

การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง
สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง
**LIGHTING ENERGY MANAGEMENT FOR COSMETICS
MANUFACTURING**

กฤษณะ วิวัฒน์ชีวิน, ศักดิ์ชาย รักการ, อัทธกร กลั่นความดี และธนาคม สกุลไทย์
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Kritsana Wiwattanacheewin, Sakchai Rakkarn, Attakorn Klungkuarmdee
and Thanakom Sakulthai

Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management,
Kasem Bundit University, Pattanakarn Campus
1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 1,007,736 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างรวม 4,534,812 บาท/ปีซึ่งสูงมาก และในอาคาร 2 ที่ศึกษามีการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 115,200 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 518,400 บาท/ปี จากการใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างรวมทั้งสิ้น 6 มาตรการ คือ (1) การใช้ Photo Switch ควบคุมการทำงานของหลอดไฟไล่แมลง (2) การใช้ Motion Sensor ควบคุมการทำงานของหลอดไฟในห้องแต่งตัว (3) การใช้ Motion Sensor ควบคุมการทำงานของหลอดไฟในห้องน้ำ (4) การลดจำนวนหลอดไฟที่ไม่จำเป็นและการปิดไฟบริเวณทางเดินในช่วงเวลาพัก (5) การติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสงบริเวณหลังคาเพื่อใช้แสงธรรมชาติแทนการเปิดไฟแสงสว่าง (6) การลดความสูงของโคมไฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง สามารถนำแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าไปทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์โดยทำการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน พบว่าหากนำแนวทางทั้งหมดไปปฏิบัติครบทุกแนวทางจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 2 ลงได้

11,961 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ประมาณ 53,825 บาท/ปีหรือประมาณ 10.38%

คำสำคัญ: การผลิตเครื่องสำอาง, พลังงานไฟฟ้า, แสงสว่าง, Photo Switch, Motion Sensor.

ABSTRACT

The objective of this research is to study lighting energy used in the cosmetics manufacturing. The survey analysis of the energy consumption of lighting system was 1,007,736 kilowatt-hours/year. Lighting energy consumption was 4,534,812 baht/year, which is very high and the energy consumed for lighting building 2 was 115,200 kilowatt-hours/year. Lighting energy consumption bill by 518,400 baht/year. The use of electric lighting energy conservation measures totaling six measures (1) Using photo switch control of the insect repellent bulb. (2) Using the motion sensor controls the lamp in the dressing room. (3) Using the motion sensor that controls the lamp in the bathroom. (4) Reducing the number of unnecessary lights and turning off the lights in hallways during breaks. (5) Installation of fiber translucent roof to use natural light instead of turning on the lights. (6) Reduction in the height of the lamp to increase luminous efficiency. These measures can adopt to save electricity to the economic analysis, analyzing the return on investment. It was found that if the whole approach to every practice guidelines to reduce energy consumption in building 2 was down to 1,961 kilowatt-hours/year. Reducing the cost of electricity consumption bill by 53,825 baht/year or 10.38% annually.

KEYWORDS: Cosmetics Manufacturing, Electrical power, Lighting, Photo Switch, Motion Sensor.

1. บทนำ

สถานการณ์พลังงานภายใต้การขยายตัวของจำนวนประชากรและระบบเศรษฐกิจ ความต้องการพลังงานที่สูงขึ้นอันสืบเนื่องมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ก่อให้เกิดวิกฤติด้านพลังงานทั้งในด้านปริมาณและราคา นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมในชั้นบรรยากาศซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของสภาวะโลกร้อนที่ทั่วโลกเผชิญอยู่ ความพยายามในการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน และพลังงานรูปแบบใหม่ที่ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน เป็นแนวทางสำคัญที่จะช่วยให้โลกฝ่าฟันผ่านวิกฤติดังกล่าวไปได้ [1]

สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2558 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นทุกสาขาเศรษฐกิจ โดยพบว่าสาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบ้านอยู่อาศัย สาขาธุรกิจการค้า และสาขาขนส่งเพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 3.6 0.2 3.6 3.7 และ 7.8 ตามลำดับ โดยสาขาขนส่งเป็นสาขาที่มีการใช้พลังงานในสัดส่วนที่สูงกว่าสาขาอื่น โดยมีสัดส่วนการใช้ร้อยละ 36.8 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองลงมาเป็นสาขาอุตสาหกรรม บ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้า และเกษตรกรรม โดยมีการใช้ร้อยละ 35.7 15.1 7.2 และ 5.2 ตามลำดับ [2]

