

การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า

Demand Side Management

นายระวีศักดิ์ ประดับศิลป์ 50055920

นายสถาพร เทพนาทิม 50056670

ผศ.ดร. คุณพิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2549-3429, 0-2549-3420 โทรสาร 0-2549-3422 E-mail: fengntk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ทำการศึกษา การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ใช้พลังงานต้องจ่าย โดยเน้นวิธีการจัดการเป็น 2 หลัก คือ การจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงาน และการบริหารการใช้พลังงาน

โดยผู้จัดทำ ได้ทำการศึกษาข้อมูล และแนวทางการจัดการได้ไฟฟ้า จาก ศูนย์การค้าอิมพีเรียล ลาดพร้าว เพื่อนำไปสร้างแผนงานด้านการใช้ไฟฟ้า ในอาคารเฉลิมพระเกียรติ ณ โรงพยาบาลทรวงอก ซึ่งเป็นกรณีศึกษาในโครงการนี้ โดยนำเสนอแผนการทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ พร้อมทั้งประเมินผลค่าไฟฟ้าที่ลดลง ค่าใช้จ่ายจากการดำเนินการ และระยะเวลาคืนทุน โดยสรุปในรูปแบบของประสิทธิภาพการจัดการด้านไฟฟ้าได้ คือ ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่ลดลง

คำสำคัญ : การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า,การจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงาน,การบริหารการใช้พลังงาน,ระบบแสงสว่าง,ระบบปรับอากาศ, ระยะเวลาคืนทุน,ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

Abstract

This project present a study on demand-side management , which is a method to reduce the energy consumption and to promote cost saving by focusing on two main schemes : (1) energy efficiency management and (2) load management.

In this project ,the demand side management project at the Imperial World department store is studied and investigated. Next, we develop a simple DSM procedure and apply it to Chalermprakiat building at the Breast hospital. The result are a energy saving plan for lighting and air conditioning systems. The plan also includes assessment on electricity bill saving , investment costs and payback period , summarized as a decrease in energy demand and peak demand.

Keywords: demand-side management, energy consumption, energy efficiency management, load management, energy demand, peak demand

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันการพัฒนาประเทศ พลังงานมีความสำคัญอยู่ในลำดับต้นๆ โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าที่มีความต้องการเพิ่มสูงขึ้นมาก จากความต้องการไฟฟ้าที่สูงขึ้นเรื่อยๆนี้เอง ทำให้ต้องมีการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าเพื่อเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและคุ้มค่าที่สุด

การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า เป็นวิธีการที่ใช้การบริหารจัดการที่มุ่งเน้นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าถ้ามีการดำเนินการอย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอจะมีผลดีทั้งต่อผู้ใช้ไฟฟ้าในด้านการลดลงของค่าใช้จ่าย ส่วนผลดีต่อผู้ผลิตไฟฟ้าในด้านของการเลื่อนเวลาการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มในอนาคตรวมถึงสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการพยากรณ์กรค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการพลังงานและจัดทำแผนพัฒนาพลังงานในอนาคตด้วย

อาคารเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลทรวงอก เป็นอาคารของหน่วยงานราชการ จัดเป็นอาคารควบคุม ควรมีการบริหารจัดการการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพซึ่งลักษณะของอาคาร เป็นอาคารขนาดใหญ่ ลิบชั้นที่มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีการใช้งานหลายประเภททั้งเป็นห้องตรวจของแพทย์ ห้องพักของแพทย์ พยาบาลและเจ้าหน้าที่ ห้องตรวจตามแผนกต่างๆ รวมถึงเป็นอาคารที่พักรักษาตัวของผู้ป่วยด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.เพื่อศึกษาวิธีการทาง DSM ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
- 2.เพื่อสร้างแผนพัฒนาการใช้พลังงาน โดยวิธีการทาง DSM ให้กับโครงการที่ศึกษาได้
- 3.สามารถวัดผลและประเมินประสิทธิภาพและระยะเวลาคืนทุนจากการนำวิธีการทาง DSM มาใช้ในโครงการที่ศึกษาได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า

การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าเป็นกระบวนการที่จัดการเพื่อสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด ลดความต้องการใช้ไฟฟ้า ตลอดจนการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งวิธีการที่ดำเนินการจัดการมี 2 รูปแบบคือ 1.การจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency) และ 2.การบริหารการใช้พลังงาน (Load management)

โดยการวัดผลประสิทธิภาพการนำการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า มี 2 ธรรมชาติที่วัดคือ 1.ค่าพลังงานไฟฟ้า(Energy charge) 2. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand charge)

2.2 การจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency)

2.2.1. ระบบแสง (Lighting System)

2.2.1.1 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast)

เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประกอบกันเป็นวงจร เพื่อทำงานในย่านความถี่สูง ดังนั้นชิ้นส่วนจะมีขนาดเบาและเล็กเมื่อเทียบกับเหนี่ยวนำแกนเหล็กและหม้อแปลง จึงทำให้ลดการสูญเสียที่ตัวบัลลาสต์ถึง 60 %

	เหล็กธรรมดา	เหล็กชนิดการสูญเสียต่ำ	อิเล็กทรอนิกส์
หลอดไฟที่ใช้	36 วัตต์	36 วัตต์	36 วัตต์
กำลังไฟฟ้าที่หลอด	36 วัตต์	36 วัตต์	32 วัตต์
กำลังสูญเสียที่บัลลาสต์	10 วัตต์	6 วัตต์	4 วัตต์
กำลังไฟฟ้าวงจรรวม	46 วัตต์	42 วัตต์	36 วัตต์
ดัชนีเปรียบเทียบความสูญเสีย	1.0	0.91	0.78

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบบัลลาสต์ชนิดต่างๆ

2.2.2 ระบบปรับอากาศ (Air Condition System)

2.2.2.1 อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

(Variable Speed Drive :VSD)

อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถปรับความถี่ไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนรอบความเร็วของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของโหลด โดยอาศัยหลักการปรับความถี่ของแรงดันไฟฟ้าขาเข้ามอเตอร์เหนี่ยวนำ ทำให้ความเร็วรอบมอเตอร์เปลี่ยนแปลงไปตามความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{Speed (Synchronous)} = \frac{120 f}{P}$$

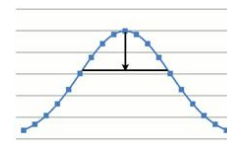
เมื่อ f : ความถี่แรงดันไฟฟ้าเข้ามอเตอร์

P : จำนวนขั้วมอเตอร์เหนี่ยวนำ

2.3 การบริหารการใช้โหลด (Load management)

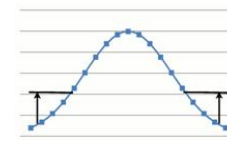
2.3.1 Peak Clipping คือวิธีการจัดการในช่วงความต้องการไฟฟ้า

สูงสุดลดลง (Reduction of Peak Load) วิธีการทั่วไป คือ การควบคุมเวลาและปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรง โดยควบคุมที่อุปกรณ์



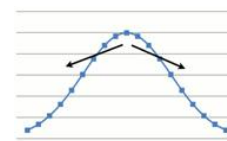
ภาพที่ 2.1 กราฟ Peak Clipping

2.3.2 Valley Filling คือ การเพิ่มความต้องการในช่วง off-peak ถ้าหากต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Long-run marginal cost) ต่ำกว่าราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย การใช้วิธีการเพิ่มปริมาณจำหน่าย ก็จะทำให้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่ำลงได้ วิธีการที่นิยมใช้สำหรับเป้าหมายนี้ก็คือ การใช้เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage)



ภาพที่ 2.2 กราฟ Valley Filling

2.3.3 Load Shifting คือ load management อีกวิธีหนึ่งที่เลื่อนการใช้ไฟฟ้าจากช่วง peak มาสู่ off-peak ในช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานภายใน 1 วัน เช่นการใช้ระบบกักเก็บพลังงาน storage water heating หรือ เลื่อนเวลาการใช้ไฟฟ้าโดยผู้ใช้งาน



