433</b>	<b>2,485</b>	<b>52</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 314

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากแบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	219	225	6
ก.พ. 53	224	229	5
มี.ค. 53	231	242	11
เม.ษ.53	238	251	13
พ.ค.53	245	258	13
มิ.ย.53	241	253	12
ก.ค.53	231	247	16
ส.ค.53	226	238	12
ก.ย.53	229	237	8
ต.ค.53	234	247	13
พ.ย.53	231	249	18
ธ.ค.53	212	229	17
<b>รวม</b>	<b>2,761</b>	<b>2,905</b>	<b>144</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 403

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากแบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	246	248	2
ก.พ. 53	251	254	3
มี.ค. 53	256	259	3
เม.ษ.53	269	274	5
พ.ค.53	265	273	8
มิ.ย.53	261	268	7
ก.ค.53	253	259	6
ส.ค.53	210	216	6
ก.ย.53	165	169	4
ต.ค.53	187	191	4
พ.ย.53	145	154	9
ธ.ค.53	176	179	3
<b>รวม</b>	<b>2,684</b>	<b>2,744</b>	<b>60</b>

## สรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 404

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	288	282	6
ก.พ. 53	297	299	2
มี.ค. 53	318	321	3
เม.ษ.53	321	324	3
พ.ค.53	311	314	3
มิ.ย.53	301	305	4
ก.ค.53	289	294	5
ส.ค.53	276	279	3
ก.ย.53	281	284	3
ต.ค.53	279	282	3
พ.ย.53	267	269	2
ธ.ค.53	269	272	3
<b>รวม</b>	<b>3,497</b>	<b>3,525</b>	<b>40</b>

สรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 409

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	373	385	12
ก.พ. 53	325	337	12
มี.ค. 53	354	367	13
เม.ษ.53	367	379	12
พ.ค.53	343	358	15
มิ.ย.53	333	348	15
ก.ค.53	312	327	15
ส.ค.53	298	319	21
ก.ย.53	284	296	12
ต.ค.53	256	262	6
พ.ย.53	275	285	10
ธ.ค.53	265	277	12
<b>รวม</b>	<b>3,785</b>	<b>3,940</b>	<b>155</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ม.ค.53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 411

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิต (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	328	332	4
ก.พ. 53	312	325	13
มี.ค. 53	337	346	9
เม.ย.53	387	393	6
พ.ค.53	365	374	9
มิ.ย.53	321	335	14
ก.ค.53	311	329	18
ส.ค.53	298	319	21
ก.ย.53	295	313	18
ต.ค.53	288	298	10
พ.ย.53	290	307	17
ธ.ค.53	295	311	16
<b>รวม</b>	<b>3,827</b>	<b>3,982</b>	<b>155</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 504

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	337	343	6
ก.พ. 53	345	351	6
มี.ค. 53	349	356	7
เม.ย. 53	376	382	6
พ.ค. 53	312	318	6
มิ.ย. 53	289	295	6
ก.ค. 53	254	267	13
ส.ค. 53	287	298	11
ก.ย. 53	254	263	9
ต.ค. 53	243	251	8
พ.ย. 53	275	279	4
ธ.ค. 53	219	221	2
<b>รวม</b>	<b>3,540</b>	<b>3,624</b>	<b>84</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 514

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	337	343	6
ก.พ. 53	345	351	6
มี.ค. 53	349	356	7
เม.ย.53	376	382	6
พ.ค.53	312	318	6
มิ.ย.53	289	295	6
ก.ค.53	254	267	13
ส.ค.53	287	298	11
ก.ย.53	254	263	9
ต.ค.53	243	251	8
พ.ย.53	275	279	4
ธ.ค.53	219	221	2
<b>รวม</b>	<b>3,540</b>	<b>3,624</b>	<b>84</b>



ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 608

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	212	216	4
ก.พ. 53	223	225	2
มี.ค. 53	234	237	3
เม.ย. 53	232	236	4
พ.ค. 53	225	227	2
มิ.ย. 53	216	219	3
ก.ค. 53	211	214	3
ส.ค. 53	198	200	2
ก.ย. 53	175	178	3
ต.ค. 53	165	168	3
พ.ย. 53	163	165	2
ธ.ค. 53	178	181	3
<b>รวม</b>	<b>2,432</b>	<b>2,466</b>	<b>34</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 613

