รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนและไม่ลงทุน กรณีศึกษา : โรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์

Electricity Energy Saving Pattern Type Investment and Non-investment Model, Case Study : Furniture Industry

พงศ์ไกร วรรณตรง[1], นิคม ลนขุนทด[2], ชูชาติ พยอม[3], ปิ่นชัย พิษณุวงษ์[4]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เพื่อวิเคราะห์และกำหนดรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์แบบลงทุนและไม่ลงทุน เพื่อนำรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนและไม่ลงทุนไปทดลองใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ และเพื่อวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ในการนำรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ กลุ่มตัวอย่างคืออุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้าบริษัทเอเชียคาบิเน็ต จำกัด จังหวัดสุรินทร์ ในแต่ละแผนกการผลิต เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคืออุปกรณ์เครื่องวัดทางไฟฟ้าและแบบบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยใช้สถิติพื้นฐาน ค่าความถี่ ค่าร้อยละ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนที่เลือกใช้ ได้แก่ การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องดูดฝุ่น และแบบไม่ลงทุนที่เลือกใช้ ได้แก่ การปิดหลอดไฟทุกดวงช่วงพักเที่ยง

2. ผลการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนและไม่ลงทุน พบว่า แบบที่ลงทุนโดยการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องดูดฝุ่น กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากมอเตอร์ในเครื่องดูดฝุ่น 9.92 กิโลวัตต์ มีผลการประหยัดเป็นเงิน 5,952 บาท/เดือน คิดเป็น 71,424.00 บาท/ปี ซึ่งสามารถคืนทุนในระยะเวลา 1.16 ปี และแบบที่ไม่ลงทุนโดยการปิดหลอดไฟทุกดวงช่วงพักเที่ยงมีผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 1,274.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี มีผลการประหยัดเป็นเงิน 318.60 บาท/เดือน คิดเป็น 3,823.20 บาท/ปี

คำสำคัญ : รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ลงทุนและไม่ลงทุน

Abstract

The objectives of this research were: (1) to study about a consumption of electrical power in furniture factories; (2) to analyze and specify suitable non-investment and investment models for electrical power saving in furniture factories, (3) to try-out a designing model for electrical power saving in furniture factories, and (4) to conduct an economic analysis on a utilization of designing models in furniture factories. The samples of this study included electrical equipment and machines from each production department of Asia-Cabinet Co., Ltd., in Surin province. Research instruments were electrical testers and a recording form. The collected data were analyzed quantitatively for mean and percentage.

The study found that:

1. A utilization of a vacuum cleaner with a high efficiency motor was chosen as an investment model for electrical power saving while turning off the lights during a lunch break was chosen as a non-investment model for electrical power saving.

[1] นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

[3] รองศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

[4] อาจารย์ประจำหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

2. According to a comparison between a pre-application and a post-application of electrical power saving models, a vacuum cleaner with a high efficiency motor could save 9.92 kWh/month of electrical power. This could save 5,952 Baht/month or 71,424 Baht/year where a payback period for the investment is 1.16 year. On the other hand, according to a non-investment electrical power saving model, turning off the lights during a lunch break could save 1,274.40 kWh/year of electrical consumption which helps to save 318.60 Baht/ month or 3,823.20 Baht/year.