ในปัจจุบันบริษัทต่าง ๆ ก็เริ่มมีการรณรงค์และจัดทำแผนการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในองค์กรธุรกิจของตน เพราะนอกจากเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการประกอบกิจการขององค์กรแล้วยังเป็นการพัฒนาเพื่อแข่งขันในเวทีเศรษฐกิจโลก ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปสู่การประหยัดพลังงานเป็นจำนวนมาก เช่น สุรศักดิ์ เรืองศรีและคณะ [3] ได้ศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้แห่งหนึ่ง โดยการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงาน และทำการสำรวจการใช้พลังงานอย่างละเอียด ทำให้สามารถหามาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าได้ 7 มาตรการ [4] ได้ศึกษาวิจัยการบริหารจัดการการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีส่วนร่วม โดยมีแนวคิดให้พนักงานทุกฝ่ายเข้ามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน [5] ได้ศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารสาธารณะ ซึ่งเป็นอาคารควบคุม เพื่อลดภาวะการใช้พลังงานเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการจัดการพลังงาน เนื่องจากอาคารหลักมีการเปิดใช้ไฟฟ้าแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง [6] ศึกษาวิจัยการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา บริษัท ตำซิ่งคอตตอนไทย โดยใช้พลังงานให้คุ้มค่าและเกิดการสูญเปล่าน้อยที่สุดจากการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม [7] ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการส่งเสริมพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารของบุคลากรและนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ [8] ได้ศึกษาเรื่องการลดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัดเหล็กแผ่น โดยเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนการลงทุน [9] ได้ศึกษาเรื่องแนวทางการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ [10] ได้ศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และเปรียบเทียบการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [11] ได้ศึกษาการควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน [12] ได้ศึกษาการออกแบบระบบประหยัดพลังงานแสงสว่างโดยใช้ Wireless Sensor Network [13] ได้ศึกษาการลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เพื่อการพัฒนาด้านพลังงานที่ยั่งยืน

การบริหารจัดการเป็นส่วนที่สำคัญมากที่สุดในกระบวนการจัดการด้านพลังงาน และการประหยัดพลังงานนับเป็นผลลัพธ์ของการจัดการด้านพลังงาน [14] การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างที่ตินนอกจากจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบแล้ว ยังต้องปรับปรุงหรือรักษาคุณภาพแสงสว่างและประสิทธิภาพของแสงสว่างให้ดีขึ้นหรืออยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน [15] สำหรับ

การศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะลดต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอุตสาหกรรม การผลิตเครื่องสำอางเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ISO50001 ซึ่งเป็นระบบการจัดการพลังงาน ตามมาตรฐานสากล (Energy Management System) ที่ประกาศใช้เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2011 (ISO 50001:2011) โดยองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization หรือที่เรียกโดยย่อว่า ISO) โดยมาตรฐานนี้มีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมให้องค์กรดำเนินการปรับปรุงสมรรถนะพลังงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการลดต้นทุนด้านพลังงาน ซึ่งให้มีการดำเนินการและการขอรับรองโดยสมัครใจ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ได้ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร 2 ซึ่งเป็นอาคารสำหรับการผลิตเครื่องสำอางอาคารหนึ่งของบริษัท

2. กระบวนการศึกษาวิจัย

ในการวิจัยหาวิธีการจัดการการใช้พลังงานแสงสว่างในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง ในครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลและทำการทดลองด้านพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในบริษัทผลิตเครื่องสำอาง แห่งหนึ่ง ซึ่งดำเนินการการผลิตเครื่องสำอางจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งเปิดดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2537 มีพนักงานทั้งหมด 1,133 คน ตั้งอยู่ที่ อ.บางพลี จังหวัดสมุทรปราการ โดยในการวิจัยครั้งนี้จะดำเนินการศึกษาในอาคาร 2 เป็นอาคารขนาด 4 ชั้น ซึ่งมีพนักงานปฏิบัติงานจำนวน 360 คน