ภาพที่ 2.3 กราฟ Load Shifting

3. ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

3.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

ในภาคต้น ปีการศึกษา 2553 ได้ทำการศึกษาข้อมูลและทฤษฎีการประหยัดพลังงานต่างๆ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า ส่วนในภาคปลาย ปีการศึกษา 2553 ได้ติดต่อกับบริษัท อินโนเวชั่น จำกัด เพื่อขอความสนับสนุนเพื่อเข้าไปศึกษาการสำรวจแผนการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าที่ ศูนย์การค้าอิมพีเรียลเวสต์ลาดพร้าว หลังจากได้รับความรู้จาก

ศูนย์การค้าอิมพีเรียลเวสต์ลาดพร้าวแล้ว ได้ทำการนำความรู้เข้าไปประยุกต์ใช้ที่ อาคารเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลทรวงอก ซึ่งมีความเหมาะสมแก่การใช้เป็นตัวอย่างกรณีศึกษาและสร้างแผนงานการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า เพราะเป็นอาคารที่มีระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่และมีการใช้งานมาแล้วถึง 11 ปี จึงสมควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพการใช้งานมากขึ้น

1. ไดอแกรมสายเคเบิล (single line diagram)
2. ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการ
3. ข้อมูลการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบต่างๆ
4. ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในโครงการ

3.2 เลือกใช้เครื่องมือวัด เพื่อใช้วัดค่า Peak Load

ต้องเลือกตามความเหมาะสมของโครงการที่จะทำการศึกษาคตามพิสัยของเครื่องมือวัดให้มีความเหมาะสมกับขนาดของกำลังงานไฟฟ้าที่โครงการใช้

3.3 ดำรวจพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้งานในโครงการ

เพื่อให้ทราบถึงกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในอาคาร ที่มีการใช้งานในช่วงเวลาต่างๆ แบ่งออกเป็น 3 ระบบคือ ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและระบบอื่นๆ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด
2. แยกระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าออกเป็นระบบๆ
3. การคำนวณผลด้านการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์/เครื่องจักร

3.5 วิเคราะห์หามาตรการที่เหมาะสมในการจัดการกับโหลด

ประเภทต่างๆ

การจัดการหลักที่เลือกนำมาใช้กับการวิเคราะห์หามาตรการที่เหมาะสมมี 2 ประเภท การอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency) และการบริหารการใช้พลังงาน (Load Management) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละกรณี ว่าควรจะใช้มาตรการทางด้านใด

3.6 การประเมินผลในทางเศรษฐศาสตร์

1. คำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่ได้ในแต่ละวิธีการที่นำมาใช้ในโครงการ เปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายได้เท่าไร
2. คำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการนำเทคนิคมาใช้
3. เปรียบเทียบหาระยะเวลาคืนทุนในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์และมาตรการต่างๆ
4. วิเคราะห์หาความคุ้มค่าในการดำเนินการลงทุนและการดำเนินการใช้มาตรการต่างๆ โดยหาจุดคุ้มทุนในการลงทุน

3.7 นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปพร้อมกันเพื่อสร้างแผน การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า

4.1 ผลการศึกษาข้อมูล

พบว่าถูกแบ่งควบคุมด้วย MDB 2 ตู้ โดยตู้แรก จ่ายโหลดชั้น 1-6 และตู้ที่ 2 จ่ายโหลดชั้น 7-10 โดยทำงานอยู่ 430 kW และค่าโหลดฐานอยู่ที่ 220 kW จากการเก็บข้อมูลพบว่าอัตราการใช้พลังงานในรอบสัปดาห์มีค่าใกล้เคียงกันทุกวัน ทั้งวันทำการและวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ เนื่องจากเป็นโรงพยาบาลเฉพาะทาง ทำให้แม้ในวันหยุด หรือวันเสาร์-อาทิตย์ ค่าความต้องการพลังงานก็ไม่แตกต่างกันมาก