Keyword : Energy saving pattern, investment and uninvestment

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญสภาวะวิกฤตด้านราคาพลังงาน ต้องพึ่งพิงการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทำให้เกิดการสูญเสียเงินออกนอกประเทศเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้า ประเทศไทยมีการใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมมากที่สุด เนื่องมาจากมีโรงงานอุตสาหกรรมทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่จำนวนมาก และที่สำคัญยังเป็นฐานการผลิตของอุตสาหกรรมหลายประเภท อาทิ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จึงส่งผลให้ธุรกิจในภาคอุตสาหกรรมเสียค่าใช้จ่ายให้กับพลังงานไฟฟ้ามากกว่าภาคอื่น ๆ พลังงานไฟฟ้าจึงถือนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากต่อการบริหารและการจัดการในโรงงาน หากมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างไม่เหมาะสม และขาดการวางแผนกการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ดี อาจจะส่งผลทำให้ต้นทุนการดำเนินการสูงกว่าที่ควรจะเป็น จากสถิติการเก็บข้อมูลของกระทรวงพลังงานพบว่า รายละเอียดสถานการณ์พลังงานไทย ปี 2557 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2557) ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าในส่วนภาคอุตสาหกรรม มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 73,782 ล้านหน่วย มากเป็นอันดับหนึ่ง ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าในส่วนภาคครัวเรือน มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 32,799 ล้านหน่วย มากเป็นอันดับสอง และประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าในส่วนภาคธุรกิจ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 23,660 ล้านหน่วย มากเป็นอันดับสาม ตามลำดับ จะพบว่าประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าในส่วนภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องสูญเสียกำลังการใช้พลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตสินค้า ซึ่งร้อยละ 80 ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานล้วนมาจากการขับเคลื่อนการทำงานให้กับเครื่องจักรเพื่อที่จะทำงานตามวัตถุประสงค์ของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมเสียค่าใช้จ่ายให้กับพลังงานไฟฟ้ามากกว่าภาคอื่น ๆ จึงทำให้พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญของการบริหารและจัดการในโรงงาน หากใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างไม่เหมาะสม อาจจะทำให้ต้นทุนการดำเนินการสูงกว่าที่ควรจะเป็น ค่าไฟฟ้าที่โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องจ่ายเพิ่มขึ้น ทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์สินค้าสูงตามไปด้วย เพื่อให้การดำเนินงานสามารถดำเนินการและแข่งขันอยู่ได้ ผู้ประกอบการด้านต่าง ๆ จึงต้องหาทางลดต้นทุนการดำเนินการลง และแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้อย่างได้ผลคือ การจัดการด้านพลังงาน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2557)

โรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เอเชียคาบิเน็ตนับว่าเป็นอีกโรงงานหนึ่งที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก เนื่องจากมีจำนวนเครื่องจักรและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์จำนวนมาก อาทิ เช่น เครื่องตัดไม้ เครื่องขัดเหลี่ยมไม้ เครื่องอัดขอบ เครื่องเจาะ ซึ่งล้วนแล้วต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนเครื่องจักร จากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เบื้องต้นพบว่าเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์มีสภาพเก่าและชำรุด เนื่องจากมีอายุการทำงานมาก ขาดการบำรุงรักษา และที่สำคัญสภาพแวดล้อมในการทำงานของเครื่องจักรที่ขาดการจัดการดูแลและทำความสะอาด ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานน้อย พร้อมอีกทั้งเครื่องจักรส่วนใหญ่ใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนเครื่องจักร ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้าในการขับเคลื่อนเครื่องจักรมากกว่าปกติ จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างไม่เหมาะสม ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงแต่กำไรคงที่ เพื่อให้การดำเนินงานของโรงงานสามารถดำเนินการและแข่งขันอยู่ได้ จึงต้องหาทางลดต้นทุนการดำเนินการลง ต้นทุนส่วนหนึ่งจากต้นทุนทั้งหมดนั่นก็คือ “ค่าไฟฟ้า” ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางลดต้นทุน และการสร้างรูปแบบการ

ประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนและไม่ลงทุน โดยทำการศึกษาจากรูปแบบการประหยัดพลังงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานที่ได้แบ่งรูปแบบการประหยัดพลังงานไว้ 2 รูปแบบ คือรูปแบบที่ไม่ต้องมีการลงทุน และรูปแบบที่มีการลงทุน (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2557) ที่สามารถทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เอเชียคาบิเน็ต