2.1 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย

- 1) ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร 2 ของบริษัทผลิตเครื่องสำอาง
- 2) วิเคราะห์ปัญหาและหามาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร 2
- 3) ดำเนินการจัดทำมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง
- 4) ดำเนินการวิเคราะห์ผลการศึกษา
- 5) สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงและการศึกษาต่อไป

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากรายงานการจัดการพลังงานประจำปี พ.ศ. 2557 พบว่าโรงงานใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 8,217,000 kWh.ต่อปี ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 2,500 kW. เวลาทำงานปกติ 07.30-17.50 น. จำนวนชั่วโมงทำงาน 9.2 ชั่วโมง/วัน จำนวนวันทำงาน 248 วัน/ปี จำนวนชั่วโมงทำงาน 2,315 ชั่วโมง/ปี อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยปี พ.ศ. 2557 เท่ากับ 4.50 บาทต่อหน่วย ค่าไฟฟ้าในรอบ 3 ปี

(พ.ศ. 2555-2557) มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี การใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร 2 ในปี พ.ศ. 2557 เท่ากับ 115,200 kWh/Y คิดเป็นค่าไฟฟ้า 518,400 บาท/ปี จากการสำรวจในอาคาร 2 พบว่ามีการใช้หลอดไฟฟ้าประเภทต่างๆ ดังนี้

- 1) หลอดฟลูออเรสเซนต์T8 ขนาด 36 W จำนวน 1,296 หลอด
- 2) หลอดฟลูออเรสเซนต์T8 ขนาด 18 W จำนวน 41 หลอด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Fishbone Diagram ในวิเคราะห์ปัญหา และหาสาเหตุที่สำคัญของปัญหาค่าไฟฟ้าแสงสว่างที่มีมูลค่าสูง เพื่อวิเคราะห์และหามาตรการแก้ไขอย่างชัดเจน พบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างหลายปัจจัย ทั้งด้านอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อัตราค่าไฟฟ้า ระบบควบคุม รวมไปถึงคนทำงาน หลังจากดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยดังกล่าวแล้ว จึงกำหนดมาตรการเพื่อดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างโดยมุ่งเน้นไปยังอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจำนวน 6 มาตรการดังนี้

- 1) การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานหลอดไฟไส้แมลง โดยการติดตั้ง Photo Switch ซึ่งมีหลักการทำงานคือควบคุมการทำงานของหลอดไฟไส้แมลงโดยอัตโนมัติ สามารถตั้งให้เปิดปิดที่ระดับแสง 31.5-125 Lux โดยใช้การวัดจากแสงสว่างของดวงอาทิตย์

- 2) ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานการใช้งานของหลอดไฟในห้องแต่งตัวโดยใช้ Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงาน ซึ่งมีหลักการทำงานคือควบคุมการทำงานของหลอดไฟในห้องแต่งตัว โดยมีขอบเขตการตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยระบบแสงอินฟราเรด ที่ขอบเขตการตรวจจับ 2-5 เมตร มุม 120 องศา โดยสามารถหน่วงเวลาได้ 30-300 วินาที

- 3) ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานหลอดไฟในห้องน้ำ โดยการติดตั้ง Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงาน ซึ่งมีหลักการทำงานเหมือนกับมาตรการที่ 2

