

การศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ซิกซ์ ซิกม่า

The Study of Electricity Savings with Six Sigma Quality Control Standards

พิทธินันท์ สมไชยวงศ์¹ นิติพงษ์ สมไชยวงศ์^{2*} สมพงษ์ กุลแล³ และ วุฒิชัย คิตดี⁴

Patthinan Somchaiwong¹ Nitipong Somchaiwong^{2*} Sompong Kunlae³ and Wuttichai Khitdee⁴

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษามาตรการประหยัดพลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย โดยใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma) จากการศึกษาข้อมูล และสภาพปัญหาพบว่าพลังงานไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง จึงเป็นสาเหตุให้มีการศึกษามาตรการประหยัดพลังงาน โดยทำการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องตัวอย่าง 5 ห้อง ซึ่งประกอบไปด้วยห้องพักอาจารย์(ห้องพักรวม), ห้องพักอาจารย์(ห้องพักเดี่ยว) และห้องเรียน(3 ห้อง) ทำการวิเคราะห์หาการใช้พลังงานไฟฟ้าตามขั้นตอนของมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ซิกซ์ ซิกม่า ด้วยการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการปัจจุบัน(ก่อนปรับปรุง) และการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทดลอง(หลังปรับปรุง) ทำการปรับปรุงกระบวนการตาม ซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน คือ 1. การกำหนดปัญหา 2. การวัดประสิทธิภาพ 3. การวิเคราะห์ 4. การปรับปรุง 5. การควบคุม ผลที่ได้จากการตรวจวัด และวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าปัจจุบัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 92.38KWh และหลังจากการปรับปรุงกระบวนการ สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เหลือ 77.77KWh สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 14.61KWh ลดลงร้อยละ 16 คิดเป็นเงินต่อเดือน 8,268.53 บาท ซึ่งกระบวนการที่มีผลต่อการลดลงของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าคือ กระบวนการที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

คำสำคัญ: มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ซิกซ์ ซิกม่า การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

*Corresponding Author email: nitipongs@gmail.com

¹ อาจารย์ประจำสาขาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

³ นิสิตระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

⁴ นิสิตระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย



Abstract

This article presents the study of energy saving measures of electrical engineering buildings, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Rai. This study used Six Sigma quality control standards. The studied data and the problematic conditions found that electricity cost was relatively high. Therefore, the energy saving measures were studied by recording electrical energy in five sample rooms, including Instructor room (lounge and personal offices) and classrooms (3 rooms). Data was analyzed for electrical energy usage in accordance with the Six Sigma quality control procedures by measuring the efficiency of the current process and improving the efficiency of the experiment (after adjustment). The Six Sigma improvement process were (1) define, (2) measure, (3) analysis, (4) improve and (5) control. Measurement results and the current electricity consumption analyzed revealed that the electric power consumption was 92.38 KWh and after the improvement process could reduce the amount of electricity consumed to 77.77 KWh. This could save energy about 14.61 KWh or 16% which cost 8,268.53 baht per month. The processes that affect the reduction of electricity consumption were processes No.4 and No 5, respectively.

Keywords: Six Sigma Quality Control standards, Statistical Quality Control, Electricity Savings