คำถามในการวิจัย

รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนและไม่ลงทุนช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์
2. เพื่อวิเคราะห์และกำหนดรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์แบบลงทุนและไม่ลงทุน
3. เพื่อนำรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนและไม่ลงทุนไปทดลองใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์
4. เพื่อวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ในการนำรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ อุปกรณ์เครื่องจักรของส่วนปฏิบัติการทั้งหมด 4 แผนก ของโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เอเชียคาบิเน็ต จังหวัดสุรินทร์

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คืออุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้ในสายการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เอเชียคาบิเน็ต ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากข้อมูลการตรวจสอบ และวิเคราะห์พลังงานเบื้องต้นของโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เอเชียคาบิเน็ต จากส่วนงานที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณสูง จึงได้จัดกลุ่มตัวอย่างเป็นอุปกรณ์เครื่องจักรจำนวน 2 แผนก คือ แผนกจัดเตรียมและแผนกขึ้นรูป

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย

3.1.1 รูปแบบที่มีการลงทุน

3.1.2 รูปแบบที่ไม่มีการลงทุน

3.2 ตัวแปรตาม คือ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงด้วยเทคนิควิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ส่วน ดังนี้

1. อุปกรณ์เครื่องวัดทางไฟฟ้า ได้แก่

1.1 แอมแปร์มิเตอร์ ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้า

1.2 โวลต์มิเตอร์ ใช้วัดค่าแรงดันไฟฟ้า

1.3 เพาเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์ ใช้วัดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

1.4 เพาเวอร์มิเตอร์ ใช้วัดกำลังไฟฟ้า

1.5 ลักซ์มิเตอร์ ใช้วัดค่าความสว่าง

1.6 เทอร์โมมิเตอร์ ใช้วัดค่าอุณหภูมิ

1.7 เครื่องบันทึกค่าทางไฟฟ้า

2. แบบบันทึกข้อมูล

2.1 แบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นแบบบันทึกที่ใช้เก็บรายละเอียดการใช้พลังงานในรอบปีที่ผ่านมา ซึ่งเป็นข้อมูลด้านไฟฟ้า

2.2 แบบบันทึกการสำรวจรายการเครื่องจักรอุปกรณ์หลัก ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนของรายการเครื่องจักรและส่วนของพิกัดของเครื่องจักร และอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งจะประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศ เครื่องคอมพิวเตอร์ หลอดไฟฯ

2.3 แบบบันทึกการตรวจวัดการใช้พลังงาน ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าสำนักงาน รายการเครื่องจักรและส่วนของค่าตัวประกอบในการคำนวณค่าพลังงาน

ขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกข้อมูล

1. ศึกษาหลักการทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางและขอบเขตของแบบใบรายงานที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

2. ร่างแบบบันทึกที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ครอบคลุมกับกรอบแนวความคิดในการวิจัย

3. นำแบบบันทึกที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเสนอประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อทำการตรวจแก้ไขให้สมบูรณ์

4. นำแบบบันทึกที่ได้ผ่านการปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยง (Validity)

5. ทดลองใช้แบบบันทึกในการตรวจเช็คหลังจากปรับปรุง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการใช้พลังงานโดย

1.1 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายการอุปกรณ์เครื่องจักร จากเอกสารของโรงงาน เช่น คู่มือเครื่องจักร รวมทั้งสถิติต่างๆ โดยแยกตามประเภทของอุปกรณ์เครื่องจักร

1.2 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์เครื่องจักร โดยใช้อุปกรณ์เครื่องวัดทางไฟฟ้า

1.3 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์เครื่องจักร โดยการคำนวณจากตัวประกอบต่างๆ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น สมดุลพลังงาน

2. สำรวจปริมาณการใช้พลังงาน โดยเริ่มต้นด้วยการศึกษาแผนผังวงจรไฟฟ้า (Single Line Diagram) เพื่อให้ทราบถึงอุปกรณ์รับ-จ่าย แผนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในอดีตที่ผ่านมา 12 เดือน โดยเทียบกับผลผลิตที่ได้ จากนั้นลงมือวัดจริงโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

