

การศึกษาแนวทางการประหยัด พลังงานในส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

A STUDY OF ENERGY CON- SERVATION STRATEGIES IN ACADEMIC DIVISION CHULACHOMKLAO ROYAL MILITARY ACADEMY

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้พลังงานของอาคารต่างๆ ในส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงานที่เหมาะสม และเป็นข้อมูลในการจัดการพลังงาน ผลการศึกษาพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2547 ทั้งสิ้น 3,051,512 kWh โดยคิดอัตราค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาการใช้ (TOU rate) ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 56.49 kWh/m² ต่อปี ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 1,108 kW ค่าตัวประกอบโหลดเฉลี่ย 32.49 % มีค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 402,737 บาท/เดือน ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 บาท/kWh โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

มากที่สุด 46.76 % รองลงมาคือ ระบบ (อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน) 26.26 % ระบบแสงสว่าง 23.18 % และ ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า 3.83% ตามลำดับ แนวทางการประหยัดพลังงานมีดังนี้ ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า เสนอให้มีการย้ายโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีโหลดน้อยมารวมกัน การปรับปรุงเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดเพื่อลดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ เสนอให้มีการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ และการปรับปรุงผนังของอาคารเพื่อลดค่าความร้อนที่

เข้ามาในอาคาร ระบบแสงสว่าง เสนอให้มีการเปลี่ยนโคมไฟธรรมดาเป็นโคมไฟสะท้อนแสง การลดจำนวนหลอดไฟในบริเวณที่มีค่าการส่องสว่างสูง การเปลี่ยนบัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กชนิดธรรมดาเป็นชนิดการสูญเสียต่ำ และการเปลี่ยนหลอดไส้เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ การดำเนินการทั้งหมดจะสามารถประหยัดพลังงานได้ 394,198.79 kWh/ปี เป็นเงินที่ประหยัดได้ 861,250 บาท/ปี หรือลดลง 17.82% โดยใช้เงินลงทุน 2,674,759 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.10 ปี

คำหลัก: ค่าตัวประกอบโหลด, TOU rate, ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า

Abstract

This research is the study of energy consumption in various buildings in Academic Division, Chulachomklao Royal Military Academy. The purpose of the study is to find the energy conservation strategies. The result of study is found that the annual electrical energy consumption in year 2004 is 3,051,512 kWh using the electricity fee charge of TOU rate. The energy consumption index is 56.49 kWh/m² per year. The average power demand is 1,108 kW. The average load factors is 32.49 %. The average of electricity fee is 402,737 baht per month and the average of electricity fee charged is 1.78 baht/kWh. The percentage of electricity consuming by the air-condition system is 46.76 %, which is the highest. The remain percentage of electricity consuming are 26.26 %, 23.18 % and 3.83 % by the other system (other electrical equipments such as computer, printer etc.), the lighting system and the power transmission system respectively. The energy conservation strategies in each system are as followed. In the power transmission system, the minimum

load of transformer should be transmitted together. The load factors should be adjusted to reduce the demand charge. In the air-condition system, some air conditioning should be changed and turned to be the high efficient ones. The air conditioning should be regularly maintained. The wall of buildings should be improved to reduce heat coming. In the lighting system, the standard luminaries should be changed to be the high reflection efficiency luminaries. The amount of lamp at the high bright area should be reduced. The standard ballasts should be changed to be higher efficient ballasts. The incandescent lamp should be changed to be the compact florescent lamp. If energy systems are improved as mentioned as above, the Academic Division Chulachomklao Royal Military Academy can reduce 394,198.79 kWh/year of enegy usage: that is to save 861,250 baht/year or reduce of 17.82 % .This required an investment of 2,674,759 baht with the payback period of 3.10 years.

Keywords: load factor, TOU rate, demand charge

1. บทนำ

สืบเนื่องจาก ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานภายในประเทศเพิ่มมากขึ้นทุกปีและไม่มีแนวโน้มจะลดลง ทำให้รัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก ในการจัดหาพลังงานให้ผู้บริโภคภายในประเทศใช้อย่างพอเพียง ดังนั้นรัฐบาลจึงได้ตราพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ขึ้น เพื่อสนับสนุนและให้คำแนะนำให้มีการประหยัดพลังงานในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชน แต่ในปัจจุบันการศึกษาการประหยัดพลังงานในสถาบันการศึกษานั้นยังมีความค่อนข้างน้อย เนื่องจากหลายฝ่ายมองว่าเป็นสถานที่ที่ใช้พลังงานน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้

พลังงานในภาคอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ อย่างไรก็ตามก็ตีแม่ว่าอัตราการใช้พลังงานจะน้อยแต่ปริมาณการใช้พลังงานก็เพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ย่อมมีผลกระทบต่อ การนำเข้าพลังงานเช่นกัน

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในด้านการสำรวจและตรวจวัด สภาพการใช้พลังงานในอาคารต่างๆของส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เพื่อให้ทราบถึงสภาพการใช้และดัชนีการใช้พลังงาน และหาแนวทางการประหยัดพลังงานที่เหมาะสม

2. ข้อมูลเบื้องต้นของส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

ส่วนการศึกษาเป็นหน่วยงานที่ขึ้นตรงของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า มีหน้าที่จัดการศึกษาด้านวิชาการระดับปริญญาตรีในสาขาต่างๆ ให้แก่นักเรียนนายร้อย แบ่งออกเป็น 1 กองเตรียมการและควบคุมการศึกษาและ 11 กองวิชา ได้แก่ กองวิชาประวัติศาสตร์ กองวิชาอักษรศาสตร์ กองวิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ กองวิชาฟิสิกส์ กองวิชาเคมี กองวิชากฎหมายและสังคมศาสตร์ กองวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม กองวิชาวิศวกรรมโยธา กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และกองวิชาวิศวกรรมสรรพาวุธ โดยมีอาคารใช้งานทั้งหมด 18 อาคาร ซึ่งมีพื้นที่รวมทั้งหมด 54,013.23 m² โดยแยกเป็นพื้นที่ที่มีการปรับอากาศ 13,650.29 m² และพื้นที่ที่ไม่มีการปรับอากาศ 40,362.94 m²

3. การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้านั้น มีการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยผ่านมิเตอร์แรงสูง ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดนครนายก จำนวน 3 มิเตอร์ คือ มิเตอร์หมายเลข 970-999991 หมายเลข 972-999991 และหมายเลข 974-999991 โดยส่วนการศึกษาจะใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านมิเตอร์แรงสูงหมายเลข 970-999991 ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานพบว่า ในปี 2547 ส่วนการศึกษามีการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 3,051,512 kWh คิดเป็นเงิน 4,832,470.84 บาท หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อ

เดือนเท่ากับ 402,705.25 บาท โดยคิดอัตราค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาการใช้ (1) (TOU rate) และมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 1,108 kW

ผลการวิเคราะห์ค่าตัวประกอบโหลด และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยในแต่ละเดือนพบว่า เดือนตุลาคมมีค่าตัวประกอบโหลดต่ำที่สุดคือ 8.82 % ทำให้ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยในเดือนนี้สูงถึง 4.92 บาท/kWh ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าที่ต่ำ เนื่องจากไม่มีการควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด และไม่มีควมสม่ำเสมอในการใช้ไฟฟ้า โดยค่าตัวประกอบโหลดและค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ยทั้งปีมีค่าเท่ากับ 32.49 % และ 1.78 บาท/kWh ตามลำดับ

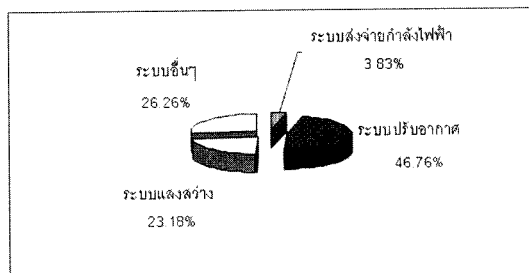
ส่วนการศึกษามีค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเท่ากับ 56.49 kWh/m²ต่อปี ซึ่งจากการเปรียบเทียบกับอาคารของหน่วยงานอื่นที่มีการศึกษามาแล้ว 6 แห่ง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นว่าส่วนการศึกษามีค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ายังถือว่าค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า

สถาบันการศึกษา	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh/m ² ต่อปี)
●อาคารส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า	56.49
●อาคารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ(กล้วยน้ำไย)	91.30
●อาคารมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	108.80
●อาคารสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร	115.00
●อาคารสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์	128.00
●อาคารสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคธนบุรี	133.40
●อาคารสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์	208.30