บทนำ

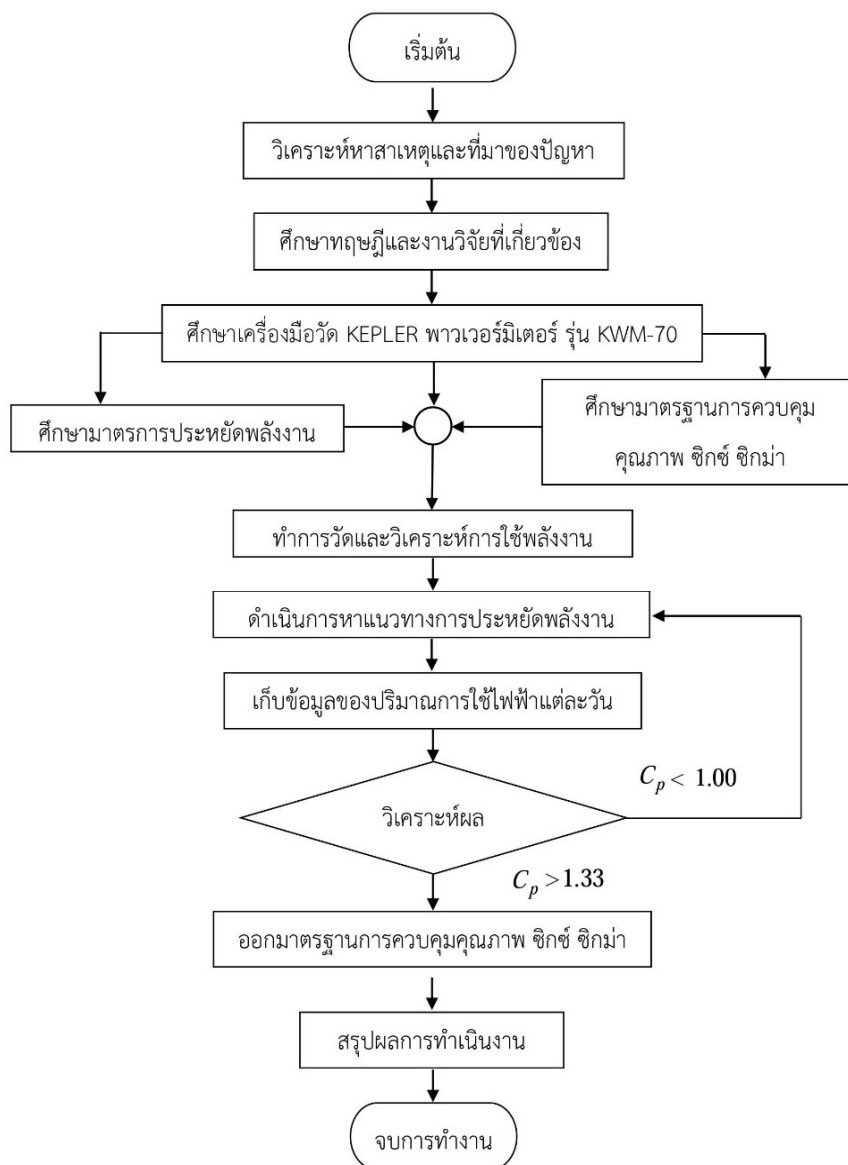
พลังงานไฟฟ้า นับเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นด้านระบบแสงสว่างระบบเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ ทั้งหมดนี้ล้วนแต่ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าในการทำงานทั้งสิ้น ซึ่งในปัจจุบันอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง อันเนื่องมาจาก การเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งเอาไว้การเปิดหลอดไฟที่ไม่ได้ใช้งานไปจนถึงการไม่ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้า กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน มีนโยบายการใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า โดยการสร้างค่านิยมและจิตใต้สำนึกในการใช้พลังงานไม่ว่าจะเป็นการเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ กัลยา วรณสวัสดิ์ อิศราภรณ์ หนูผล และเนตรดาว ชัยเขต (2559) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการลงทุนในต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันและการตรวจสอบกับต้นทุนคุณภาพด้านความเสียหายทั้งภายในและภายนอก พบว่าระดับการลงทุนในต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกัน และการตรวจสอบที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการลดลงของต้นทุนคุณภาพชลวิทย์ เผือกผาสูก (2554) ได้ทำการศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารแบบบูรณาการของอาคารกรมการกงสุล ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 659,097.88 KWh/ปี คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัด 2,161,841.05 บาท/ปี นนทธรณัฐ ศรีกุลวงศ์ (2554) ได้ทำการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสำนักงานอาคารธนาคารธนชาต สาขาขอนแก่น ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 9,550 KWh/ปี คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัด 25,739 บาท/ปี ธนากร คุ่มภัย (2558) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับสถานศึกษา อาคารเรียนรวม 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 5,251.13 KWh/ปี คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัด 23,210 บาท/ปี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิคม่า ทำการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องตัวอย่าง 5 ห้อง ประกอบด้วยห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม), ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักเดี่ยว) และห้องเรียน (3 ห้อง) โดยทำการวิเคราะห์หาการใช้พลังงานไฟฟ้า ตามขั้นตอนของมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิคม่า ด้วยการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการปัจจุบัน(ก่อนปรับปรุง) และการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทดลอง(หลังปรับปรุง) เพื่อหาดัชนีความสามารถของกระบวนการ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการนำมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิคม่าปรับใช้กับมาตรการประหยัดพลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ทบทวนวรรณกรรม

หลักการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า หาได้จากปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละเดือน โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด จะใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด และขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสามารถคำนวณหาได้ โดยมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ดังสมการที่ 1

$$W = Pt \quad (1)$$

เมื่อ

W	คือ	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า
P	คือ	กำลังไฟฟ้าที่ใช้
t	คือ	ชั่วโมงการใช้งาน

การพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดจำเป็นต้องเข้าใจว่าตัวประกอบโหลด (Load Factor) ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยคำนวณ ดังสมการที่ 2

$$\frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดต่อเดือน}}{\text{กิโลวัตต์สูงสุด} \times \text{จำนวนชั่วโมงในเดือนนั้น}} \text{ ลด} = \times 100 \% \quad (2)$$

กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ สัญลักษณ์ (W) คือ กำลังไฟฟ้าจริงที่ต้องการใช้ไปในการทำให้เกิดเป็นพลังงานรูปต่างๆ เช่น พลังงานแสงสว่าง พลังงานความร้อน พลังงานกล เป็นต้น ดังสมการที่ 3 และ 4

$$\text{ระบบไฟฟ้า 1- เฟส} \quad P = VI \cos \theta \quad (3)$$

$$\text{ระบบไฟฟ้า 3 - เฟส} \quad P = \sqrt{3}VI \cos \theta \quad (4)$$

เมื่อ

P	คือ	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
V	คือ	แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)
I	คือ	กระแสไฟฟ้า (แอมป์)
$\cos \theta$	คือ	ค่า Power Factor

ทฤษฎีมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิคม่า

ณัฐพันธ์ เขจรนันท์ และคณะ. (2545) ให้ความหมาย ชิกซ์ ชิคม่า เป็นเครื่องมือ และแนวคิดในการควบคุมคุณภาพ และปรับปรุงประสิทธิภาพในองค์กรเพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆ ให้เหลือน้อยที่สุดโดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อแก้ไขปัญหา และพัฒนากระบวนการรวมทั้งลดผลกระทบและค่าใช้จ่าย มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิคม่า สามารถแบ่งออกได้ 2 ลักษณะได้แก่ การวัดประสิทธิภาพของกระบวนการปัจจุบัน และการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทดลอง ซึ่ง ชิกซ์ ชิคม่า สำหรับการปรับปรุงกระบวนการมี 5 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดปัญหา (Define)
2. การวัดประสิทธิภาพ (Measure)
3. การวิเคราะห์ (Analyze)
4. การปรับปรุง (Improve)
5. การควบคุม (Control)

ทฤษฎีการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ

การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบหรือกระบวนการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงตลอดจนการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ ดังนั้นค่าเฉลี่ยที่จุดกึ่งกลางของการกระจายตัว คือค่าที่ต้องการ ส่วนซิกม่า คือหนึ่งช่วงของความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่วัดจากจุดกึ่งกลาง และจะมีขอบเขตของการยอมรับได้อยู่ 2 ส่วน คือ ขอบเขตจำกัดบน (Upper Control Limitation) และขอบเขตจำกัดล่าง (Lower Control Limitation) ซึ่งในนิยามของซิกซ์ซิกม่า ถ้าขอบเขตบน และล่างอยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเป็นระยะ 3 ซิกม่า ก็จะเรียกว่าระดับ 3 ซิกม่า (3Sigma Level) แต่ถ้าเป็นระยะ 4 ซิกม่า ก็จะเรียกว่า ระดับ 4 ซิกม่า (4Sigma Level) ในแต่ละระดับจะให้ค่าดังนี้

- 1σ มีค่าการยอมรับ เท่ากับ 68.27 %
- 2σ มีค่าการยอมรับ เท่ากับ 95.45 %
- 3σ มีค่าการยอมรับ เท่ากับ 99.73 %
- 4σ มีค่าการยอมรับ เท่ากับ 99.9937 %
- 5σ มีค่าการยอมรับ เท่ากับ 99.999943 %
- 6σ มีค่าการยอมรับ เท่ากับ 99.9999996 %

สูตรในการคำนวณเส้นขีดควบคุมขีดจำกัดบนและล่าง ดังสมการที่ 5 และ 6

$$UCL = \bar{\bar{X}} + z\sigma_{\bar{X}} \quad (5)$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - z\sigma_{\bar{X}} \quad (6)$$

เมื่อ

$$\bar{\bar{X}} = \text{ค่าเฉลี่ยของกระบวนการ} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_n}{K}$$

$$\sigma = \text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ}$$

$$K = \text{กลุ่มตัวอย่าง}$$

$$n = \text{ขนาดตัวอย่าง}$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง} = \sigma / \sqrt{K}$$

จากภาพที่ 1 วิธีการดำเนินงาน ทำการเก็บค่าเชิงเอกสาร และเก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการโดยการเก็บค่ากระแสไฟฟ้านำมาหาค่าพลังงานไฟฟ้า โดยจำแนกกลุ่มตัวอย่างจากพฤติกรรมการใช้พลังงาน และใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ซิกซ์ ซิกม่า สำหรับการปรับปรุงกระบวนการ 5 ขั้นตอน นำกระบวนการทางสถิติหาค่าความสามารถของกระบวนการ นำมาวิเคราะห์ผลเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้ได้ค่าที่เหมาะสม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารทั้งที่เป็นของสถาบันการศึกษา อาคารสำนักงาน และโรงพยาบาล สรุปได้ดังนี้

ชัชชัย จันทะสีลา (2549) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับสถานพยาบาล กรณีศึกษาอาคารสิรินธร โรงพยาบาลขอนแก่น การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าและหาค่าดัชนี การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสิรินธรโรงพยาบาลขอนแก่น เพื่อนำผลการวิจัยเสนอแนะเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า การเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ได้แก่ แผนผังของอาคารแบบแปลนระบบไฟฟ้า แบบแปลนอาคาร ใบเสร็จค่าพลังงานไฟฟ้า ข้อมูลบางอย่างได้จากการสำรวจได้แก่ ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และเก็บข้อมูลโดยการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า โดยวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ เพื่อหาค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารและในระบบต่างๆ ตลอดจนการประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากผลการศึกษา พบว่า อาคารสิรินธร โรงพยาบาลขอนแก่นจะมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกัน คือเป็นอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยม ใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างการใช้พลังงานในอาคารส่วนใหญ่ใช้ในระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศสาเหตุของการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุที่อุปกรณ์ไฟฟ้าขาดการบำรุงรักษา การติดตั้งโคมไฟฟ้ามักเกินความจำเป็น ค่าความส่องสว่างในบางพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดการใช้อุปกรณ์ที่ไม่มี ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน และอุปกรณ์ไฟฟ้ามีระยะเวลาในการทำงานมากเกินความจำเป็น ดังนั้น จึงได้เสนอมาตรการดังนี้ปลดหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 96,540.8 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 178,600.48 บาท/ปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการทำความสะอาดและบำรุงรักษาอุปกรณ์ โดยวิธีการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 38,525.10 kWh/ปี และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 71,271.44 บาท/ปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์ชนิดประหยัดพลังงาน คือการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 88,280.3 kWh/ปี และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 163,318.5 บาท/ปี ส่วนการใช้เทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์แทนเทอร์โมสแตทแบบธรรมดาจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 35,345 kWh/ปี และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 8,500.45 บาท/ปี และเสนอแนะให้ใช้มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้ Time Switch ควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 9,768.35 kWh/ปี และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 18,071.45 บาท/ปี