2.1 การวัดภาระไฟฟ้าทั้งโรงงานทุกๆ 1 ชั่วโมง (Load Profile) ที่สวิตต์ตัดตอนหลัก เพื่อให้ทราบถึงสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าที่แท้จริงของโรงงาน หาช่วงเวลาการเกิดกำลังไฟฟ้าสูงสุด และประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อความแน่นอนจึงทำการตรวจวัด 5 วันตลอด 24 ชั่วโมง

2.2 การวัดภาระไฟฟ้าที่แผงควบคุมแต่ละส่วน ทุกๆ 1 ชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อหาการจ่ายกำลังไฟฟ้าจากหม้อแปลงแต่ละลูก เพื่อจะได้ทราบว่าการเกิดกำลังไฟฟ้าสูงสุดเกิดขึ้นในหม้อแปลงลูกใด โดยทำการตรวจวัด 5 วัน ตลอด 24 ชั่วโมง แบ่งการวัดแต่ละส่วน

2.3 การวัดภาระไฟฟ้าที่อุปกรณ์ขนาดใหญ่ เพื่อทำการตรวจสอบสภาพการใช้งานทราบค่าประกอบกำลัง ค่าตัวประกอบกำลัง ค่าตัวประกอบภาระของอุปกรณ์ การวัดจะวัดเพียงครั้งเดียว

3. สำรวจปริมาณการใช้พลังงานก่อนและหลังในส่วนอุปกรณ์ที่มีการรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการวัดภาระไฟฟ้าที่แผงควบคุมในส่วนที่ทำการทดลองทุกๆ 1 ชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 5 วัน เพื่อหาปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

หลังการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลทั้งหมดมาตรวจสอบจำนวน ความสมบูรณ์จากนั้นจึงจัดแยกกลุ่ม แยกประเภท และประมวลผลข้อมูลตามความเหมาะสม โดยใช้สถิติในกาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานในโรงงาน เพื่ออธิบายผลปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์เครื่องจักรแต่ละประเภทโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean)

2. วิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน เพื่อกำหนดรูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ค่าเฉลี่ย

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เอเชียคาบิเน็ต

ตารางที่ 1 รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดต่อปี

พลังงาน	กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี	เมกะจูลต่อปี	บาท/ปี
พลังงานไฟฟ้า	87,605.77	315,380.77	440,816.51

จากตารางที่ 1 พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เอเชียคาบิเน็ต มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 87,605 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าในหน่วยเมกะจูลต่อปี 315,380 เมกะจูล และเมื่อคิดเป็นเงินที่ใช้ในการใช้จ่ายค่าไฟเป็นจำนวนเงิน 440,816 บาท

ตารางที่ 2 รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้า

รายละเอียด	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (เฉลี่ย)		
	กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี	เมกะจูลต่อปี	ร้อยละ
1. การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต	52,862.45[1]	190,304.82[2]	59.47[3]
2. การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบสาธารณูปโภค			
2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	17,200.00	61,920.00	19.35
2.2 ระบบดูดฝุ่นละออง	12,255.22	44,118.79	13.78
2.3 ระบบระบายอากาศ	2,553.25	9,191.70	2.87
2.4 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	3,353.25	12,071.70	3.77
3. ระบบอื่น ๆ	652.98	2,350.72	0.73
รวมทั้งหมด	88,877.15	319,957.73[4]	100

จากตารางที่ 2 พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 190,304.82เมกะจูลต่อปี คิดเป็นร้อยละ 59.47 มากเป็นอันดับหนึ่ง การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 61,920.00 เมกะจูลต่อปี คิดเป็นร้อยละ 19.35 มากเป็นอันดับสอง และการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบดูดฝุ่นละออง มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 44,118.79 เมกะจูลต่อปี คิดเป็นร้อยละ 13.78 มากเป็นอันดับสาม