4. สัดส่วนการใช้พลังงาน

ส่วนการศึกษา มีสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศสูงที่สุดคือ 46.76 % รองลงมาคือระบบอื่นๆ (อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงานเช่น คอมพิวเตอร์ ฯลฯ) 26.26 % ระบบแสงสว่าง 23.18 % และระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า 3.83 % ตามลำดับดังแสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานในส่วนการศึกษา
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

5. สภาพการใช้พลังงาน

ระบบการใช้พลังงานในอาคารต่างๆสามารถออกเป็น 4 ระบบใหญ่ๆคือ ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอื่นๆ ซึ่งสรุปสภาพการใช้พลังงานของแต่ละระบบได้ดังนี้

5.1 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

จากการสำรวจและตรวจวัดการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งมีการติดตั้งใช้งานทั้งหมด 10 ตัว โดยเป็นชนิดจุ่มในน้ำมัน (Oil Immerse) ทั้งหมด มีขนาดติดตั้งรวม 6,140 kVA และมีการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งจ่ายโหลดไฟฟ้าแบบเป็นกลุ่มสำหรับอาคารขนาดเล็ก และจ่ายโหลดไฟฟ้าแบบเดี่ยวสำหรับอาคารขนาดใหญ่ โดยแสดงรายละเอียดการจ่ายโหลด ให้แก่อาคารต่างๆไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้ามีอายุการใช้งานมาแล้วมากกว่า 10 ปี

หม้อแปลงไฟฟ้ามีการสูญเสียพลังงานโดยรวมทั้งหมดเท่ากับ 117,001.82 kWh/ปี แยกเป็นการสูญเสียพลังงานในแกนเหล็ก (Core Loss) 116,942 kWh/ปี และการสูญเสียพลังงานในขดลวด (Copper Loss) 59.82 kWh/ปี

ตารางที่ 2 แสดงการจ่ายโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า
แต่ละตัว

สถานที่ใช้งาน	ขนาดพิกัด (kVA)
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.1 อาคารเรียน ก.1 , อาคารเรียน ก.2 อาคารกองวิชาฟิสิกส์ , อาคารกองวิชาเคมี และวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม	1,250
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.2 หอประชุมส่วนการศึกษา , อาคารกองวิชาอักษรศาสตร์ อาคารกองวิชากฎหมายและสังคม	1,000
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.3 อาคารเรียน ก.3 , อาคารเรียน ก.4 อาคารเรียน ข.1 , อาคารเรียน ข.2	1,000
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.4 อาคารกองวิชาประวัติศาสตร์	630
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.5 อาคารโรงประลองวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมสรรพาวุธ	500
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.6 อาคารโรงประลองวิศวกรรมโยธา	500
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.7 อาคารกองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	315
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.8 อาคารกองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสรรพาวุธ และกองวิชาวิศวกรรมโยธา	315
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.9 อาคารกองวิชาคณิตศาสตร์	315
หม้อแปลงหมายเลข Tr.No.10 อาคารกองบังคับการส่วนการศึกษา	315
รวมขนาดพิกัด	6,140

5.2 ระบบปรับอากาศ

จากการสำรวจและตรวจวัดการทำงาน ของเครื่องปรับอากาศในอาคารต่างๆพบว่า มีจำนวนทั้งหมด 278 เครื่อง โดยแบ่งเป็นชนิด หน้าต่าง(Window Type) จำนวน 4 เครื่อง และ ชนิดแยกส่วน (Split Type) จำนวน 274 เครื่อง ซึ่งมีทั้งประเภทธรรมดาและเดินท่อลม โดยมีอายุการใช้งานส่วนใหญ่มากกว่า 8 ปี ขนาดติดตั้งรวมทั้งหมดเท่ากับ 12,725,000 Btu/h ดัชนีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศเท่ากับ 264.65 Btu/h ต่อ m^2 จากการประเมินประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3 มีเครื่องปรับอากาศที่มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ต่ำกว่าหรือเท่ากับเบอร์ 3 ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน เบอร์ 4 และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน เบอร์ 5 มีจำนวนเท่ากับ 229 เครื่อง 37 เครื่อง และ 12 เครื่อง ตามลำดับ ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (kW/Tr)ของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ยทุกอาคารมีค่าเท่ากับ 1.47 และยังพบว่าอาคารกองวิชาประวัติศาสตร์มีขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศสูงที่สุดคือ 3,588,650 Btu/h และใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดเท่ากับ 367,980.30 kWh/ปี ซึ่งคิดเป็น 25.54% ของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศทั้งหมด

การประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง(OTTV) และการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ของอาคารต่างๆ โดยใช้โปรแกรม OTTVEE Version 0.1a ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535⁽³⁾ ผลการประเมินพบว่าค่า OTTV ของผนังอาคารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีทั้งหมด 11

อาคาร ส่วน ค่า RTTV ของหลังคาอาคารผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกอาคาร โดยมีค่า OTTV สูงที่สุดเท่ากับ 93.1 W/ m^2 และ RTTV สูงที่สุดเท่ากับ 22.4 W/ m^2

ตารางที่ 3 ข้อมูลแสดงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

อาคาร ที่	ชื่ออาคาร	อาคาร ติดตั้ง รวม (Btu/h)	EER เบอร์			kW/ Tr เฉลี่ย
			≤3	4	5	
1	กองบังคับการส่วนการศึกษา	380,900	19	-	-	1.55
2	กองวิชาประวัติศาสตร์	3,658,650	48	5	-	1.54
3	หอประชุมส่วนการศึกษา	928,000	7	-	-	1.69
4	อาคารเรียน ก. 2	122,000	3	1	-	1.37
5	อาคารเรียน ข.2	1,127,400	12	3	2	1.30
6	กองวิชาอักษรศาสตร์	1,054,000	26	1	3	1.48
7	กองวิชากฎหมายและ สังคมศาสตร์	473,000	12	2	1	1.45
8	กองวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม	947,000	24	5	1	1.44
9	กองวิชาฟิสิกส์	488,500	9	1	-	1.41
10	กองวิชาคณิตศาสตร์	1,123,300	17	4	-	1.53
11	กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมโยธา	378,500	5	4	-	1.40
12	กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและ วิศวกรรมสรรพาวุธ	1,094,9	23	6	2	1.48
13	โรงประลองวิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมสรรพาวุธ	581,000	15	3	2	1.36
14	โรงประลองวิศวกรรมโยธา และวิศวกรรมไฟฟ้า	364,000	9	2	-	1.51
	รวม	12,725000	229	37	12	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	1.47

5.3 ระบบแสงสว่าง

จากการสำรวจและตรวจนับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบแสงสว่างพบว่า มีการติดตั้งใช้งานหลอดไฟทั้งหมด 15,151 หลอด แยกเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 - 40 W จำนวน 14,798 หลอด หลอดไส้(Incandescent Lamp)ขนาด 30 - 100 W จำนวน 413 หลอด และหลอดแสงจันทร์หรือหลอดปรอทความดันสูง(High Pressure Mercury Lamp)ขนาด 60 W จำนวน 60 หลอด โดยรายละเอียดขนาดกำลังติดตั้งของแต่ละอาคารแสดงไว้ในตารางที่ 4 ซึ่งคิดเป็นกำลังไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 536.19 kW และมีการใช้บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กทั้งหมด ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานรวมทั้งหมด 146.74 kW ดังนั้นการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างเท่ากับ 12.69 W/m²

การตรวจวัดค่าการส่องสว่าง ของพื้นที่ต่างๆ ในอาคาร พบว่าอาคารเรียน ข.1 มีค่าความสว่างของอาคารโดยเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 496.94 Lux

ตารางที่ 4 แสดงขนาดติดตั้งอุปกรณ์ในระบบแสงสว่าง

อาคาร	ขนาด กำลังไฟฟ้า รวมของ หลอดไฟ แสงสว่าง (W)	กำลัง สูญเสีย ของบัล ลาสต์ (W)
กองบังคับการ ส่วนการศึกษา	25,524	8,420
กองวิชาประวัติศาสตร์	93,573	20,945
หอประชุมส่วนการศึกษา	29,647	6,220
อาคารเรียน ก.1	20,112	7,200
อาคารเรียน ก.2	20,560	7,000
อาคารเรียน ก.3	20,010	7,150
อาคารเรียน ก.4	20,460	7,300
อาคารเรียน ข.1	31,476	7,370
อาคารเรียน ข.2	31,418	7,070
กองวิชาอักษรศาสตร์	24,756	7,800
กองวิชากฎหมายและ สังคมศาสตร์	19,850	6,320
กองวิชาเคมีและ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	30,444	8,770
กองวิชาฟิสิกส์	25,094	7,210
กองวิชาคณิตศาสตร์	36,274	7,960
กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	11,004	3,420
กองวิชาวิศวกรรมโยธา	11,424	3,500
กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมสรรพวุธ	27,126	8,630
โรงประลอง วิศวกรรมเครื่องกลและ วิศวกรรมสรรพวุธ	29,150	7,170
โรงประลอง วิศวกรรมโยธาและ วิศวกรรมไฟฟ้า	27,540	6,440
รวม	536,198.00	146,745.00