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	431	435	4
ก.พ. 53	435	438	3
มี.ค. 53	389	393	4
เม.ย.53	368	371	3
พ.ค.53	354	358	4
มิ.ย.53	312	315	3
ก.ค.53	324	326	2
ส.ค.53	319	323	4
ก.ย.53	296	311	15
ต.ค.53	292	297	5
พ.ย.53	286	291	5
ธ.ค.53	281	284	3
<b>รวม</b>	<b>4,087</b>	<b>4,142</b>	<b>55</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 701

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	431	435	4
ก.พ. 53	435	438	3
มี.ค. 53	389	393	4
เม.ย. 53	368	371	3
พ.ค. 53	354	358	4
มิ.ย. 53	312	315	3
ก.ค. 53	324	326	2
ส.ค. 53	319	323	4
ก.ย. 53	296	311	15
ต.ค. 53	292	297	5
พ.ย. 53	286	291	5
ธ.ค. 53	281	284	3
<b>รวม</b>	<b>4,087</b>	<b>4,142</b>	<b>55</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 705

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	250	253	3
ก.พ. 53	258	260	2
มี.ค. 53	263	265	2
เม.ษ.53	267	269	2
พ.ค.53	254	258	4
มิ.ย.53	259	261	2
ก.ค.53	241	243	2
ส.ค.53	231	235	4
ก.ย.53	238	241	3
ต.ค.53	225	228	3
พ.ย.53	229	231	2
ธ.ค.53	214	216	2
<b>รวม</b>	<b>2,929</b>	<b>2,960</b>	<b>31</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 802

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	125	127	2
ก.พ. 53	129	131	2
มี.ค. 53	137	139	2
เม.ย. 53	139	142	3
พ.ค. 53	143	146	3
มิ.ย. 53	135	139	4
ก.ค. 53	129	134	5
ส.ค. 53	125	128	3
ก.ย. 53	128	132	4
ต.ค. 53	116	119	3
พ.ย. 53	121	123	2
ธ.ค. 53	112	114	2
<b>รวม</b>	<b>1,539</b>	<b>1,574</b>	<b>35</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 802

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	125	127	2
ก.พ. 53	129	131	2
มี.ค. 53	137	139	2
เม.ย. 53	139	142	3
พ.ค. 53	143	146	3
มิ.ย. 53	135	139	4
ก.ค. 53	129	134	5
ส.ค. 53	125	128	3
ก.ย. 53	128	132	4
ต.ค. 53	116	119	3
พ.ย. 53	121	123	2
ธ.ค. 53	112	114	2
<b>รวม</b>	<b>1,539</b>	<b>1,574</b>	<b>35</b>

ตารางสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ ม.ค. 53 – ธ.ค. 53 ห้องพัก 814

เดือน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า จากบิล (kWh)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจาก แบบจำลอง (kWh)	ค่าความคลาดเคลื่อน (kWh)
ม.ค. 53	201	204	3
ก.พ. 53	209	212	3
มี.ค. 53	213	216	3
เม.ษ.53	218	222	4
พ.ค.53	216	219	3
มิ.ย.53	214	218	4
ก.ค.53	186	190	4
ส.ค.53	197	200	3
ก.ย.53	181	184	3
ต.ค.53	184	187	3
พ.ย.53	174	178	4
ธ.ค.53	179	182	3
<b>รวม</b>	<b>2,372</b>	<b>2,412</b>	<b>40</b>

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกรพินธ์ ตันภิบาล
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2540 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (ไฟฟ้ากำลัง) พ.ศ. 2547 การตลาด คณะบริหารธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช บธ.บ. (การตลาด) พ.ศ. 2552 การจัดการงานก่อสร้าง คณะบริหารธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช บธ.บ. (การจัดการงานก่อสร้าง)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	พ.ศ. 2544-2548 ตำแหน่งวิศวกร บริษัท ซีนิกซ์ อิเล็กเทค จำกัด พ.ศ. 2547-2549 วิศวกรประสานงานก่อสร้าง บริษัท มาสเตอร์อิเล็กทริก จำกัด พ.ศ. 2549-ปัจจุบัน หัวหน้าแผนกอาคารสถานที่ ฝ่ายบริหาร บริษัท อาชีฟา จำกัด