4.2 ช่วงเวลาที่มีค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด

ในช่วงเวลา 8.00 น – 18.00 น เนื่องจากเป็นเวลาทำการปกติจะเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุด มีค่าโหลดอยู่ที่ 430 kW และเวลา 18.00 น – 8.00 น เป็นช่วงโหลดฐาน มีค่าโหลดอยู่ที่ 220 kW

4.3 วิธีการดำเนินงานเพื่อสร้างแผนการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล ทำให้สามารถเขียนแผนผังการดำเนินงาน เพื่อนำไปสู่การสร้างแผนการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าให้กับอาคารหรือโรงงานตั้งแต่ต้นจนจบ

4.4 ผลการประเมินกิจกรรมการใช้พลังงาน

4.4.1 ระบบแสงสว่าง

แบ่งการใช้งานออกตามประเภทห้องซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ

1. เปิด – ปิด เป็นเวลา
2. เปิด – ปิด ตามลักษณะการใช้งานของผู้ใช้

4.4.2 ระบบปรับอากาศ

แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. เครื่องปรับอากาศแบบหน่วยเดียว ไม่สามารถคาดคะเนการใช้งานได้ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้
2. เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ มีความเหมาะสมที่จะนำการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้ามาดำเนินการมากกว่า เพราะระบบมีมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่ใช้กำลังไฟมาก สามารถนำอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์มาใช้เพื่อปรับลดค่าความต้องการพลังงานได้

4.5 การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า

4.5.1 ระบบแสงสว่าง ใช้การติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แทนบัลลาสต์แบบแกนเหล็กแบบเดิม เพราะมีกำลังสูญเสียน้อยกว่า อีกทั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยังช่วยลด พลังงานที่หลอดไฟใช้ได้ด้วย หลังจากการติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในอาคารทั้ง 10 ชั้น สามารถลดพลังงานไฟฟ้ารวมได้เท่ากับ 41.641 kWh

4.5.2 ระบบปรับอากาศ ในระบบปรับอากาศ ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ทำงานโดยอาศัยหลักการปรับความถี่ของแรงดันไฟฟ้าขาเข้ามอเตอร์เหนี่ยวนำ ทำ

ให้ความเร็วรอบมอเตอร์เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ขาเข้าของกระแสไฟฟ้า อาคารเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลทรวงอก มีซิลเลอร์บีเอ็มในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ทั้งหมด 2 ตัวมีพิคการทำงานเต็มกำลังอยู่ที่ 15 kW ที่ความถี่ 50 Hz แต่ในภาวะโหลดในอากาศปกติไม่จำเป็นต้องทำการใช้งานเต็มโหลดพร้อมกันทั้งสองตัว จึงทำการคิดเครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์เข้าไปเพื่อลดความเร็วรอบของมอเตอร์ซิลเลอร์บีเอ็ม 1 ตัวให้เหลือความถี่ 40 Hz ทำให้กำลังการทำงานลดลงเหลือ 7 kW ซึ่งเพียงพอต่อสภาพอากาศในปกติจึงทำให้ลดพลังงานไฟฟ้าไปได้ 8 kWสรุปดังตารางต่อไปนี้

อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (kW)	ความถี่ที่ใช้ (Hz)	เวลาที่ใช้งาน(ชม.)	พลังงานไฟฟ้า(kWh)
มอเตอร์ CHP1	15	50	24	15
มอเตอร์ CHP2	7	40	10	7
รวม(ลดพลังงานไฟฟ้าลง 8 kWจากเดิมต้องใช้งานCHP ทั้งสองที่ความถี่ 50 Hzใช้พลังงาน 30 kW)				22

ตารางที่ 4.1 ผลการจัดการระบบปรับอากาศ

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 การประเมินความคุ้มค่า โดยคิดจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