5.4 ระบบอื่นๆ

ส่วนมากจะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายแผ่นใส และอื่นๆ เป็นต้น และจากการสำรวจพบว่ากองวิชาประวัติศาสตร์มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ใว้ใช้สำรองเวลาที่ไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องต้นกำลังมีขนาดติดตั้ง 350 kW ความเร็วรอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1,500 rpm ติดตั้งใช้งานเมื่อ พ.ศ. 2535 โดยไม่ค่อยได้ใช้งาน

6. แนวทางการประหยัดพลังงาน

แนวทางการประหยัดพลังงาน แยกตามระบบการใช้พลังงานหลักๆดังนี้ ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอื่นๆ โดยในระบบอื่นๆ สามารถศึกษาได้จากข้อแนะนำในการใช้และเลือกซื้ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน ซึ่งแนะนำโดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จึงไม่นำเสนอไว้ในบทความนี้

6.1 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ซึ่งมีทั้งหมด 2 แนวทางคือ

6.1.1 ย้ายโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่มี โหลดน้อยมารวมกันเพื่อลดการสูญเสียพลังงาน

ผลการบันทึกกราฟโหลดรายสัปดาห์ของหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งหมดพบว่า มีหม้อแปลงไฟฟ้าหลายตัวที่มีการจ่ายโหลดน้อยมากเมื่อเทียบกับขนาดติดตั้ง แต่ในเบื้องต้นควรพิจารณาหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีตำแหน่งติดตั้งใกล้กันก่อน เนื่องจากสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องสายส่งไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงควรดำเนินการย้ายโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า Tr.No.7 มาไว้กับหม้อแปลงไฟฟ้า Tr.No.5 และย้ายโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า Tr.No.9 มาไว้กับหม้อแปลงไฟฟ้า Tr.No.8 ซึ่งจะสามารถประหยัดพลังงานได้ 15,760.90 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 28,054 บาท/ปี

6.1.2 ปรับปรุงเพิ่มค่าตัวประกอบโหลด เพื่อลดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า (Demand Charge) จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าพบว่า มีเดือนที่มีค่าตัวประกอบโหลดต่ำกว่าค่า

เฉลี่ยทั้งปีทั้งหมด 7 เดือนคือ เดือนเมษายน พฤษภาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ดังนั้นจึงควรปรับปรุงเพิ่มตัวประกอบโหลดของเดือนเหล่านั้นให้ใกล้เคียงค่าเฉลี่ยทั้งปีคือ 32.49 % เพื่อลดค่าไฟฟ้าในส่วน of ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า (Demand Charge) ลงวิธีการคือดำเนินการควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่ให้เกินค่าที่กำหนดไว้ในแต่ละเดือน โดยการจัดโหลดและวางแผนการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งไม่ควรใช้งานพร้อมกันหลายๆเครื่อง ควรมีการเดินเครื่องสลับกันและกระจายโหลดไปในช่วงเวลาอื่นๆ ในการดำเนินการจะทำให้ลดความต้องการกำลังไฟฟ้าลงได้ทั้งหมด 1,727.33 kW/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 159,575.36 บาท/ปี

6.2 ระบบปรับอากาศ ซึ่งมีทั้งหมด 3 แนวทางคือ

6.2.1 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง เครื่องปรับอากาศในส่วนการศึกษาส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานมากกว่า 8 ปี ซึ่งบางเครื่องมีประสิทธิภาพต่ำมากสังเกตได้จากค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นที่สูง จากที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 กำหนดให้เครื่องปรับอากาศชนิดหน้าต่างและชนิดแยกส่วนแบบที่มีการระบายความร้อนด้วยอากาศสำหรับอาคารเก่า ควรมีค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นไม่เกิน 1.61 kW/Tr

ดังนั้นเครื่องปรับอากาศที่มีค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นสูงกว่าค่าที่กำหนดควรเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีค่าสัดส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) เบอร์ 5 หรือมีค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นเท่ากับ 1.13 kW/Tr ทำให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานลงได้