ชลวิทย์ เผือกผาสุก (2554) ได้ทำการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารแบบบูรณาการของอาคารกรมการกงสุล การศึกษานี้เป็นการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารกรมการกงสุล ซึ่งมีเวลาทำการของอาคารตั้งแต่วันจันทร์ - วันศุกร์ เวลา 08.00-17.00 น. การศึกษามุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดสถานที่ตั้ง ชนิด ขนาด และชั่วโมงการใช้งานของเครื่องจักรเพื่อเป็นฐานข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อหาแนวทางการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยการวิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง และวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนในแต่ละมาตรการที่กำหนด ผลการศึกษานี้ในปี พ.ศ. 2553 พบว่าอาคารมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 3,337,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปีคิดเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 10,953,858.06 บาทต่อปี มีสัดส่วนการใช้พลังงานหลักอยู่ที่ระบบปรับอากาศ ร้อยละ 51.63 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ร้อยละ 11.92 และ

ระบบอื่น ๆ ร้อยละ 36.44 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร ทั้งนี้ได้กำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานรวม 6 มาตรการ ได้แก่ มาตรการปรับปรุงค่าสมรรถนะการทำความเย็น มาตรการการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำความเย็น มาตรการการลดชั่วโมงการทำงานของปั้มน้ำในระบบปรับอากาศและหอผึ่งน้ำ มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น มาตรการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T8 เป็น T5 และมาตรการเปลี่ยนหลอดโซเดียมความดันสูงเป็นหลอดคอมแพกฟลูออเรสเซนต์ รวมผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าทุกมาตรการเท่ากับ 659,097.88 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปีคิดเป็นเงิน 2,161,841.05 บาทต่อปี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าอาคารส่วนใหญ่จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศในปริมาณที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ดังนั้นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าจึงมีการพิจารณามาตรการที่จะประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศเป็นหลัก โดยใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ซิกซ์ ซิกม่า ควบคู่กับการใช้มาตรการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษาอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทำโครงการ การวิเคราะห์จากการสำรวจอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย มีจำนวนห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม) ทั้งหมด 3 ห้อง, ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักเดี่ยว) 7 ห้อง และห้องเรียน 11 ห้อง วันทำการวันจันทร์ ถึงวันศุกร์ รวม 5 วัน ช่วงเวลาทำการ ตั้งแต่ 8.00 น – 17.00 น โดยชั่วโมงเฉลี่ยในการใช้งานและการเรียนการสอนแต่ละพื้นที่ 7 ชั่วโมง/วัน ทางกลุ่มวิจัย จึงได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 5 กลุ่มตัวอย่าง ที่มีการใช้งานบ่อยที่สุด ซึ่งดูจากตารางการใช้ห้องของอาจารย์ และนักศึกษา เพื่อทำการวัด และวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การเจาะจงกลุ่มตัวอย่างห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม, ห้องพักเดี่ยว)

ห้องพักอาจารย์	จำนวนห้อง	วันใช้งาน (วัน)	เจาะจงกลุ่มตัวอย่าง
ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม)	3	5	1
ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักเดี่ยว)	11	5	1
รวม	14	10	2

ตารางที่ 2 การเจาะจงกลุ่มตัวอย่างห้องเรียน

ห้องเรียน	ความถี่ในการใช้งาน (ครั้ง/สัปดาห์)	เจาะจงกลุ่มตัวอย่าง
ห้องเรียน 1	9	1
ห้องเรียน 2	3	
ห้องเรียน 3	5	
ห้องเรียน 4	6	
ห้องเรียน 5	5	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ห้องเรียน	ความถี่ในการใช้งาน (ครั้ง/สัปดาห์)	เจาะจงกลุ่มตัวอย่าง
ห้องเรียน 6	6	
ห้องเรียน 7	9	1
ห้องเรียน 8	6	
ห้องเรียน 9	7	1
ห้องเรียน 10	5	
ห้องเรียน 11	4	
รวม	65	3

จากตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 ทางกลุ่มวิจัยจึงได้กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 5 กลุ่มตัวอย่าง ที่มีการใช้งานบ่อยที่สุด คือ ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม) จำนวน 1 ห้อง ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักเดี่ยว) จำนวน 1 ห้อง และห้องเรียนจำนวน 3 ห้อง

การประยุกต์ใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิคม่า

การศึกษามาตรการประหยัดพลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย โดยใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิคม่า สำหรับการปรับปรุงกระบวนการมี 5 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การประยุกต์ใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิคม่า

ขั้นตอน	วิธีการ
1. การกำหนดปัญหา (Define) การกำหนดปัญหาและเป้าหมายอย่างชัดเจนว่าอะไร ส่วนไหน ที่จำเป็นต้องปรับปรุงและจะปรับปรุงให้ถึงระดับใด	1.1. ห้องพักอาจารย์ - การเปิด - ปิด เครื่องปรับอากาศไม่เป็นเวลา - ไม่ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 - 26 องศาเซลเซียส - ไม่ปิดไฟ ปิดเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นในช่วง 12:00 - 13:00 น - เปิดหลอดไฟบริเวณที่ไม่มีคนอยู่ 1.2. ห้องเรียน - การเปิด - ปิด เครื่องปรับอากาศไม่เป็นเวลา - ไม่ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 - 26 องศาเซลเซียส - เปิดหลอดไฟบริเวณที่ไม่มีคนอยู่