2. ผลการวิเคราะห์และกำหนดรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของโรงงาน

ตารางที่ 3 เงินลงทุน พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ และระยะเวลาคืนทุนของรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	รวมเงินลงทุน (บาท)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้			ระยะเวลาคืนทุน คืนทุน-ปี
		(kW)	(kWh/ปี)	(บาท/ปี)	
1. รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่มีการลงทุน					
1.1 การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องปั๊มลม	31,092.20	4.50	10,800.00	32,400.00	0.95
1.2 การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องดูดฝุ่น	82,695.60	10.80	25,920.00	77,760.00	1.06
1.3 การเปลี่ยนหลอดไฟ T8 เป็นหลอดประหยัดไฟ T5	17,346.00	0.94	2,265.60	6,796.80	2.55
1.4 การติดตั้ง Timer G-1R ควบคุมการเปิด-ปิดไฟ	20,790.00	0.36	648.00	1,944.00	10.69
1.5 การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องตัดไม้	65,520.00	8.00	19,200.00	57,600.00	1.13
1.6 การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องอัดขอบไม้	15,108.40	0.80	1,920.00	5,760.00	2.62
2. รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ไม่มีการลงทุน					
2.1 การปรับตั้งอุณหภูมิใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบแยก ส่วนให้เหมาะสม (25 องศา)	-	-	535.68	1,607.04	-
2.2 การลดจำนวนหลอดไฟที่เกินความจำเป็น	-	-	7,084.80	21,254.40	-
2.3 การปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที	-	-	558.00	1,674.00	-
2.4 ปิดหลอดไฟทุกดวงช่วงพักเที่ยง (1 ชั่วโมง)	-	-	1,274.40	3,823.20	-
2.5 ทำความสะอาดหลอดไฟและโคมทุกเดือน (4 ครั้ง)	-	-	1,019.52	3,058.59	-
2.6 จัดพนักงานเดินตรวจและปิดไฟหลังเวลา 17.00	-	-	1274.40	3,823.20	-
2.7 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	-	-	357.12	1,071.36	-

3. เลือกรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

จากรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดได้นำเข้าพิจารณาจากคณะกรรมการและประธานบริษัทเอเชียคาบิเน็ตเพื่อคัดแยกรูปแบบที่จะดำเนินการ โดยพิจารณาจากผลประหยัด ผลกระทบต่อคุณภาพ ผลกระทบต่อผลผลิต เงินทุนและโอกาสในการดำเนินการได้ทันที มติในการประชุมสรุปให้ทำการทดลองรูปแบบการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องดูดฝุ่น เป็นรูปแบบที่มีการลงทุน ซึ่งใช้เงินลงทุน 82,695.60 บาท และคาดว่าจะสามารถประหยัดได้ 77,760.00 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 1.06 ปี และรูปแบบการปิดหลอดไฟทุกดวงช่วงพักเที่ยง เป็นรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน คาดว่าจะสามารถประหยัดได้ 3,823.20 บาทต่อปี ซึ่งทั้งสองรูปแบบสามารถดำเนินการได้ทันที

4. ผลของการทดลองรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนและไม่ลงทุนของโรงงาน

4.1.1 ผลการรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองใช้รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่มีการลงทุนโดยการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องดูดฝุ่น

เครื่องจักร	กำลังไฟฟ้าพิกัด (กิโลวัตต์)	กำลังไฟฟ้าที่ตรวจวัดเฉลี่ย(กิโลวัตต์)	ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ (ร้อยละ)
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 1	5.50	5.22/4.17	79.89
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 2	5.50	5.34/4.38	82.04
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 3	5.50	5.09/3.98	78.20
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 4	5.50	5.12/4.02	78.66
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 5	5.50	5.13/4.04	78.81
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 6	5.50	5.02/3.87	77.12