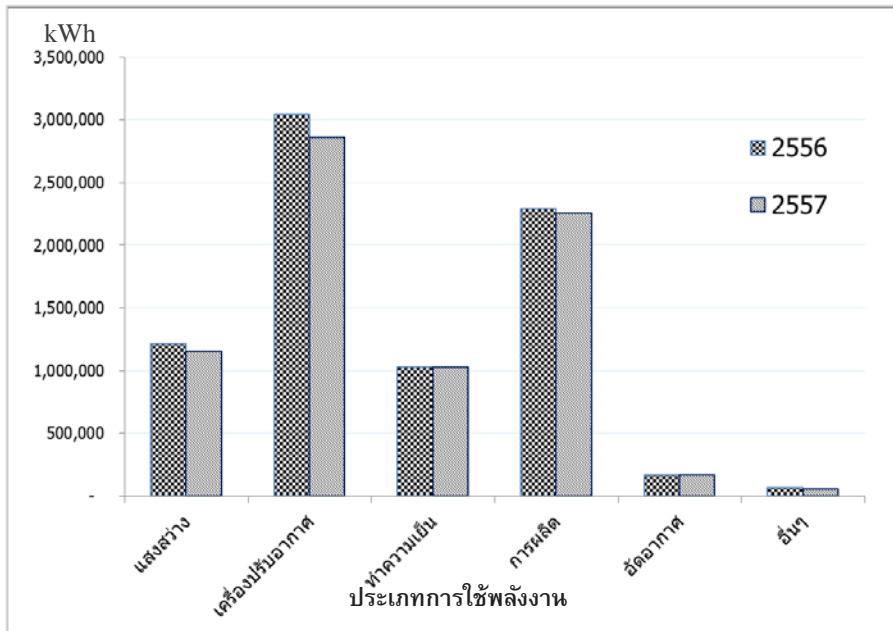
- 4) ลดจำนวนหลอดไฟที่ไม่จำเป็นบริเวณทางเดิน และกำหนดให้ปิดไฟทางเดินช่วง พักกลางวันในเวลา 12:00-13:00 น.

- 5) ติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสงบริเวณหลังคาเพื่อใช้แสงธรรมชาติ ช่วยลดการเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง

- 6) ลดความสูงของโคมไฟ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจากการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างดังกล่าวจะแสดงผลในรูปของค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี ระยะเวลาในการคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของแต่ละมาตรการ รวมไปถึงผลการลดการปล่อยก๊าซ CO₂ ที่ลดลงต่อปี

วิธีการวัดค่าไฟฟ้าในการศึกษาวิจัยนี้จะใช้ค่าไฟฟ้าจริงที่จัดเก็บจากการไฟฟ้านครหลวงที่อัตรา 4.5 บาทต่อหน่วย และการคำนวณผลตอบแทนภายใน (IRR) โดยใช้การคำนวณค่าโดยโปรแกรม Microsoft Excel 2010 และในส่วนการคำนวณผลการลดการปล่อยก๊าซ CO₂ จะคำนวณโดยการใช้ปริมาณค่าไฟฟ้าที่ลดลงได้คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission

Factor) ซึ่งมีหน่วยเป็น KgCO_2e โดยในการศึกษาวิจัยนี้จะใช้ค่า Emission Factor = 0.561 โดยใช้ข้อมูลจากองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก [16] เนื่องจากเป็นการคำนวณผลจากการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และจากข้อมูลด้านการใช้พลังงานของบริษัทพบว่า การใช้พลังงานแสงสว่างในปี พ.ศ. 2556 คิดเป็น 15.5% และในปี พ.ศ. 2557 คิดเป็น 15% ของการใช้พลังงานทั้งหมด



รูปที่ 1 สัดส่วนการใช้พลังงานแสงสว่างเทียบกับการใช้พลังงานด้านอื่น

3. ผลการดำเนินการศึกษาวิจัย

3.1 มาตรการที่ 1

การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานหลอดไฟไส้แมลง โดยการติดตั้ง Photo Switch มาตรการนี้จะติดตั้ง Photo Switch เพื่อควบคุมการทำงาน จำนวน 2 ชุด ด้านหน้าและด้านหลังอาคารโดยควบคุมการทำงานของหลอดไฟไส้แมลง จำนวน 12 หลอด ให้เปิด-ปิดโดยอัตโนมัติโดยการควบคุมให้เปิดในตอนช่วงกลางคืนหรือช่วงที่มีแสงน้อยและปิดในช่วงเวลากลางวัน จากผลการทดลองพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 1,456 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปีและลดการปล่อยก๊าซ CO_2 เท่ากับ 829.92 $\text{kg.CO}_2\text{e/Y}$ คิดเป็นผลประหยัดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานได้ 6,552 บาทต่อปี มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 0.17 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 584.96% และสามารถประหยัดพลังงานได้ตั้งตารางที่ 1 มาตรการนี้มีข้อดีคือสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุม

แบบอัตโนมัติในหลอดไฟฟ้าประเภทอื่นได้ ข้อเสียคือต้องติดตั้งในจุดที่มีแสงสว่างเหมาะสมกับความต้องการในการควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ

ตารางที่ 1 ผลมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานหลอดไฟไ้แมลงโดยการติดตั้ง Photo Switch