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการ
2. การวัดประสิทธิภาพ (Measure) เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้เข้าใจสภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน ต้องมีความเข้าใจว่าจะวัดอะไร วัดอย่างไร วัดที่ไหน เมื่อไหร่ จึงจะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ หลังจากที่ได้กำหนดประเด็นปัญหาไว้อย่างชัดเจน	- สํารวจเวลาการใช้งาน - สํารวจอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าว่ามีจำนวนเท่าไร มีอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอะไรบ้าง - สํารวจพฤติกรรมการใช้ - ตรวจวัดและเก็บค่าพลังงานไฟฟ้าของการใช้ในปัจจุบัน
3. การวิเคราะห์ (Analyze) เป็นการเอาข้อมูลมาวิเคราะห์ (จากข้อมูลที่วัดมาได้) เพื่อหาสาเหตุของปัญหาในการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการสูญเสียที่ไม่จำเป็น ในขั้นตอนนี้ถือว่าสำคัญมากเพราะถ้าหาตัวแปรไม่เจอ หรือหาผิดก็ไม่อาจจะปรับปรุง หรือปรับปรุงผิด	- วิเคราะห์หาต้นตอของปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการสูญเสียที่ไม่จำเป็น คือ การเปิด - ปิดเครื่องปรับอากาศไม่เป็นเวลาไม่ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 - 26 องศาเซลเซียสไม่ปิดไฟ ปิดเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นในช่วง 12:00 - 13:00 น. เปิดหลอดไฟบริเวณที่ไม่มีคนอยู่
4. การปรับปรุง (Improve) หลังจากที่เราจับตัวแปรที่มีผลมาก ๆ หรือสำคัญ ๆ ได้แล้ว เราก็ลงมือแก้ไข/ปรับปรุง เพื่อขจัดสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ เพื่อขจัดหรือควบคุมตัวแปรที่วิเคราะห์ได้	- สร้างมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า - ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า - ตรวจเช็คพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปตามมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าหรือไม่
5. การควบคุม (Control) เป็นการพยายามที่จะควบคุมรักษาระดับสมรรถนะของกระบวนการที่ได้รับการปรับปรุงแล้วให้คงอยู่ในระดับที่น่าพอใจตลอดไป	- ตรวจเช็คพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า - เก็บค่าและตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าหลังจากทำมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

การสร้างมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงรายจากปัญหาที่พบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าผู้ใช้อย่างไม่ค่อยจะเห็นถึงความสำคัญในการช่วยกันประหยัดพลังงานเท่าที่ควร จึงได้สร้างมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าขึ้นมาเพื่อให้อาจารย์ และนักศึกษากับการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสร้างมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

การใช้ไฟฟ้าระบบ แสงสว่าง	- ปิดสวิตช์ไฟ และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อเลิกใช้งาน - เปิดเฉพาะจุดที่เห็นว่ามีแสงสว่างไม่เพียงพอ หรือเปิดเฉพาะในส่วนที่จำเป็น - ปิดไฟฟ้าแสงสว่างในเวลาพักกลางวัน (12.00– 13.00 น.) หรือ เมื่อไม่มีคนอยู่และเลิกงาน
การใช้ไฟฟ้าระบบ เครื่องปรับอากาศ	- ไม่จำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเริ่มงานและควรปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกใช้งานเล็กน้อย (09.00 - 11.30 น.) และ (13.30 - 16.30 น.) - ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25– 26 องศาเซลเซียส - ปิดเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลา (12.00 – 13.00 น.) - ปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่จะไม่อยู่ในห้องเกิน 1 ชั่วโมงสำหรับเครื่องปรับอากาศทั่วไปและ 30 นาที สำหรับเครื่องปรับอากาศ เบอร์ 5
การใช้ไฟฟ้าระบบ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ	- ปิดและถอดปลั๊กไฟเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อไม่จำเป็นหรือเมื่อเลิกใช้งานแล้ว เช่น โทรทัศน์ พัดลม กระติกน้ำร้อน คอมพิวเตอร์ - ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ และอุปกรณ์ต่อพ่วง พร้อมถอดปลั๊กออกเมื่อไม่มีการใช้งานเกิน 30 นาที หรือเลิกงานและช่วงเวลา (12.00 - 13.00 น.)

ดัชนีความสามารถของกระบวนการ

ความสามารถของกระบวนการเป็นการวิเคราะห์คุณภาพและประสิทธิภาพของกระบวนการจะมีความสามารถหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับค่าตัวเลขที่ได้จากขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง และการใช้ค่า 3σ ภายใต้การหาจากค่า $\bar{X}$ ที่เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการ และ σ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณความสามารถของกระบวนการ (process capability, C_p) ดังสมการที่ 7

$$C_p = \frac{UCL - LCL}{3\sigma} \quad (7)$$

เมื่อ

UCL คือ ขอบเขตจำกัดบน (Upper Control Limitation)

LCL คือ ขอบเขตจำกัดล่าง (Lower Control Limitation)

