

การจัดการและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าของ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

Managing and Improving Electrical Energy Utilization of Thammasat University, Rangsit Campus

เทอดไทย นาครักษ์*

สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาการจัดการการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยใช้ดัชนีที่กำหนดโดยรัฐบาลเป็นเครื่องมือในการเปรียบเทียบ หลังจากเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานระหว่างเดือนมีนาคมถึงตุลาคม 2551 พบว่าควรจัดการพลังงานเพื่อลดพลังงานไฟฟ้า 4 วิธี (1) ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5/28 วัตต์ (2) ติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (3) ลดการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 1 ชั่วโมงต่อวัน (4) ลดการทำงานของระบบปรับอากาศ 1 ชั่วโมงต่อวัน โดยการใช้วิธีการทั้งหมดเพื่อการจัดการพลังงาน จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่บันทึกก่อนหน้านี้ การใช้พลังงานไฟฟ้าจะลดลง 31,765,772.91 บาทต่อปี หรือประมาณร้อยละ 15.56

คำสำคัญ : การบริหารจัดการ พลังงานไฟฟ้า

Abstract

The objective of this research is to study the management of electricity usage in Thammasat University, Rangsit Campus using the index set by the government as a tool for comparison. After collecting and analyzing the energy usage data from March to October 2008, it was found that there are 4 energy management methods to reduce the electrical power used: (1) use fluorescent lamp T5/28 watt, (2) install high efficiency air-conditioning units, (3) reduction of the use of lighting system by 1 hour per day, (4) reduces the use of air-conditioning system for 1 hour per day. By using these approaches to energy management, the use of electrical energy can be reduced by 31,765,772.91 bahts per year or about 15.56 percent.

Keywords: management, electrical energy

*ผู้รับผิดชอบบทความ : therdthai_n@yahoo.com

1. บทนำ

จากพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ. 2546 [1] กำหนดเป้าหมายของการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดีให้เป็นไปเพื่อประโยชน์สุขของประชาชน เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อภารกิจของรัฐ มีประสิทธิภาพและเกิดความคุ้มค่าในเชิงภารกิจของรัฐ ลดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เกินจำเป็น รวมทั้งมีการประเมินผลการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อมุ่งสู่การเป็นองค์กรที่มีขีดสมรรถนะสูง

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการจึงได้กำหนดตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายในการดำเนินการคือระดับความสำเร็จของส่วนราชการและหน่วยงานของรัฐในการปรับปรุงและยกระดับคุณภาพการบริหารงานตามแผนพัฒนาองค์กรและผลักดันให้ส่วนราชการนำแผนการปรับปรุงองค์กรไปสู่การปฏิบัติ โดยส่งเสริมให้น้ำเครื่องมือทางการบริหารสมัยใหม่มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการได้กำหนดเป็นตัวชี้วัดบังคับของส่วนราชการ

ในส่วนการใช้พลังงานของภาครัฐ รัฐบาลได้กำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (key performance index; KPI) ของหน่วยงาน โดยสำนักงานพลังงานแห่งชาติได้กำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพของหน่วยงานราชการ โดยใช้วิธีประเมินจากผลการลดการใช้พลังงาน 10-15% โดยเทียบกับการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2546 นั้น จากการใช้มาตรการลดการใช้พลังงานดังกล่าว พบว่ามีความไม่เป็นธรรมสำหรับบางหน่วยงานราชการ เนื่องจากบางหน่วยงานอาจจะมีการงานที่มากขึ้น มีผู้ใช้บริการมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้หน่วยงานไม่สามารถลดการใช้พลังงานได้ ทำให้หน่วยงานมีการลดประสิทธิภาพในการทำงาน เช่น

ลดการให้บริการ งดใช้อุปกรณ์สำนักงานต่างๆ ปรับเปลี่ยนงบประมาณ เป็นต้น ดังนั้นสำนักงานจึงได้มีแนวคิดในการใช้ค่ามาตรฐานการจัดการการใช้พลังงานมาใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของหน่วยงาน [2,3,4]