รายการ	กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/Y)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
ก่อน (24 ชม.)	534	3,178	14,301
หลัง (13 ชม.)	534	1,722	7,749
ผลประหยัด	เท่าเดิม	1,456	6,552



รูปที่ 2 Photo Switch

3.2 มาตรการที่ 2

ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของหลอดไฟในห้องแต่งตัวโดยใช้ Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงาน มาตรการนี้จะติดตั้ง Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟในห้องแต่งตัวจำนวนหลอดไฟ 17 หลอด ให้เปิด-ปิดโดยอัตโนมัติจากผลการทดลอง พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 1,492 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปีและลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เท่ากับ 850.44kg.CO₂e/Y คิดเป็นผลประหยัดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานได้ 6,714บาทต่อปี มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 1.56 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 57.30 % และสามารถประหยัดพลังงานได้ดังตารางที่ 2 มาตรการนี้มีข้อดีคือสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟแบบอัตโนมัติแบบใช้การตรวจจับการเคลื่อนไหวของบุคคลในสถานที่ต่างๆได้ ข้อเสียคือต้องติดตั้งกับระบบไฟฟ้าเดิมซึ่งต้องใช้ความรู้ทางด้านไฟฟ้าในการดำเนินการติดตั้ง

ตารางที่ 2 ผลมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของหลอดไฟในห้องแต่งตัวโดยใช้ Motion Sensor

รายการ	กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/Y)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
ก่อน (11:10 ชม.)	694	1,922	8,649
หลัง (2:30 ชม.)	694	430	1,935
ผลประหยัด	เท่าเดิม	1,492	6,714



รูปที่ 3 Motion Sensor

3.3 มาตรการที่ 3

ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานหลอดไฟในห้องน้ำ โดยการติดตั้ง Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงานมาตรการนี้จะติดตั้ง Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟในห้องน้ำจำนวนหลอดไฟ 36 หลอด ให้เปิด-ปิดโดยอัตโนมัติโดยการควบคุมให้เปิดในช่วงที่มีพนักงานใช้งานห้องน้ำเท่านั้น จากผลการทดลองพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 4,788 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปีและลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เท่ากับ 2,729.16 kg.CO₂e/Y คิดเป็นผลประหยัดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานได้ 21,546 บาทต่อปี มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 0.59 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 167.76 % และสามารถประหยัดพลังงานได้ดังตารางที่ 3 มาตรการนี้มีข้อดีคือสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟแบบอัตโนมัติแบบใช้การตรวจจับการเคลื่อนไหวของบุคคลในสถานที่ต่างๆได้ ข้อเสียคือต้องติดตั้งกับระบบไฟฟ้าเดิมซึ่งต้องใช้ความรู้ทางด้านไฟฟ้าในการดำเนินการติดตั้ง

ตารางที่ 3 ผลมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานหลอดไฟในห้องน้ำ โดยการติดตั้ง Motion Sensor

รายการ	กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/Y)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
ก่อน (24 ชม.)	898	5,345	24,053
หลัง (2:30 ชม.)	898	557	2,507
ผลประหยัด	0	4,788	21,546

3.4 มาตรการที่ 4

ลดจำนวนหลอดไฟที่ไม่จำเป็นบริเวณทางเดินและกำหนดให้ปิดไฟทางเดินช่วงพักกลางวันในเวลา 12:00-13:00 น. มาตรการนี้เป็นการสำรวจพื้นที่ทางเดินภายในอาคาร พบว่าบริเวณทางเดินบางช่วงมีค่าความสว่างเกินมาตรฐานที่กำหนดของทางเดินภายในอาคาร (50 Lux) จากผลการทดลอง คาดว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 1,551 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เท่ากับ 884.07 kg.CO₂e/Y คิดเป็นผลประหยัดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานได้ 6,980 บาทต่อปี มาตรการนี้เป็นมาตรการที่ไม่ต้องใช้งบลงทุนใดๆ และสามารถประหยัดพลังงานได้ดังตารางที่ 4 มาตรการนี้มีข้อดีคือไม่ต้องใช้งบลงทุนใดๆ สามารถดำเนินการได้ทันที ข้อเสียคือต้องอาศัยความร่วมมือในการเปิดปิดไฟฟ้าแสงสว่างตามเวลาของพนักงานที่ทำงานในพื้นที่ ซึ่งเป็นปัจจัยที่อาจควบคุมได้ยาก