ค่า C_p ที่ระดับ 3 ซิกม่าจะอยู่ที่ 1.33 ถือว่าเป็นกระบวนการที่ดี นอกจากดัชนีความสามารถของกระบวนการเป็นการวัดค่าขีดความสามารถของกระบวนการ เรียกว่าอัตราส่วนความสามารถ (capability ratio) ดังสมการที่ 8

$$C_R = \frac{1}{C_p} \times 100 \quad (8)$$

เมื่อ

C_R คือ อัตราส่วนความสามารถ

การวัดค่าอัตราส่วนความสามารถของกระบวนการ สามารถหาค่าอัตราส่วนความสามารถ(capability ratio, C_R) ได้ดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงค่า C_R ที่ได้จากการวัดค่า C_p

ค่า C_p	ค่า C_R (%)
1.00	100
1.33	75
1.67	59
2.00	50

$C_p > 1.33$ คือ กระบวนการมีความสามารถ

$C_p = 1.00 - 1.33$ คือ มีความสามารถแต่ต้องเฝ้าระวังเพราะมีค่าใกล้กับ 1.00

$C_p < 1.00$ คือ กระบวนการไม่มีความสามารถ

ผลการวิจัย

จากการสำรวจอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย มีจำนวนห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม) ทั้งหมด 3 ห้องห้องพักอาจารย์ (ห้องพักเดี่ยว) 7 ห้อง และห้องเรียน 11 ห้อง วันทำการวันจันทร์ ถึงวันศุกร์ รวม 5 วัน ช่วงเวลาทำการตั้งแต่ 8.00 น – 17.00 น โดยชั่วโมงเฉลี่ยในการใช้งานและการเรียนการสอนแต่ละพื้นที่ 7 ชั่วโมง/วัน ทางกลุ่มวิจัยจึงได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 5 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีการใช้งานบ่อยที่สุด เพื่อทำการวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า และพฤติกรรมการใช้โดยใช้ พาวเวอร์มิเตอร์ ยี่ห้อ KEPLER รุ่น KWM-70 ในการวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตามพื้นที่ในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

พื้นที่ใช้งาน	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ (ก่อนปรับปรุง)						$\bar{X}$ ค่าเฉลี่ย
	วัน						
	จันทร์ (KWh)	อังคาร (KWh)	พุธ (KWh)	พฤหัสบดี (KWh)	ศุกร์ (KWh)	รวม (KWh)	
1. ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม)	6.21	5.03	5.54	5.27	3.99	26.04	5.21
2.ห้องพักอาจารย์ (ห้องเดี่ยว)	3.55	4.06	0.38	3.95	4.81	16.75	3.35
3.ห้องเรียน 1	5.17	4.72	-	5.06	-	14.95	4.98
4.ห้องเรียน 2	3.75	0.9	1.21	2.16	2.71	10.73	2.15
5. ห้องเรียน 3	8.6	4.48	5.1	5.73	-	23.91	5.97
รวม						92.38	21.66

จากผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ใช้งานตามตารางที่ 6 จะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าปัจจุบัน (ก่อนปรับปรุง) ดังนั้นการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบหรือกระบวนการ เพื่อที่จะนำ $\bar{\bar{X}}$ ผลรวมมาสร้างในผังควบคุมโดยใช้ขีดจำกัด 3 ซิกม่า จากการคำนวณดังนี้

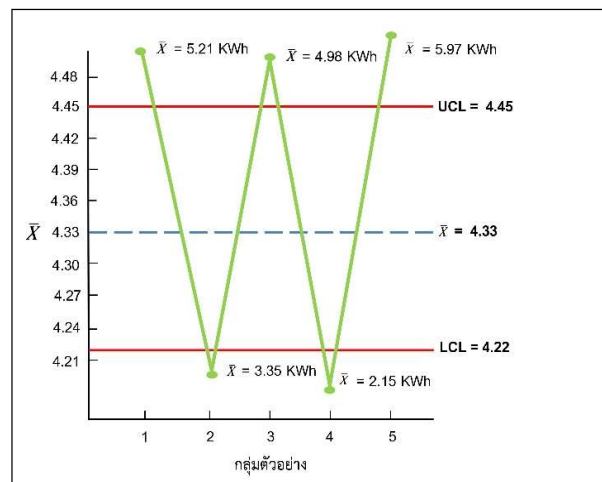
$$\bar{\bar{X}} = \frac{21.66}{5} = 4.33$$

เส้นขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง

$$UCL = \bar{\bar{X}} + z\sigma_{\bar{x}} = 4.33 + 3\left(\frac{.08}{\sqrt{5}}\right) = 4.45$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - z\sigma_{\bar{x}} = 4.33 - 3\left(\frac{.08}{\sqrt{5}}\right) = 4.22$$

จากการคำนวณจะมาสร้างในแผนภูมิควบคุมกระบวนการแสดงดังภาพที่ 2



1. ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม)
2. ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักเดี่ยว)
3. ห้องเรียน 1
4. ห้องเรียน 2
5. ห้องเรียน 3

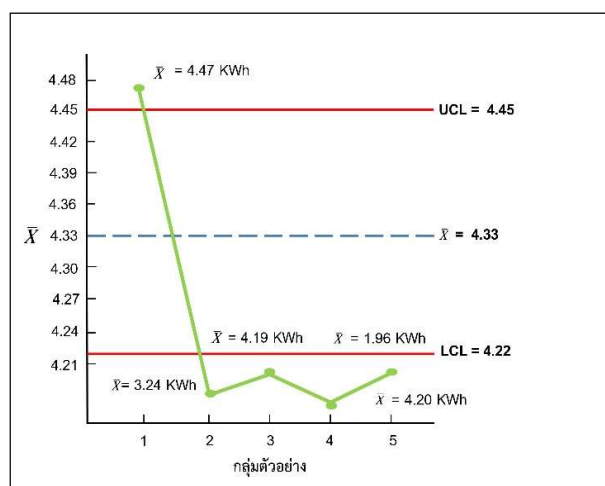
ภาพที่ 2 กราฟแสดงเส้นแผนภูมิควบคุมกระบวนการขีดจำกัดบนและล่างของการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการปัจจุบัน

จากภาพที่ 2 แสดงการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการปัจจุบัน (ก่อนปรับปรุง) โดยใช้การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ เมื่อค่าเฉลี่ยที่จุดกึ่งกลางเท่ากับ 4.33 ก็คือค่าที่ต้องการของส่วนซิกม่าคือหนึ่งช่วงของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการคือ 0.08 และมีขอบเขตควบคุมอยู่ 2 ส่วนคือขอบเขตจำกัดบนเท่ากับ 4.45 และขอบเขตจำกัดล่างเท่ากับ 4.22 ซึ่งจะพิจารณาแค่ขอบเขตจำกัดบนจะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่าง 1, 3 และ 5 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูง

ตารางที่ 7 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตามพื้นที่ในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

พื้นที่ใช้งาน	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ (หลังปรับปรุง)						$\bar{X}$ ค่าเฉลี่ย
	วัน						
	จันทร์ (KWh)	อังคาร (KWh)	พุธ (KWh)	พฤหัสบดี (KWh)	ศุกร์ (KWh)	รวม (KWh)	
1.ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม)	4.45	5.64	3.82	4.72	3.73	22.36	4.47
2.ห้องพักอาจารย์ (ห้องเดี่ยว)	3.86	3.87	0.35	3.8	4.31	16.19	3.24
3.ห้องเรียน 1	3.66	4.22	-	4.71	-	12.59	4.19
4.ห้องเรียน 2	4.02	0.93	1.21	1.46	2.2	9.82	1.96
5.ห้องเรียน 3	8.18	1.7	2.09	4.84	-	16.81	4.20
รวม						77.77	18.06

จากผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ใช้งานตามตารางที่ 7 จะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้า (หลังปรับปรุง) ดังนั้นการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบหรือกระบวนการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงลดจนการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติเป็นไปดังภาพที่ 3

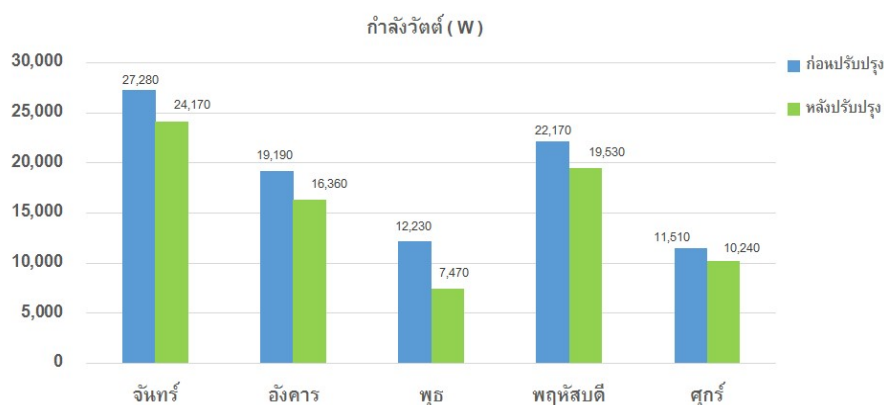


1. ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักรวม)
2. ห้องพักอาจารย์ (ห้องพักเดี่ยว)
3. ห้องเรียน 1
4. ห้องเรียน 2
5. ห้องเรียน 3

ภาพที่ 3 กราฟแสดงเส้นแผนภูมิควบคุมกระบวนการขีดจำกัดบนและล่างของการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทดลอง

จากภาพที่ 3 แสดงการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทดลอง (หลังปรับปรุง) หลังจากสร้างมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและขอความร่วมมือในการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลที่ได้จะเห็นได้ว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่มมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

ดังนั้นจากตารางที่ 6 และ 7 จะเป็นปริมาณการใช้ในแต่ละวันของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่มรวมกันแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบวันและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง

จากภาพที่ 4 กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการปัจจุบัน (ก่อนปรับปรุง) เท่ากับ 92.38 KWh และการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทดลอง (หลังปรับปรุง) เท่ากับ 77.77 KWh ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่มรวมกัน โดยมีวันทำการวันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยชั่วโมงเฉลี่ยในการใช้งานและการเรียนการสอนแต่ละพื้นที่ 7 ชั่วโมง/วัน โดยจากกราฟสรุปได้ว่าการสร้างมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามีผลต่อกระบวนการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและวิธีการใช้ของอาจารย์และนักศึกษาซึ่งผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 16 % หรือประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เดือนละ 14.61 KWh หรือคิดเป็นเงินต่อเดือน 8,268.53 บาท ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

มาตรการ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า		ผลต่าง (%)	ประหยัดพลังงานไฟฟ้า (KWh)	ชั่วโมงใช้งาน (hour/day)	หน่วย	ผลประหยัด
	ก่อนปรับปรุง (KWh)	หลังปรับปรุง (KWh)				ยูนิต	
การประหยัดพลังงานไฟฟ้า	92.38	77.77	16%	14.61	7	102.27	8,268.53