การวิเคราะห์การลงทุนพบว่า ควรดำเนินการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกลุ่มที่มีการใช้งาน 8 ชั่วโมง/วัน และ 245 วัน/ปี ซึ่งมีทั้งหมด 30 เครื่อง เป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง ที่มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพ

พลังงาน (EER) เบอร์ 5 โดยจะสามารถประหยัดพลังงานได้ 78,272.78 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 139,325 บาท/ปี มีระยะเวลาคืนทุน 7.78 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) เท่ากับ 14.50 %

6.2.2 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ โดยดำเนินการทำความสะอาดแผงอีวาพอเรเตอร์ แผงคอนเดนเซอร์ และแผ่นกรองอากาศของเครื่องปรับอากาศอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของแผงอีวาพอเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ

งานวิจัยของ จันทนา ญูขรรัตน์ และคณะ ซึ่งสนับสนุนทุนวิจัยโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พบว่า เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งาน 3 - 5 ปี ถ้ามีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ โดยดำเนินการทำความสะอาดแผงอีวาพอเรเตอร์ แผงคอนเดนเซอร์และแผ่นกรองอากาศของเครื่องปรับอากาศอย่างน้อยเดือนละครั้ง จะประหยัดพลังงานลงประมาณ 15 %⁽⁴⁾ แต่เนื่องจากผลการประหยัดพลังงานแนวทางนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพการใช้งาน สภาพแวดล้อม และผู้ผลิต เป็นต้น ดังนั้นการอ้างอิงผลการประหยัดพลังงาน จึงขออ้างอิงเฉพาะในการศึกษานี้เท่านั้น เนื่องจากต้องการทราบศักยภาพการประหยัดพลังงานในแนวทางนี้เบื้องต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการจัดการพลังงานตามวัตถุประสงค์การศึกษา ซึ่งหากต้องการข้อมูลอ้างอิงควรทำการศึกษาแล้วแต่กรณีไป

โดยการวิเคราะห์การลงทุนพบว่า ควรดำเนินการเครื่องปรับอากาศทั้งหมดทุกกลุ่ม ซึ่งจะสามารถประหยัดพลังงานได้ 138,485 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 246,504.12 บาท/ปี มีระยะเวลาคืนทุน 0.65 ปี

6.2.3 การปรับปรุงผนังของอาคาร เพื่อลดค่าความร้อนเข้าสู่อาคาร

จากการประเมินค่า OTTV ของผนัง

อาคารพบว่าอาคารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด 11 อาคาร ดังนั้นควรปรับปรุงผนังอาคารโดยการติดฟิล์มกรองแสงชนิด 3M รุ่น 12P ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด(Shading Coefficient;SC) 0.29 ที่กระจก จะทำให้ความร้อนที่เข้ามาในอาคารทางด้านกระจกลดลง และทำให้ค่า OTTV ของอาคารลดลงด้วย จากการวิเคราะห์การลงทุนพบว่า มีเพียง 3 อาคาร ที่ควรดำเนินการคือ อาคารกองบังคับการส่วนการศึกษา อาคารกองวิชากฎหมายและสังคมศาสตร์ และกองวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะประหยัดพลังงานได้ 25,518.11 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 45,421 บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุน 13.01 ปี อัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ 5.6%

6.3 ระบบแสงสว่าง ซึ่งมีทั้งหมด 4 แนวทาง คือ

6.3.1 เปลี่ยนโคมไฟแบบธรรมดาเป็นโคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง

ในการเปลี่ยนโคมไฟแบบธรรมดา เป็นโคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะเพิ่มค่าความสว่างของหลอดไฟได้เท่าตัว จึงสามารถลดจำนวนหลอดไฟลงได้ครึ่งหนึ่งต่อโคม ผลการวิเคราะห์การลงทุนพบว่า ควรดำเนินการเปลี่ยนโคมไฟแบบธรรมดา กลุ่มที่มีการใช้งาน 10 ชั่วโมง/วัน และ 245 วัน/ปี จะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุดคือ 3.32 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 591 โคม โดยสามารถประหยัดพลังงานได้ 77,663.34 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 138,241 บาท/ปี มีอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) 27.90 %

6.3.2 การลดจำนวนหลอดไฟฟ้าในบริเวณที่มีค่าการส่องสว่างสูงกว่าค่ามาตรฐาน IES (Illumination Engineer Society)