สำนักงานพลังงานแห่งชาติ จึงได้เสนอต่อคณะรัฐมนตรีในการประชุมเมื่อวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2550 เพื่อขอให้ใช้เกณฑ์มาตรฐานการจัดการใช้พลังงานของหน่วยงานราชการ ในการประเมินผลและนำมากำหนดเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของหน่วยงาน ซึ่งคณะรัฐมนตรีเห็นด้วยกับหลักเกณฑ์ที่ทางสำนักงานพลังงานแห่งชาติได้เสนอ และให้ทำเกณฑ์ใหม่ไปใช้ในปี พ.ศ. 2551 ค่ามาตรฐานการจัดการใช้พลังงานหมายถึงปริมาณการใช้พลังงานที่ควรจะเป็นของหน่วยงานที่กำหนด โดยคำนึงถึงปัจจัยหลักที่มีผลต่อการใช้พลังงานของแต่ละหน่วยงาน เช่น พื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร จำนวนบุคลากร เวลาในการปฏิบัติงาน อุณหภูมิ เป็นต้น ดังนั้นค่ามาตรฐานการจัดการใช้พลังงานจึงเป็นตัวที่สะท้อนถึงความต้องการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงที่แท้จริงของหน่วยงาน

ด้วยเหตุผลนี้เองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีขนาดใหญ่ มีพื้นที่และอาคารจำนวนมาก มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ในปี พ.ศ. 2550 รวมทั้งสิ้น 57,753,086.50 กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี คิดเป็นเงิน 184,102,634.40 บาท และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอีกในอนาคตจึงควรกำหนดยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการใช้พลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และสามารถผ่านเกณฑ์ประเมินผลตัวชี้วัดประสิทธิภาพภาคบังคับของการปฏิบัติราชการของหน่วยงานได้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และแนวโน้มในอนาคต

2.2 เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จนผ่านเกณฑ์การประเมินผลตัวชี้วัดประสิทธิภาพของหน่วยงาน

2.3 เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปรับเปลี่ยนปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้ไฟฟ้า

2.4 เพื่อจัดการและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตให้อยู่ในค่ามาตรฐานการจัดการใช้พลังงาน

3. ขอบเขตการศึกษา

การจัดการและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพของอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตามแผนภูมิสรุปวิธีการจัดการและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (รูปที่ 1) เพื่อเสนอวิธีการประหยัดพลังงานให้กับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

4. ขั้นตอนการศึกษา

4.1 ตั้งเกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI

4.2 สำรวจการใช้พลังงานของอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ทั้งหมด

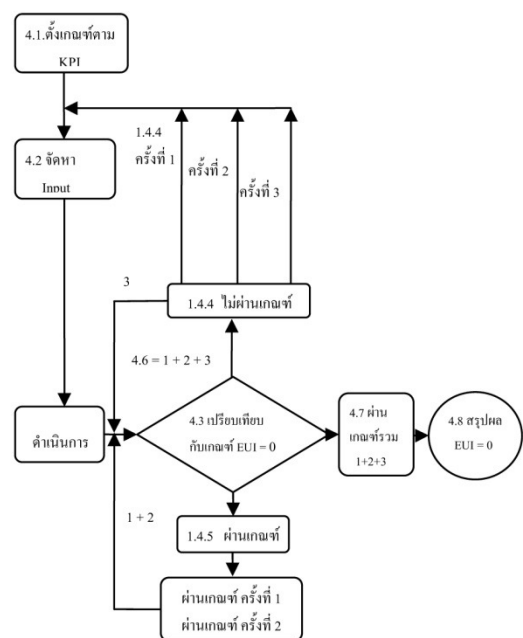
4.3 นำผลที่ได้จากการสำรวจในข้อ 4.2 เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและค่า KPI

4.4 ถ้ามีอาคารที่ไม่ผ่านเกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI ให้ทำการกำหนดวิธีการประหยัดพลังงาน เช่น ใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน กำหนด

พฤติกรรมการใช้พลังงานภายในอาคารที่ไม่ผ่านเกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI ทั้งหมด