อภิปรายผล

ผลการศึกษามาตรการประหยัดพลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า โดยใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิกม่า จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและสภาพปัญหาในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าพบว่า ผู้ใช้ยังไม่ค่อยเห็นถึงความสำคัญในการประหยัดพลังงานเท่าที่ควร โดยเห็นได้จากการที่ใช้พลังงานไฟฟ้า คือ การเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งเอาไว้ การเปิดหลอดไฟที่ไม่ได้ใช้งาน ไปจนถึงการไม่ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้า ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น ทำให้มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง ดังนั้นการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ หรือกระบวนการเพื่อที่จะนำค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มมาสร้างในผังควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3 ผลที่ได้ตามตารางที่ 6 จะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 5 กลุ่ม มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากถึง 92.38KWh และตามตารางที่ 7 หลังจากการสร้างมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและขอความร่วมมือในการใช้ ทำให้มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงถึง 77.77KWh ซึ่งทำให้เห็นว่าการประหยัดพลังงานให้ได้ผลนั้นจะต้องประกอบไปด้วยปัจจัยหลายอย่าง ทั้งทางด้านพฤติกรรมการใช้ การร่วมมือจากทุกฝ่ายในองค์กร

นอกจากนี้ได้ทำการทดลองเพิ่มเติมโดยใช้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิกม่า ที่ระดับ 4 ชิกม่า และเปรียบเทียบกับกรอบแบบเดิมของมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ชิกซ์ ชิกม่า ที่ระดับ 3 ชิกม่า ตามภาพที่ 2 และ 3 ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยที่จุดกึ่งกลางเท่ากับ 4.33 ก็คือค่าที่ต้องการของส่วนชิกม่าคือหนึ่งช่วงของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการคือ 0.08 และมีขอบเขตควบคุมอยู่ 2 ส่วน คือขอบเขตจำกัดบนเท่ากับ 4.45 และขอบเขตจำกัดล่างเท่ากับ 4.22 แต่เมื่อนำระดับ 4 ชิกม่า เข้ามาควบคุมคุณภาพโดยทำการทดลองซ้ำและตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าและติดตามพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าถี่มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระดับ 3 ชิกม่า และระดับ 4 ชิกม่า ปรากฏว่าไม่ต่างกันเนื่องจากขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการใช้และความร่วมมือ

ผลจากการวัดและวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่าง มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม 92.38KWh ต่อ 1 สัปดาห์ หลังจากการสร้างมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และขอความร่วมมือในการใช้ ทำให้มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 77.77KWh ซึ่งผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 16% หรือประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เดือนละ 14.61KWh หรือคิดเป็นเงินต่อเดือน 8,268.53 บาท จากการใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติมาควบคุมกระบวนการใช้พลังงานไฟฟ้าสรุปได้ว่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ ค่า C_p ที่ระดับ 3 ชิกซ์ม่าจะอยู่ที่ 1.33 ถือว่าเป็นกระบวนการที่ดี จากผลการดำเนินการได้ค่า C_p มีค่าเท่ากับ $0.95 < 1.33$ แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการไม่มีความสามารถต้องเข้มงวดในการควบคุมกระบวนการให้มากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 5

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์หามาตรการในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรมีการตรวจสอบบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าใน ระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศ เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการทำงานและเกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

2. ควรมีการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงานไฟฟ้ามาติดตั้งใช้งาน เพื่อทดแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดที่ไม่ประหยัดพลังงานที่ชำรุดหรือหมดอายุการใช้งาน
3. ควรจัดระบบการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับเวลาและการปฏิบัติงาน เพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์
4. ควรมีส่วนร่วมกันระหว่างอาจารย์และนักศึกษาที่เข้ามาใช้งานในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อหาแนวคิดในเรื่องประหยัดพลังงานไฟฟ้า
5. ควรเลือกเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่สามารถเก็บค่าพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ซึ่งจะทำให้การวัดและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ามีความเที่ยงตรงมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วรณสวัสดิ์, อิศราภรณ์ หนูผล และเนตรดาว ชัยเขต. (2559). *ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพกับผล การดำเนินงานขององค์กร*. วารสารการจัดการธุรกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา, 5(1), 37-62.
- ชลวิทย์ เปือกผาสุก. (2554). *การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารแบบบูรณาการ:กรณีศึกษาอาคารกรมการกงสุล, สารนิพนธ์*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ซัชชัย จันทะสีลา.(2549). *การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับสถานพยาบาล กรณีศึกษาอาคารสิรินธรโรงพยาบาลขอนแก่น*.วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ณัฐพันธ์ เขจรนันท์ และคณะ. (2545). *คู่มือปฏิบัติ Six Sigma เพื่อสร้างความเป็นเลิศในองค์กร*. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ทบุ๊กส์.
- ธนากร คุ่มภัย. (2558). *การศึกษาเพื่อหาวิธีการในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับสถานศึกษา อาคารเรียนรวม 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- นนท์ธนัฐ ศรีกุลวงศ์. (2554). *การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสำนักงานอาคารธนากรธนาชาติ สาขาขอนแก่น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2541). *คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร*. การสัมมนาประชาสัมพันธ์. สร้างจิตสำนึกและเพิ่มพูนความรู้ทักษะการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาจารย์วิทยาลัยเทคนิคทั่วประเทศ. 32-38.