ในระบบแสงสว่างนั้นบริเวณต่างๆมีความต้องการความสว่างแตกต่างกัน แล้วแต่กิจกรรมที่ปฏิบัติในบริเวณนั้นๆ ซึ่งค่าการส่องสว่างที่เหมาะสมมีการแนะนำไว้ในมาตรฐาน IES (Illumination Engineer Society) ซึ่งเป็นมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมการส่องสว่างของสหรัฐอเมริกา ดังนั้นจึง

ควรปรับลดความสว่างของบริเวณที่มีค่าการส่องสว่างสูงกว่าค่ามาตรฐานลง เพราะเป็นการใช้พลังงานที่เปล่าประโยชน์

ผลการสำรวจจุดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่บริเวณต่างๆในอาคารพบว่า มีบางส่วนที่มีการติดตั้งใช้งานโคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูงอยู่แล้ว โดยใช้ร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 W หรือ ขนาด 36 W ซึ่งจากการตรวจวัดค่าการส่องสว่างบริเวณเหล่านี้พบว่า มีค่าการส่องสว่างค่อนข้างสูงกว่าค่ามาตรฐานมาก ดังนั้นควรลดจำนวนหลอดไฟในโคมไฟประสิทธิภาพการสะท้อนแสงสูงลงจำนวน 1 หลอดต่อโคม ซึ่งมีทั้งหมด 728 โคม จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 39,699.48 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 70,665 บาท/ปี โดยแนวทางนี้ไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

6.3.3 การเปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดลดกระแส
หลักการลดการสูญเสียต่ำ (Low Loss)

บัลลาสต์ชนิดการสูญเสียต่ำเป็นบัลลาสต์ชนิดหนึ่ง ที่แกนเหล็กทำจากวัสดุชนิดพิเศษ ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานประมาณ 2-3 W/ตัว^๕ ซึ่งน้อยกว่าแบบธรรมดา ดังนั้นหากเปลี่ยนไปใช้บัลลาสต์ชนิดนี้ก็จะสามารถประหยัดพลังงานในส่วนนี้ได้

การวิเคราะห์การลงทุนพบว่า ควรดำเนินการแนวทางนี้หลังดำเนินการแนวทางที่ 6.3.1 คือ เปลี่ยนโคมไฟธรรมดาเป็นโคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง และแนวทางที่ 6.3.2 คือการลดจำนวนหลอดไฟในบริเวณที่มีค่าการส่องสว่างสูง จะมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด โดยดำเนินการเปลี่ยนบัลลาสต์กลุ่มที่มีการใช้งาน 10 ชั่วโมง/วัน และ 245 วัน/ปี ซึ่งมีจำนวน 2,165 ตัว เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุดคือ 6.12 ปี โดยสามารถประหยัดพลังงานได้ 16,429.70 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 29,245 บาท/ปี ให้อัตราผลตอบแทนการลงทุน 19.20%

6.3.4 การเปลี่ยนหลอดไส้ (Incandescent Lamp) เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ที่มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายใน

หลอดไส้เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงต่ำมาก อายุการใช้งานสั้น ไฟฟ้าที่ป้อนให้กับหลอดจะถูกแปลงเป็นพลังงานความร้อนมากทำให้ไม่ประหยัดพลังงาน ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนไปใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ที่มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายใน หรือหลอดตะเกียบ ซึ่งประหยัดพลังงานได้มากกว่าโดยไม่ต้องเปลี่ยนโคมไฟเดิมสามารถใส่แทนได้เลย และยังมีอายุการใช้งานที่นานกว่า

จากการวิเคราะห์การลงทุนพบว่า ควรดำเนินการเปลี่ยนหลอดไส้กลุ่มที่มีการใช้งาน 10 ชั่วโมง/วัน และ 245 วัน/ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 31 หลอด มีระยะเวลาคืนทุน 3.29 ปี สามารถประหยัดพลังงานได้ 2,370.38 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 4,220 บาท/ปี ให้อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) 13.10 %

ดังนั้นซึ่งหากดำเนินการตามแนวทางการประหยัดพลังงานที่ได้นำเสนอไว้ทั้งหมด 9 แนวทาง จะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 394,198.79 kWh/ปี และลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานลงได้ 861,250 บาท/ปี หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานที่ลดลงเท่ากับ 17.82 % โดยใช้เงินลงทุนรวมทั้งหมด 2,674,759 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.10 ปี