4.5 ประเมินผลการประหยัดพลังงานและนำผลการประหยัดพลังงานเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI ถ้าอาคารที่ผ่านเกณฑ์แล้วเก็บข้อมูลไว้เพื่อทำในภาพรวมอีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ให้กำหนดวิธีการประหยัดพลังงานในข้อ 4.2 ใหม่ และดำเนินการต่อในข้อ 4.3-4.4 ต่อไป

4.6 ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI นำผลรวมการใช้พลังงานทั้งหมดของทุกอาคารรวมเป็นปริมาณการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตามข้อ 4.4 ต่อไป หากผ่านเกณฑ์ให้ดำเนินการต่อไป



รูปที่ 1 สรุปวิธีการจัดการและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

4.7 เมื่ออาคารทุกอาคารผ่านเกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI แล้ว นำผลรวมการใช้พลังงานทั้งหมดของทุกอาคารรวมเป็นปริมาณการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

4.8 เกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน KPI หากผ่านเกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI สามารถกำหนดเป็นมาตรการเพื่อการประหยัดพลังงานตามเกณฑ์ตามค่ามาตรฐาน KPI

4.9 วิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์และเปรียบเทียบผลประโยชน์ในการลงทุนบริหารจัดการการใช้พลังงาน

4.10 จัดทำรายงานผลการศึกษา

5. วิเคราะห์ผลการศึกษา

การจัดทำมาตรการโดยรวมของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมทั้ง 4 มาตรการ

5.1 มาตรการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8/36 วัตต์ เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5/28 วัตต์ จำนวน 127,900 หลอด

5.2 มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type) จำนวน 243 เครื่อง เป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

5.3 มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 148,472 หลอด 1 ชั่วโมงต่อวัน (ในส่วนการเรียนการสอน)

5.4 มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของระบบปรับอากาศ จำนวน 4,670 เครื่อง 1 ชั่วโมงต่อวัน (ในส่วนการเรียนการสอน)

ผลการจัดการและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

1. มาตรการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8/36W เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5/28W เฉพาะ บัลลาสต์แกนเหล็กสูญเสียพลังงาน 10 วัตต์ เป็นจำนวน 127,900 หลอด ปริมาณการใช้พลังงาน 12,083,385.60 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 3,804,050.03 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี เป็นเงิน 14,036,944.61 บาท/ปี ลดพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ 1,801.16 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 2,873,138.37 บาท/ปี รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 16,910,082.97 บาท/ปี เงินลงทุนทั้งสิ้น 44,765,000.00 บาท ระยะเวลาคืนทุน 2.64 ปี อัตราผลตอบแทนโครงการ (IRR) 18% กิโลวัตต์ชั่วโมงลดลง 6.93% (ปี พ.ศ. 2553 คิดที่อัตรา 3.69 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง)

2. มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 243 เครื่องเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง ปริมาณการใช้พลังงาน 2,274,016.80 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 907,603.49 บาท/ปี เป็นเงิน 3,349,056.87 บาท/ปี ลดพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ 52.65 กิโลวัตต์ เป็นเงิน 83,985.17 บาทต่อปี รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 3,433,042.04 บาทต่อปี เงินลงทุนทั้งสิ้น 11,887,272.00 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.46 ปี อัตราผลตอบแทนโครงการ (IRR) 24% ลดลงคิดเป็น 1.65% (ปี พ.ศ. 2553 คิดที่อัตรา 3.69 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง)

3. มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์ จำนวน 148,472 หลอด 1 ชั่วโมงต่อวัน (ในส่วนการเรียน การสอน) ปริมาณการใช้พลังงาน 7,102,682.19 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 887,835.27 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี เป็นเงินประมาณ 3,276,112.14

บาท/ปี กิโลวัตต์ชั่วโมงลดลง 1.62% (ปี พ.ศ. 2553 คัดที่อัตรา 3.69 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง)

4. มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของระบบปรับอากาศจำนวน 4,670 เครื่อง 1 ชั่วโมงต่อวัน (ในส่วนการเรียนการสอน) ปริมาณการใช้พลังงาน 23,538,715.02 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 2,942,339.38 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี เป็นเงินประมาณ 10,257,121.94 บาท/ปี กิโลวัตต์ชั่วโมงลดลง 5.36% (ปี พ.ศ. 2553 คัดที่อัตรา 3.69 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง) โดยไม่มีการลงทุน

6. สรุปผลการวิจัย

หลังจากศึกษาการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต พบว่าอาคารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 1 อาคารคือ อาคารสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร โดยค่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EUI) มีค่า -0.12 และเมื่อปรับกระบวนการในการใช้พลังงานของอาคารผ่านเกณฑ์มาตรฐานแล้ว และนำผลการใช้พลังงานของอาคารมาดำเนินการจัดทำข้อมูลโดยรวมทั้งหมดของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (ในส่วนการศึกษา) พบว่าการใช้พลังงานมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยค่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EUI) มีค่า 0.34

จากผลการศึกษาวิธีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (ส่วนการศึกษา) พบว่ามีหลายวิธีในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ โดยมีแนวทางหลักๆ อยู่ 2 แนวทางคือ

6.1 การลดการใช้พลังงานโดยไม่ต้องลงทุนปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ โดยการปรับลดชั่วโมงการ

ทำงานของระบบปรับอากาศวันละ 1 ชั่วโมง หรือมากกว่า

6.1.1 ปรับลดชั่วโมงการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 1 ชั่วโมง

6.1.2 ปรับลดชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ตามความเหมาะสม

6.2 การลดการใช้พลังงานโดยการลงทุนปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ โดยการ

6.2.1 เปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ T8/36W เป็น แบบ T5/28 W พร้อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

6.2.2 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

จากการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้วิธีการลดการใช้พลังงานข้างต้นทุกส่วน สามารถทำให้อาคารสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธรผ่านเกณฑ์มาตรฐานการจัดการใช้พลังงานของส่วนราชการได้ และยังเป็นผลในภาพรวมของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมได้ และคาดว่าในปีงบประมาณ 2552 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จะมีค่าดัชนีการใช้พลังงานไม่น้อยกว่า 0.59 พลังงานไฟฟ้าลดลง 8,541,828.17 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี ลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 31,765,772.91 บาท/ปี เงินลงทุนทั้งสิ้น 54,194,781.60 บาท หรือประมาณ 15.56% อัตราผลตอบแทนโครงการ (IRR) โดยรวม 58%

7. ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมและลดการใช้พลังงาน

ไฟฟ้าให้อยู่ในค่ามาตรฐานการจัดการใช้พลังงานของส่วนราชการ จึงสามารถกำหนดแนวทางการจัดการใช้พลังงานของอาคารและหน่วยงานได้ดังนี้

7.1 ตั้งคณะกรรมการการจัดการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน

7.2 ตรวจสอบรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารทุกอาคาร

7.3 สรุปผลการใช้พลังงานเป็นประจำทุก 6 เดือน โดยเฉพาะหน่วยงานที่ต้องจับตามองเป็นพิเศษ

7.4 กำหนดมาตรการลดการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน

7.5 รายงานการใช้พลังงานให้ผู้บริหารหน่วยงานทราบทุก 6 เดือน

7.6 เปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำ เช่น เครื่องปรับอากาศที่มีอายุเกินกว่า 8 ปี และประสิทธิภาพการทำงานต่ำ และเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แบบ T8/36W เป็นแบบ T5/28W พร้อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทันที

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณ ลาวัณย์ประเสริฐ รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย ศาสตราจารย์ธีรารัง เปรมปรีดี

และรองศาสตราจารย์ ดร.โดม สัทธีเวชย์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนวคิดต่างๆ ทั้งด้านวิชาการและการดำเนินการวิจัย รวมทั้งการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ, 2546, พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ. 2546.
- [2] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2539, กฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ, 17 น.
- [3] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2539, พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมกฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535, กระทรวง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ, 36 น.
- [4] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2539, พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร, 32 น.