ตารางที่ 4 ผลมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการลดจำนวนหลอดไฟที่ไม่จำเป็นบริเวณทางเดินและกำหนดให้ปิดไฟทางเดินช่วงพักกลางวัน

รายการ	กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/Y)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
ก่อน (10:20 ชม.)	2,099	5,379	24,206
หลัง (9:20 ชม.)	1,654	3,828	17,226
ผลประหยัด	445	1,551	6,980

3.5 มาตรการที่ 5

ติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสงบริเวณหลังคา เพื่อใช้แสงธรรมชาติช่วยลดการเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง มาตรการนี้จะติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสง บริเวณหลังคาซึ่งมีพื้นที่ 198 ตร.เมตร โดยทำการติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสง 20 ตร.ม. เพื่อทดแทนการเปิดไฟแสงสว่าง โดยพื้นที่ดังกล่าวติดตั้ง

หลอดไฟขนาด 36 W จำนวน 9 หลอดมีค่ามาตรฐานความสว่างของพื้นที่เก็บของอาคารทั่วไปเท่ากับ 50 Lux โดยดำเนินการติดตั้งจำนวน 20 ตร.เมตร คาดว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 1,026 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปีและลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เท่ากับ 584.82 kg.CO₂e/Y คิดเป็นผลประหยัดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานได้ 4,617 บาทต่อปี มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 1.73 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 50.15% และสามารถประหยัดพลังงานได้ตั้งตารางที่ 5 มาตรการนี้มีข้อดีคือเป็นการประยุกต์ใช้พลังงานจากธรรมชาติในการทดแทนแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ได้ตลอดเวลา ข้อเสียคือต้องติดตั้งบริเวณหลังคาซึ่งเป็นพื้นที่สูงและในบางวันที่ฝนตกหรือมีเมฆบังประสิทธิภาพในการใช้งานอาจลดลง

ตารางที่ 5 ผลมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสงบริเวณหลังคา เพื่อลดการเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง

รายการ	กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/Y)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
ก่อน (10:20 ชม.)	400.5	1,026	4,617
หลัง (0 ชม.)	0	0	0
ผลประหยัด	400.5	1,026	4,617



รูปที่ 4 การติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสงบริเวณหลังคา

3.6 มาตรการที่ 6

ลดความสูงของโคมไฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง มาตรการนี้จะทำการลดความสูงโคมไฟของหลอดไฟลงจากเดิม 1.5 เมตร เนื่องจากระยะติดตั้งเดิมของหลอดไฟจากเดิมที่ความสูง 3.90 เมตร วัดค่าความสว่างได้เท่ากับ 160 Lux โดยเมื่อลดความสูงโคมไฟลงเหลือ 2.40 เมตร วัดค่าความสว่างได้ 320 Lux ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานจากผลการทดลอง คาดว่าจะลดการใช้

พลังงานไฟฟ้าได้ 1,648 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปีและลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เท่ากับ 939.36 kg.CO₂e/Y คิดเป็นผลประหยัดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานได้ 7,416 บาทต่อปี มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 1.08 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 88.84% และสามารถประหยัดพลังงานได้ดังตารางที่ 6 มาตรการนี้มีข้อดีคือสามารถเพิ่มความสว่างของพื้นที่ห้องโดยไม่ต้องเพิ่มจำนวนโคมไฟสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ต่างๆ ที่ต้องการความสว่างเพิ่มเติมไม่ต้องการเพิ่มโคมไฟ ข้อเสียคือ ต้องมีการติดตั้งขาโคมไฟยื่นลงมาจากเดิม ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางด้านไฟฟ้า ในการดำเนินการ