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสภาพการใช้พลังงาน ของอาคารต่างๆของส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า พบว่าระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานมากที่สุด สาเหตุเกิดจากการขาดการบำรุงรักษา และเครื่องปรับอากาศส่วนมากมีประสิทธิภาพการทำความเย็นต่ำสิ้นเปลืองไฟฟ้ามาก แนวทางการแก้ไขคือ การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (EER เบอร์ 5) การทำความสะอาดแผงอีวาพอเรเตอร์ แผงคอนเดนเซอร์ และแผ่นกรองอากาศเครื่องปรับอากาศเดือนละ 1 ครั้ง

และการปรับปรุงค่า OTTV ของอาคารที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ในระบบแสงสว่างควรมีการเปลี่ยนไปใช้โคมไฟประสิทธิภาพการสะท้อนแสงสูง ลดความสว่างของ บริเวณที่มีความสว่างสูงกว่าค่ามาตรฐาน การเปลี่ยนไปใช้บัลลาสต์การสูญเสียต่ำ(Low Loss) และ การใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ และในด้านระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ควรย้ายโหลด ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีโหลดน้อยมารวมกันโดยย้าย โหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า Tr.No.7 มาไว้กับ หม้อแปลงไฟฟ้า Tr.No.5 และย้ายโหลดของ หม้อแปลงไฟฟ้า Tr.No.9 มาไว้กับหม้อแปลงไฟฟ้า Tr.No.8 ควรมีการควบคุมค่าความต้องการกำลัง ไฟฟ้าสูงสุด ทั้งนี้หากดำเนินการพร้อมกันทุก แนวทางจะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 394,198.79 kWh/ปี และลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานลงได้ 861,250 บาท/ปี หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายใน ด้านพลังงานที่ลดลงเท่ากับ 17.82 % โดยใช้เงิน ลงทุนรวมทั้งหมด 2,674,759 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.10 ปี

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

เนื่องจากระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้ พลังงานมากที่สุด และส่วนการศึกษา โรงเรียนนาย ร้อยพระจุลจอมเกล้ามีการคิดอัตราค่าไฟฟ้าแบบอัตรา ตามช่วงเวลการใช้ (TOU rate) ซึ่งในช่วงกลางวันมี อัตราค่าไฟฟ้าที่ถูกกว่าช่วงกลางคืน ดังนั้นในขั้นต่อ ไปควรพิจารณาศึกษาติดตั้งระบบทำความเย็นแบบ

เก็บกักความเย็น (Ice Storage System) ในอาคาร ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศมากๆ โดยระบบจะทำ น้ำแข็งในช่วงกลางคืน แล้วนำมาใช้ทำความเย็นใน ช่วงกลางวัน จึงทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าในส่วนนี้ได้ หรือปรับปรุงโดยย้ายช่วงเวลาการเรียนการสอนบาง ส่วนไว้ในเวลากลางคืน เพื่อให้มีความสมดุลของ การใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งวัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พลตรี ศ. สมชาย สิงห์โต และพันโท ผศ. อโนทัย สุขแสงพนมรุ่ง อาจารย์ ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการ ดำเนินการวิจัย

ขอขอบพระคุณ พันเอก สุภโชค สัมปัตตะวนิช ผู้อำนวยการกองวิศวกรรมเครื่องกล ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการดำเนินการและเครื่องมือวัดที่ใช้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่กองวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่านที่ อำนวยความสะดวกในเรื่องข้อมูล และความร่วมมือ ในการสนับสนุนดำเนินการวิจัย

สุดท้ายขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กอง ยุทธโยธา ส่วนบริการ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอม เก้า ที่อำนวยความสะดวกในด้านข้อมูลอาคาร และระบบไฟฟ้า และบุคลากรในส่วนการศึกษาทุก ท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือในการสนับสนุนการ วิจัยในครั้งนี้ตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้านครหลวง. อัตราค่าไฟฟ้า. กรุงเทพฯ, 2540
- [2] เกษร เพชรราช. การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าใน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมพลังงาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2539.
- [3] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานฯ. พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545.
- [4] จันทนา ญูชรรัตน์, บรรพต ประภาศิริ. รายการวิจัย ฉบับสมบูรณ์เรื่อง ศักยภาพการประหยัดพลังงานของ เครื่องปรับอากาศ โดยใช้มาตรการด้านการบำรุงรักษาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545.
- [5] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. การออกแบบระบบแสงสว่าง. สำนักพิมพ์แสงมิตรกรุ๊ป. กรุงเทพฯ, 2545.