5.1.1 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง = (ปริมาณพลังงานที่ลดลง) × (จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน) × 30 วัน × อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยของโรงพยาบาลทรวงอก ในปี 2553 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการจัดการในระบบแสงสว่างในบริเวณโถงทางเดิน(ต่อเดือน)

$$= 2.833 \times 24 \times 30 \times 3.45 = 7,037.172 \text{ บาท}$$

ค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการจัดการในระบบแสงสว่างในบริเวณพื้นที่ในห้อง(ต่อเดือน)

$$= 38.718 \times 10 \times 30 \times 3.45 = 40,073.13 \text{ บาท}$$

ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อเดือนจากการจัดการในระบบแสงสว่าง

$$= 7,037.172 + 40,073.13 = 47,110.302 \text{ บาท}$$

ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อเดือนจากระบบปรับอากาศ

$$= 8 \times 10 \times 30 \times 3.45 = 8,280 \text{ บาท}$$

รวมค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อเดือน = 47,110.302 + 8,280 = 55,390.302 บาท

5.1.2 ต้นทุนค่าดำเนินการและระยะเวลาคืนทุน

อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ 2 ชุดๆละ 95,000 บาท = 190,000 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = ราคาต้นทุนการติดตั้ง ÷ ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อเดือน

$$= 190,000 \div 8,280 = \text{ประมาณ } 23 \text{ เดือน หรือ } 1.9 \text{ ปี}$$

ราคาชุดบัลลาสต์ต่อเล็กทรอทิกส์ 4,452 ชุดๆละ 280 บาท

$$4,452 \times 280 = 1,246,560 \text{ บาท}$$

ระยะเวลาคืนทุน = ราคาต้นทุนการติดตั้ง ÷ ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อเดือน

$$= 1,246,560 \div 47,110.302$$

$$= \text{ประมาณ } 27 \text{ เดือน หรือ } 2.2 \text{ ปี}$$

รวมต้นทุนการติดตั้ง = 190,000 + 1,246,560 = 1,436,560 บาท

รวมค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อเดือน = 55,390.302 บาทต่อเดือน

รวมระยะเวลาคืนทุน = ราคาต้นทุนการติดตั้ง ÷ ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อเดือน

$$= 1,436,560 \div 55,390.302 = \text{ประมาณ } 26 \text{ เดือน หรือ } 2.2 \text{ ปี}$$

5.2 ผลที่ได้รับจากการดำเนินงานโครงการ

จากผลการประเมินแผนการจัดการพบว่า หากอาคารเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลทรวงอกดำเนินการตามแผนงาน จะมีอัตราการใช้พลังงานลดลง 13,655.16 kWh ต่อปี ค่าพลังงานลดลง 55,390.302 บาทต่อเดือน โดยที่ใช้งบประมาณในการลงทุน 1,436,560 บาท โดยใช้เวลา 2.2 ปีในการคืนทุน

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำได้รับการเอื้อเฟื้อข้อมูลส่วนหนึ่งจาก รศ.ดร. พีระยศ แสนโกชณ์ และได้รับคำแนะนำในการหาแนวทางการศึกษาเป็นอย่างดี จาก ผศ.ดร. คุณพิเชษฐ ฤกษ์ปรีดาพงศ์

อีกทั้งยังได้รับความร่วมมือจาก บริษัท อินโนเวชั่น เทคโนโลยี จำกัด ที่อนุญาตให้ผู้ดำเนินโครงการได้มีโอกาสเข้าไปศึกษาโครงการที่ศูนย์การค้าอิมพีเรียลเวสต์ลาดพร้าว และอาคารเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลทรวงอก จนสามารถดำเนินงานโครงการได้บรรลุตามวัตถุประสงค์

นอกจากนี้ยังได้รับทุนการสนับสนุนการทำโครงการจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงถือโอกาสกล่าวคำขอบขอบคุณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า", เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, พ.ศ.2548.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "มอเตอร์", เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, พ.ศ.2548.

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "ระบบแสงสว่าง", เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, พ.ศ.2548.

[4] สุรินทร์ จันทสุริยวิทย์, "การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่", พ.ศ.2546.

[5] <http://www2.egat.co.th/dsm>

[6] <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=34>