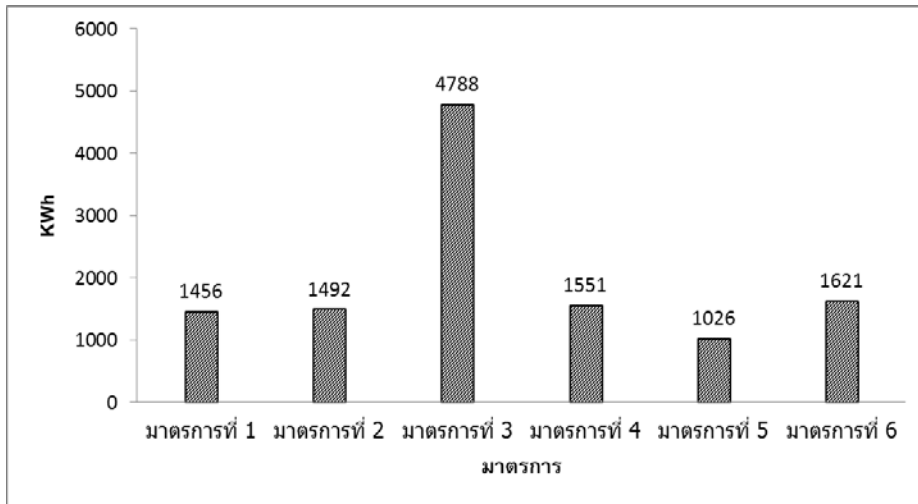
ตารางที่ 6 ผลมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการลดความสูงของโคมไฟ

รายการ	กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/Y)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
ก่อน (9:20 ชม.)	1,424	3,296	14,832
หลัง (9:20 ชม.)	712	1,648	7,416
ผลประหยัด	712	1,648	7,416

4. สรุปผลการศึกษาวิจัย

ผลการวิเคราะห์มาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องสำอาง พบว่ามาตรการที่ 1 ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของหลอดไฟโล่แมลงโดยใช้ Photo Switch เพื่อควบคุมการใช้งานมาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 0.17 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 584.96% มาตรการที่ 2 ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของหลอดไฟในห้องแต่งตัวโดยใช้ Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงาน มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 1.56 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 57.30 % มาตรการที่ 3 ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของหลอดไฟในห้องน้ำโดยใช้ Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงาน มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 0.59 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 167.76% มาตรการที่ 4 ลดจำนวนหลอดไฟทางเดินที่ไม่จำเป็นและกำหนดปิดไฟแสงสว่างบริเวณทางเดินช่วงพักกลางวัน มาตรการนี้เป็นมาตรการที่ไม่ต้องใช้เงินลงทุนใดๆ และให้ผลประหยัดจำนวน 6,980 บาทต่อปี มาตรการที่ 5 ติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสงบริเวณหลังคาเพื่อใช้แสงธรรมชาติ ช่วยลดการเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 1.73 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 50.15% มาตรการที่ 6 ลดความสูงของโคมไฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่องสว่าง มาตรการนี้สามารถคืนทุนภายใน 1.08 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 88.84%

จากการวิเคราะห์ผลมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างทั้ง 6 มาตรการ เมื่อดำเนินการมาตรการครบทั้งหมด คาดว่าจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเป็นจำนวนเท่ากับ 11,961 kWh/Y เมื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าจะสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าแสงสว่างรวมเป็นจำนวนเท่ากับ 53,825 บาท/ปี คิดเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 2 ลงได้ 10.38% และสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เท่ากับ 6,817.77 kg.CO₂e/Y โดยมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดมีอัตราการคืนทุนของแต่ละมาตรการมีระยะเวลาการคืนทุนตั้งแต่ 0.17 ปี จนถึง 1.73 ปี ซึ่งถือได้ว่าเป็นการคืนทุนได้รวดเร็ว และนอกจากนั้นเมื่อวิเคราะห์ด้านอัตราผลตอบแทนภายในของแต่ละมาตรการพบว่ามีความเป็นบวก (มากกว่า 10%) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแต่ละมาตรการสมควรที่จะดำเนินการลงทุน และควรมีการขยายผลมาตรการอนุรักษ์พลังงานไปทุกภาคส่วนขององค์กร เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน



รูปที่ 5 สรุปผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการดำเนินการทั้ง 6 มาตรการ (kWh/Y)

References

- [1] Department of the Energy Development and Promotion (2011). **Power User Guide. (Factory)**. 1st Edition. Bangkok. (In Thai)
- [2] Department of the Energy Development and Promotion. (2015). **Thailand Energy Situation January-July 2015**. [Online]. Cited 14/October/2015. Available: http://www.dede.go.th/download/state_58/sit_57_58/frontpage_7july%202558.pdf. (In Thai)

- [3] Surasak Ruangsri et al. (2011). **Energy conservation by applying engineering principles in large industrial plants**. Faculty of Engineering. Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (In Thai)
- [4] Woranuch Changsawang. (2008). "Participatory energy conservation in parts Manufacturing plastic". **The 22nd Mechanical Engineering Network Conference of Thailand**. 15-17 August 2008. Pages 178-182. (In Thai)
- [5] Agrawut krongyutti et al. (2013). "Energy conservation, electricity, lighting and development Energy management system in public buildings". **Rajamangala University of Technology Conference**. 15-16 July 2013. Pages 81-90. (In Thai)
- [6] Chitchanok Prasubsuk and Punnamee Sujjagamol. (2012). "Energy Conservation and Fluorescent Replacement with LED Case Study Dacha Thai Cotton Company". **The Industrial Engineering Network 2012 Conference**. 17-19 October 2012. Pages 1091-1095. (In Thai)
- [7] Suchira Naulcamheang. (2013). **Model of promoting energy saving behaviors in buildings of personnel and students**. Phetchabun Rajabhat University. Faculty of Agricultural Technology. Phetchabun Rajabhat University. (In Thai)
- [8] Paruwat Choowong. (2014). **Electric power reduction in steel sheet mill**. Master of Engineering Program in Engineering Management. Faculty of Engineering. Kasem Bundit University. (In Thai)
- [9] Chuchart Paranut et al. (2010). "The use of electricity has an Internal performance Faculty of Science and Technology Mahasarakham Rajabhat University". **Journal of Mahasarakham Rajabhat University**. Vol.4 (No.2). Pages 25-38. (In Thai)
- [10] Wirut Numat et al. (2014). "Energy conservation in Eastern College of Technology (ETech)". **Academic Seminar in Eastern University, Ayutthaya and Ayutthaya Nakin Academic and Research**. Pages 193-197. (In Thai)
- [11] Nopporn Putprakiti et al. (2007). "Control of lighting in buildings to Energy Saving with Adaptive Fuzzy Logic Control". **1st Academic conference Energy, Environment and Materials**. 14-16 May 2557. Pages 1-8. (In Thai)
- [12] Yu Liang et al. (2013). "Design of Energy Saving Lighting System in University Classroom Based on Wireless Sensor Network". **Communication and Network**. May 2013. Pages 55-60.

- [13] IsiakaAdeyemi Abdul-Azeez and Chin Siong Ho. (2015). “Realizing Low Carbon Emission in the University Campus towards Energy Sustainability”. **Open Journal of Energy Efficiency**. April 2015. Pages 15-27.
- [14] Supachai Punyawee et al. (2006). **A Guide to Reduce Energy Production Costs**. Thai-Japanese Promotion Association. 1st edition. Bangkok. (In Thai)
- [15] Watchara Mungwititgul. (2001). **Processes and techniques for reducing energy costs for buildings and industrial plants**. 3rd edition. Bangkok. (In Thai)
- [16] Thailand Greenhouse gas Management Organization. (2011). **Carbon Footprint Assessment Tool**. 1st edition. Bangkok. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



กฤษณะ วิวัฒน์ชวีวิน ปัจจุบันทำงานตำแหน่ง Supervisor บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล แลบบอราทอรีส์จำกัด โทรศัพท์ 081-699-6038 E-mail: kritswiat@gmail.com จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (ธัญบุรี) และวศ.ม. สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต



ศักดิ์ชาย รักการ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต หมายเลขโทรศัพท์ 089-7816187 E-Mail: s.rakkarn2010@gmail.com จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ และปริญญาเอกที่ Ph.D. Systems and Control ที่ Case Western Reserve University, Ohio, ประเทศสหรัฐอเมริกา



อัทถกร กลั่นความดี ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์และอาจารย์ที่ปรึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (เกียรตินิยม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) M.S. (Mechanical Engineering) University of Illinois at Urbana, U.S.A. และ Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Illinois at Urbana, U.S.A.



ธนาคม สุกุไทย์ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จบการศึกษา วศ.บ. (อุตสาหกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย B.Sc. (Industrial Engineering) University of Utah U.S.A.M.M (Management) สถาบันศตินทร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Ph.D. (Fuels Engineering) University of Utah U.S.A.