4.1.2 ผลการรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองใช้รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ไม่มีลงทุน โดยการปิดหลอดไฟทุกดวงช่วงพักเที่ยง

เครื่องจักร	ขนาดพิกัดหลอดไฟ (วัตต์)	จำนวนหลอดไฟ (หลอด)	จำนวนเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง)	จำนวนวันในการใช้งาน (วัน/ปี)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
FL1	36	86	8	300	7,430.40
FL2	36	32	8	300	2,764.80
		รวม			10,195.20

4.2 ผลการรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองใช้รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

4.2.1 ผลการรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองใช้รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบลงทุนด้วยการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องดูดฝุ่น

เครื่องจักร	กำลังไฟฟ้าพิกัด (กิโลวัตต์)	กำลังไฟฟ้าที่ตรวจวัดเฉลี่ย(กิโลวัตต์)	ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ (ร้อยละ)
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 1	3.70	3.52/2.93	83.24
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 2	3.70	3.48/2.86	82.29
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 3	3.70	3.50/2.89	82.77
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 4	3.70	3.39/2.71	80.16
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 5	3.70	3.57/3.01	84.42
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 6	3.70	3.54/2.96	83.71

4.2.2 ผลการรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองใช้รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ไม่มีลงทุน โดยการปิดหลอดไฟทุกดวงช่วงพักเที่ยง

เครื่องจักร	ขนาดพิกัดหลอดไฟ (วัตต์)	จำนวนหลอดไฟ (หลอด)	จำนวนเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง)	จำนวนวันในการใช้งาน (วัน/ปี)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
FL1	36	86	7	300	6,501.60
FL2	36	32	7	300	2,419.20
		รวม			8,920.80

4.3 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบที่มีการลงทุนและแบบที่ไม่มีการลงทุน

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบที่มีการลงทุนโดยใช้รูปแบบการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องดูดฝุ่น

เครื่องจักร	ก่อนการทดลอง 5 วัน (กิโลวัตต์)	หลังการทดลอง 5 วัน (กิโลวัตต์)	ผลการประหยัด (กิโลวัตต์)
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 1	5.22	3.52	1.70
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 2	5.34	3.48	1.86
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 3	5.09	3.50	1.59
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 4	5.12	3.39	1.73
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 5	5.13	3.57	1.56
มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่นตัวที่ 6	5.02	3.54	1.48

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบที่ไม่มีการลงทุนโดยใช้รูปแบบการปิดหลอดไฟทุกดวงช่วงพักเที่ยง

เครื่องจักร	ก่อนการทดลอง (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)	หลังการทดลอง (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
FL1	7,430.40	6,501.60
FL2	2,764.80	2,419.20
รวม	10,195.20	8,920.80
ผลการประหยัด 10,195.20 - 8,920.80 = 1,274.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		

อภิปรายผล

1. รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบที่มีการลงทุนโดยการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในเครื่องดูดฝุ่น พบว่า จากการทดลองใช้รูปแบบสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เครื่องดูดฝุ่นได้ เนื่องจากมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงเป็นมอเตอร์ที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นมาจากมอเตอร์ธรรมดา กำลังไฟฟ้าขาออก (Output) เท่าเดิมแต่ใช้กำลังไฟฟ้าขาเข้า (Input) น้อยกว่ามอเตอร์แบบธรรมดา จึงทำให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์น้อยกว่ามอเตอร์แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บาบาร์ กริอัส (2554) วิจัยเรื่อ การวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและระบบผลิตไฟฟ้า และความร้อนของโรงงานเฟอร์นิเจอร์ในประเทศไทย ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 2,400 เมกะวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 1,200 กิโลวัตต์ และความต้องการ การใช้ไอน้ำประมาณ 1.5 ตันต่อชั่วโมง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลไฟฟ้าสามารถที่จะหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ลดกำลังสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าโดยการรวมโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า ปรับเปลี่ยนมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง ปรับปรุงระบบสายพานลำเลียง ปรับปรุงระบบอัดอากาศ ลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และการวางแผนระบบการผลิต พบว่าจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 1,721,708 บาทต่อปี คิดเป็น 28% ของค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าทั้งหมด ระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 3 ปี

2. รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบที่ไม่มีการลงทุนโดยการปิดหลอดไฟทุกดวงช่วงพักเที่ยง พบว่า จากการทดลองใช้รูปแบบสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างลงได้ เนื่องจากจำนวนชั่วการใช้งานหลอดไฟแปรผันโดยตรงกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่าง จึงทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่างลดลง ดังสมการการแปรผันโดยตรง (Direct Variation) ซึ่งสอดคล้องกับ

แนวคิดของบุญยงค์ วิ้มชูพรวิกุล (2550) วิจัยเรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสบู่ ซึ่งมีผลิตภัณฑ์หลายชนิด โรงงานที่ทำการศึกษาใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 434 กิโลวัตต์ มีค่าตัวประกอบภาระไฟฟ้า 1.97 และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า 1.75 จากผลการวิจัยพบแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยมีการย้ายสายการผลิตใช้กำลังไฟฟ้าสูงบางส่วนไปทำงานในเวลากลางคืน และติดตั้งตัวเก็บประจุในสายการผลิตย่อยบางสาย และดับไฟแสงสว่างในบริเวณที่ใช้แสงธรรมชาติ สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 320,000 บาทต่อปี และสอดคล้องกับแนวคิดของ ชัยยุทธ ศรีเผด็จ (2553) วิจัยเรื่อง การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ พบว่าโรงงานมีปริมาณการใช้พลังงานรวม 8.83 พันล้านจูลต่อตัน พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 843 ล้านวัตต์-ชั่วโมง ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยต่อเดือน 1,678 กิโลวัตต์ การวิเคราะห์ทางด้านไฟฟ้าของอุปกรณ์ขนาดใหญ่ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีแนวทางการประหยัดพลังงาน สำหรับพลังงานไฟฟ้า ทำได้โดยการลดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดและการกำหนดพื้นที่ในการส่องสว่างตามช่วงเวลาในบริเวณทำงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรมีการจัดอบรมพนักงานเจ้าหน้าที่ในโรงงานให้ทราบถึงแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงาน

1.2 ควรมีการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน เพื่อสร้างจิตสำนึกที่ดีในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้กับพนักงานเจ้าหน้าที่

1.3 ควรดำเนินการโครงการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันไม่ให้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต

1.4 ควรมีการสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ชำรุดอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการทดลองในรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบที่ลงทุนและไม่ลงทุน อื่นๆ เพื่อลดการใช้พลังงานลง

2.2 ควรมีการศึกษาพลังงานทดแทนจากระบบไอน้ำ โดยใช้เศษไม้จากโรงงานเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้

3. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

3.1 ควรมีนโยบายให้พนักงานในโรงงานจัดทำบันทึกการปฏิบัติงานของตนเองในแต่ละเดือนเพื่อรายงานผลการทำงาน

3.2 จัดตั้งคณะกรรมการผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในการตรวจสอบและกำกับดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน

3.3 มีนโยบายจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ปีละ1-2 ครั้ง โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2557). **คู่มือการอนุรักษ์พลังงานภายในโรงงาน.** กรุงเทพมหานคร : กระทรวงพลังงาน

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2557). **คู่มือการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.** กรุงเทพมหานคร : กระทรวงพลังงาน

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. (2553). **การประหยัดพลังงานในโรงงานผลิตกระดาษ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บาบาร์ กริอัส. (2554). **การวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและระบบผลิตไฟฟ้า และความร้อนของโรงงานเฟอร์นิเจอร์ในประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี

บุญยงค์ วิ้มชูพรวิกุล. (2550). **การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสบู่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี