การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Improving Electrical Energy Efficiency of Sukhothai Thammathirat Open University Press

ชัชวาล สมานสุข[1] , ผกามาศ ผจญแกล้ว[1] , นรินทร์ กุลนภาดล[2]
[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลยานยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
Chatchawan Samansuk[1], Pakamas Pachonklaew[1], Narin Koolnapadol[2]
[1]School of Science and Technology, Sukhothai Thammathirat Open University
[2]Department of Automotive Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University
E-mail: ccs_789@hotmail.com

Received: November *7, 2019*
Revised: December *15, 2019*
Accepted: *December 20, 2019*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาวิเคราะห์ลักษณะและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2) นำเสนอแนวทางปรับปรุงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตและระบบสนับสนุนการผลิตของโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และ (3) ศึกษาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ก่อนและหลังการปรับปรุง การดำเนินการวิจัยและพัฒนาได้ศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์ในส่วนของการใช้งานเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ระบบสนับสนุนการผลิตและสำนักงาน ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบกับการใช้พลังงานของโรงพิมพ์และการใช้พลังงานจำเพาะของการผลิตสิ่งพิมพ์ วิเคราะห์ประสิทธิภาพการพิมพ์ของเครื่องจักรหลัก หาความสัมพันธ์ของปริมาณพิมพ์กับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติความถดถอย(Regression Analysis) จากนั้นได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงแต่ละระบบ วิเคราะห์ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของโรงพิมพ์ก่อนและหลังการปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่า (1) การใช้พลังงานไฟฟ้าในของโรงพิมพ์มีศักยภาพในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานทางด้านเทคนิคและมูลค่าพลังงาน (2) แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานทั้งในกระ-บวนการพิมพ์ ระบบสนับสนุนและสำนักงานที่นำเสนอรวม 28 เรื่อง ซึ่งเลือกมาดำเนินการปรับปรุง 2 เรื่อง (3) ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงพบว่า สามารถประหยัดพลังงานได้เท่ากับ 52,529 kWh/ปี คิดเป็นค่าพลังงานที่ลดลงไปได้เท่ากับ 242,685 บาท/ปี

คำสำคัญ: พลังงานไฟฟ้า, ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน,การใช้พลังงานจำเพาะ

Abstract

The objectives of research were to (1) study and analyze the characteristics and consumption of electrical energy in the Sukhothai Thammathirat Open University Press (STOU Press), (2) propose guidelines of improving energy consumption in the production process and production support system of STOU Press and (3) compare the electrical energy cost of the STOU Press before and after the improvement. This research and development was conducted by studying the characteristics of electrical energy consumption of machinery in the production process, production support system and office, studying factors that affect electrical energy consumption and specific energy consumption of printing production, finding out the relationship between production volume and electrical energy consumption by using regression analysis, analyzing efficiency of electrical energy consumption of the significant machines. Then the potential ways to improve the energy consumption of each system were proposed and selected to implement. The results of electrical energy improvement was summarized and the electrical energy cost of STOU Press was calculated and compared between before and after the improvement. The results of the research found that, (1) Electrical usage of the STOU Press had the potential to improve technical energy efficiency and energy value. (2) 28 guidelines for improving energy efficiency in the printing process, the support system and the office were proposed and 2 issues were selected to implement. (3) Compared the electricity cost of the Sukhothai Thammathirat Open University Press before and after the improvement. The total electrical energy saving result was 52,529 kWh / year and electricity cost reduced 242,685 baht / year

Key words: Electrical Energy, Energy Consumption Efficiency, Specific Energy Consumption

บทนำ

จากสภาวะการเปลี่ยนแปลงสังคม ความเจริญทางด้านเศรษฐกิจและเทคโนโลยีของโลกและประเทศไทยในปัจจุบัน ก่อให้เกิดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้น จากรายงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) [1] ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสุทธิของระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยในปี พ.ศ.2561 มีค่าเท่ากับ 191,377.73 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง และปี พ.ศ.2560 ที่มีค่าเท่ากับ 188,934.97 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง มีค่าเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1.29 สำหรับปี พ.ศ. 2562 คาดว่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสุทธิของระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจะมีค่าประมาณ 197,335 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง ทำให้เห็นแนวโน้มการเพิ่มความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศมากขึ้น

พลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานหลักในการผลิตสิ่งพิมพ์ของโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พบว่าค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าปี พ.ศ. 2561 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ 2560 ร้อยละ13.1 ซึ่งมาจากหลายสาเหตุดังนี้ การเพิ่มกำลังการผลิต ประสิทธิภาพเครื่องจักรลดลง การรั่วไหลของพลังงาน และการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้ายังไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตามเครื่องจักรที่มีการใช้งานมานานและการบำรุงรักษาไม่พียงพอจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงและสิ้นเปลืองพลังงาน[2] การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงและการให้ความรู้กับผู้ใช้งานเป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้[3] การใช้แสงธรรมชาติ การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและการนำเทคโนโลยีมาควบคุมการทำงานเป็นอีกแนวทางในการลดการใช้พลังงาน

[4] การเพิ่มผลผลิตให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างต่อเนื่องและเต็มประสิทธิภาพจะทำให้ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยการผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ลดลง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องจักร[5] การศึกษาการใช้พลังงานและประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชเพื่อนำเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพใช้พลังงานไฟฟ้าให้สูงขึ้น ทั้งในกระบวนการพิมพ์ ระบบสนับสนุนการผลิตและสำนักงาน พร้อมเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานก่อนและหลังการดำเนินการปรับปรุงเพื่อแสดงผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แนวทางการจัดการพลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน มาตรฐานสากลระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001:2011[6] และทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงานทางเทคนิคของระบบต่างๆ [7] ที่มีการใช้งานในโรงพิมพ์ โดยเก็บข้อมูลการผลิตงานพิมพ์ระบบออฟเซต ข้อมูลเครื่องจักรหลักที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์

ขั้นตอนการวิจัย ประกอบด้วย

1) เก็บข้อมูลและศึกษาสภาพปัจจุบันในการใช้พลังงานไฟฟ้าโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ย้อนหลัง 2 ปี (พ.ศ. 2560-2561) และวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ระบบสนับสนุนการผลิตและสำนักงาน

2) วิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิตของเครื่องพิมพ์ที่เป็นเครื่องจักรหลัก จากสมการ ค่าการใช้พลังงานจำเพาะเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องจักรหารด้วยผลผลิตที่ได้ เพื่อหาประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นแนวทางในการค้นหามาตรการปรับปรุง

3) เสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ส่วนงานที่รับผิดชอบเพื่อพิจารณาตัดสินใจในการดำเนินปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้า

4) เลือกแนวทางเพื่อดำเนินการปรับปรุงและแสดงผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า

5) สรุปผลเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า

เครื่องมือวัดที่ใช้เก็บข้อมูล ประกอบด้วยเครื่องมือตรวจวัดกำลังไฟฟ้า(Electrical Power Meter) เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermal Meter) เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ (Hygrometer หรือ Psychometer) เครื่องวัดความเร็วลม(Anemometer) เครื่องวัดแสง (Lux Meter) เครื่องวัดระยะความยาว (Distance Meter) เครื่องจับเวลา (Stopwatch)

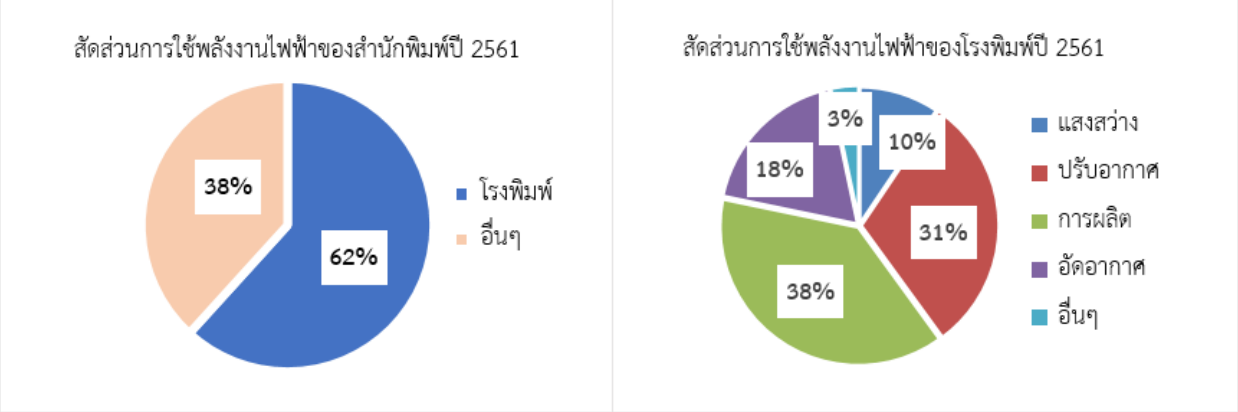
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1 การวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานของโรงพิมพ์

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชมีพนักงาน 140 คน เวลาทำงานปกติ 08:30-16:30 น. ยกเว้นส่วนการผลิตที่ทำงานล่วงเวลาจะเลิกเวลา 19.30 น. การใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีการเตรียมงานและระบบสนับสนุนการผลิตก่อน โดยเริ่มตั้งแต่เวลา 08:00 น. การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์เป็นส่วนหนึ่งของสำนักพิมพ์ โดยในปี พ.ศ. 2561 โรงพิมพ์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับร้อยละ 62 ของสำนักพิมพ์ ส่วนพลังงานที่ใช้ในโรงพิมพ์แบ่งเป็นพลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบการผลิตสิ่งพิมพ์ร้อยละ 38 ระบบปรับอากาศร้อยละ 31 ระบบอัดอากาศร้อยละ 18 ระบบแสงสว่างร้อยละ 10 และอื่นๆ ร้อยละ 3 โรงพิมพ์ใช้พลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงประเภทอัตราตามช่วงเวลาของการใช้(Time of Use Rate : TOU) มีค่าพลังงานไฟฟ้าช่วง Peak (เวลา 9:00-22:00 น.) เท่ากับ 4.1839 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง และค่าพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak (เวลา22:00-09:00 น.) และวันหยุดเสาร์ -

วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคลและวันหยุดชดเชย) เท่ากับ 2.6037 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง [8] จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานของโรงพิมพ์ส่วนมากอยู่ในช่วงของค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูงและจากผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า(Power Factor : PF.) ที่ต่ำกว่าพิกัดของการไฟฟ้านครหลวงกำหนดไว้[8]

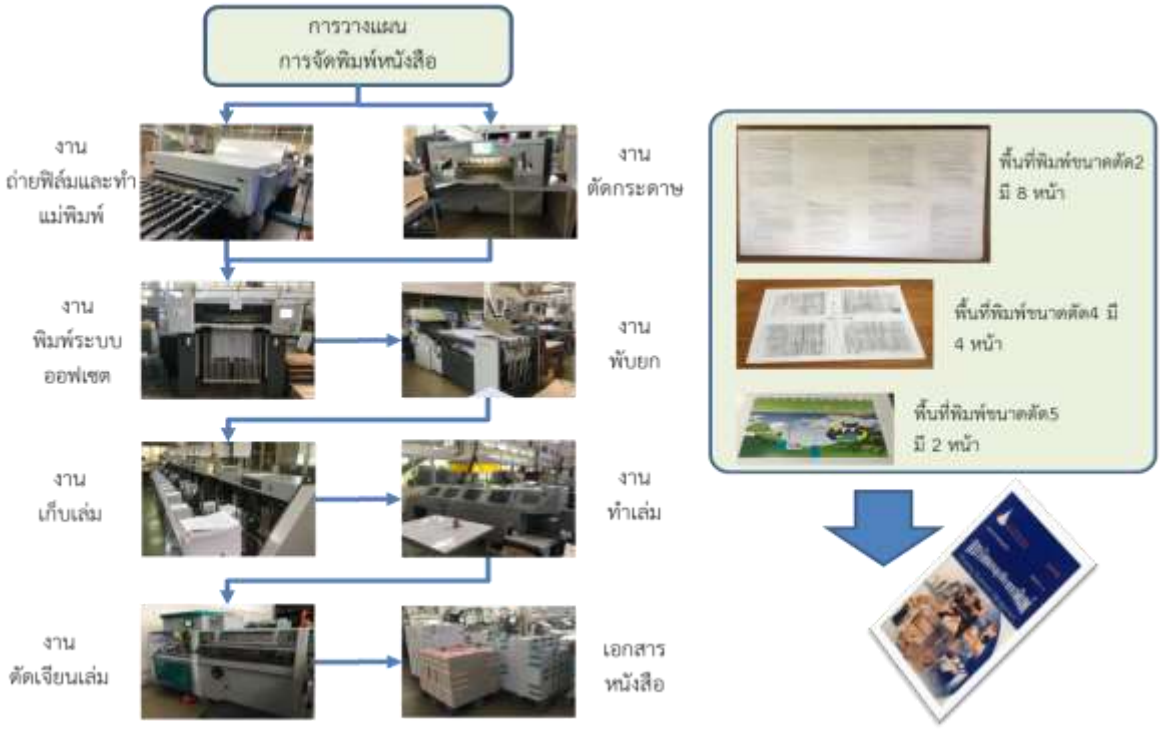
แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยทำได้ 3 แนวทาง ได้แก่ 1) การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า(Power Factor : PF.) 2) การควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าของโรงพิมพ์ และ 3) การติดตั้งโซล่าร์เซลล์เพื่อช่วยลดพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 1 สัดส่วนการใช้พลังงานของโรงพิมพ์ (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

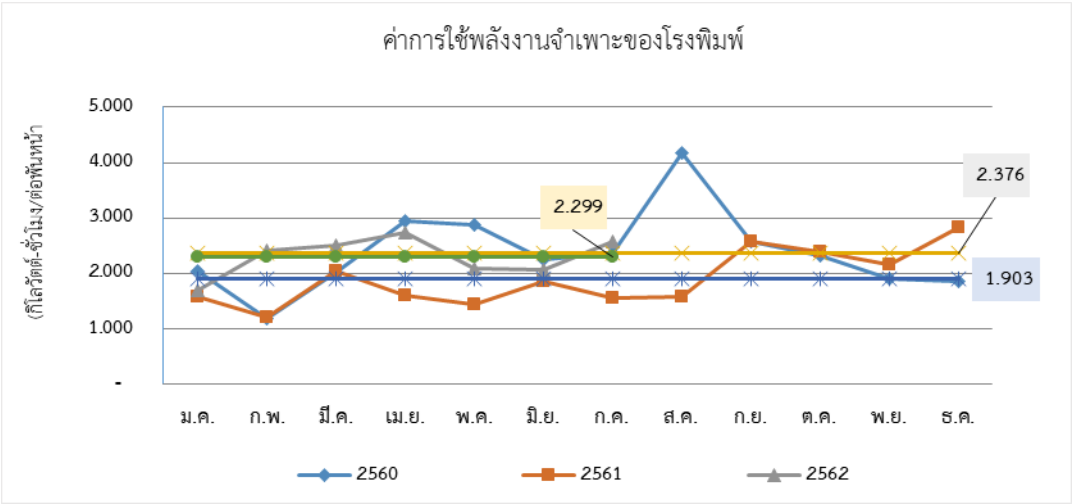
2 การวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิตของเครื่องจักรหลักในกระบวนการพิมพ์

กระบวนการผลิตของโรงพิมพ์มหาวิทยาลัย[9] ใช้ระบบการพิมพ์ออฟเซตในการผลิตสิ่งพิมพ์ ซึ่งสิ่งพิมพ์หลักที่ผลิตเป็นหนังสือหรือเอกสารการสอนสำหรับการเรียนการสอนในหลักสูตรต่างๆ เริ่มจากการวางแผนการผลิตในหน่วยงานผลิตต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสิ่งพิมพ์ประกอบด้วย งานถ่ายฟิล์มและทำแม่พิมพ์เพื่อทำแม่พิมพ์ออฟเซตด้วยเครื่องทำแม่พิมพ์ระบบคอมพิวเตอร์ทูเพลท (computer to plate system) งานตัดกระดาษเพื่อเบิกกระดาษมาตัดด้วยเครื่องตัดกระดาษตามขนาดกระดาษที่ใช้พิมพ์บนเครื่องพิมพ์ งานพิมพ์นำแม่พิมพ์ออฟเซตจากงานทำแม่พิมพ์และกระดาษจากงานตัดกระดาษมาใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ออฟเซต เมื่อพิมพ์เสร็จส่งให้งานพับยกซึ่งใช้เครื่องพับยก เมื่อพับยกเสร็จส่งไปเก็บเล่มซึ่งใช้เครื่องเก็บเล่มดำเนินการจากนั้นงานพิมพ์ที่เก็บเล่มจนครบยกแล้ว ส่งไปทำเล่มซึ่งส่วนใหญ่ทำเล่มด้วยเครื่องไสสันทากาว เมื่อได้เป็นเล่มสิ่งพิมพ์แล้วขั้นตอนถัดไปนำไปตัดเจียนเล่มตามขนาดหนังสือและห่อเพื่อรอส่งให้กับลูกค้า ตามรูปที่ 2 ผลผลิตของโรงพิมพ์สุดท้ายเป็นเล่มหนังสือ ซึ่งแต่ละเล่มมีจำนวนหน้าไม่เท่ากัน อีกทั้งเครื่องพิมพ์แต่ละเครื่องมีขนาดกระดาษพิมพ์ที่ขึ้นพิมพ์ไม่เท่ากัน ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิตของการพิมพ์ในงานวิจัยนี้ จึงพิจารณาใช้พื้นที่การพิมพ์เป็น 1,000 หน้าหนังสือ ขนาดเอสี่ (A4)



รูปที่ 2 กระบวนการพิมพ์ระบบออฟเซตและผลผลิตการพิมพ์ (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

เมื่อวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ(SEC) ต่อ 1,000 หน้าหนังสือขนาดเอสี่ของโรงพิมพ์พบว่าค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานจำเพาะของโรงพิมพ์ปี พ.ศ. 2560 มีค่าเท่ากับ 2.376 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อ 1,000 หน้าเอสี่ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าของปี พ.ศ. 2561 เท่ากับร้อยละ 19.9 ทำให้เห็นว่าปี พ.ศ. 2561 มีการใช้พลังงานจำเพาะของโรงพิมพ์ดีกว่าปี พ.ศ. 2560 เนื่องจากได้ ผลผลิตมากกว่าร้อยละ 13.6

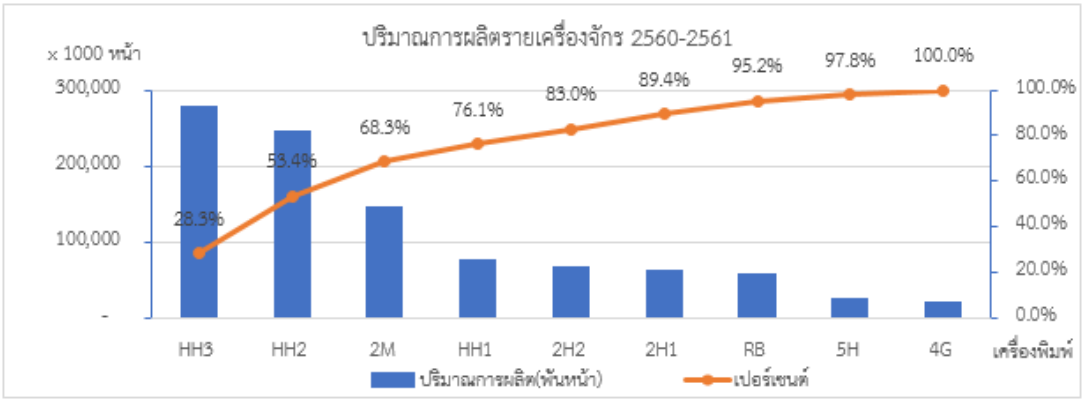


รูปที่ 3 ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ(SEC) ของโรงพิมพ์ (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

จากกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ทั้งหมดของโรงพิมพ์มาวิเคราะห์การใช้พลังงานในแต่ละเครื่องจักรผลิตของโรงพิมพ์พบว่าเครื่องจักรที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามีดังนี้ เครื่องทำแม่พิมพ์ระบบคอมพิวเตอร์ทูเพลท 2 เครื่อง เครื่องตัดกระดาษ 2 เครื่อง เครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต 9 เครื่อง เครื่องพับยก 4 เครื่อง เครื่องเก็บเล่ม 2 เครื่อง เครื่องทำเล่มใสสันทากาว 1 เครื่อง เครื่องตัดเจียนหนังสือ 3 ใบมีด 1 เครื่อง พัดลมอุตสาหกรรม 18 เครื่อง และเครื่องล้างแม่พิมพ์ 2 เครื่อง จากการตรวจวัดพบว่าการใช้พลังงานในเครื่องพิมพ์ มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดถึงร้อยละ 57 ตามรูปที่ 4 ดังนั้นต้องพิจารณาหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องพิมพ์เป็นสำคัญ

รูปที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรผลิตในกระบวนการพิมพ์หนังสือ (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

เมื่อมาวิเคราะห์ผลผลิตการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซตของปีพ.ศ. 2560-2561 และจัดลำดับตามปริมาณการพิมพ์ของเครื่องแต่ละเครื่อง พบว่าปริมาณการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ HH3 เครื่องพิมพ์ HH2 เครื่องพิมพ์ 2M เครื่องพิมพ์ HH1 เครื่องพิมพ์ 2H2 เครื่องพิมพ์ 2H1 เครื่องพิมพ์ RB เครื่องพิมพ์ 5H และ เครื่องพิมพ์ G4 ตามลำดับ ปริมาณการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ HH3 ร้อยละ 28.3 และ เครื่องพิมพ์ HH2 ร้อยละ 25.0 ของผลผลิตการพิมพ์ทั้งหมด ดังนั้นจึงพิจารณาเครื่องพิมพ์ HH3 เครื่องพิมพ์ HH2 เป็นหลัก ดังรูปที่ 5



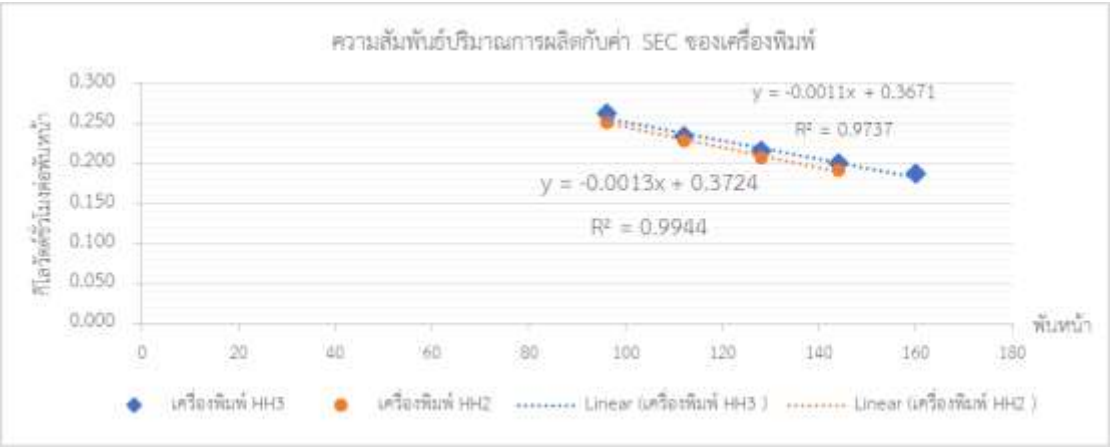
รูปที่ 5 จัดลำดับปริมาณการผลิตของเครื่องพิมพ์ออฟเซตทั้งหมดในโรงพิมพ์ (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

เมื่อวิเคราะห์ผลตรวจวัดค่าการใช้พลังงานจำเพาะของเครื่องพิมพ์ ตามอัตราความเร็วของการพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ HH3 และเครื่องพิมพ์ HH2 พบว่าค่าการใช้พลังงานจำเพาะจะลดลงเมื่อปรับความเร็วเพิ่มขึ้น และตามตารางที่ 1 แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นของเครื่องพิมพ์ HH3 และเครื่องพิมพ์ HH2 จึงสรุปได้ว่าถ้าความเร็วของการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยการผลิตลดลง แต่อย่างไรก็ตามความเร็วในการพิมพ์ของแต่ละเครื่องนั้นขึ้นอยู่กับรายละเอียดทางเทคนิคและความสามารถของเครื่อง รวมถึงจำนวนการสั่งพิมพ์ ถ้าจำนวนพิมพ์น้อยต้องหยุดเครื่องเพื่อปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์บ่อย ทำให้การใช้งานเครื่องพิมพ์ความเร็วของการพิมพ์ลดลง ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานลดลงเช่นกัน

ตารางที่ 1 การตรวจวัดการใช้พลังงานในกระบวนการพิมพ์ระบบออฟเซต (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

ความเร็ว			เครื่องพิมพ์ HH3			เครื่องพิมพ์ HH2		
(พันหน้า/ชั่วโมง)	(แผ่น/ชั่วโมง)	อัตราส่วนการเพิ่มจากฐาน (%)	กำลังไฟฟ้า (kW)	SEC (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อพันหน้า)	อัตราส่วน SEC การเพิ่มจากฐาน (%)	กำลังไฟฟ้า (kW)	SEC (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อพันหน้า)	อัตราส่วน SEC การเพิ่มจากฐาน (%)
96	6000	0	25.2	0.263	0	24.2	0.252	0
112	7000	16.7%	26.3	0.235	-10.5%	25.7	0.229	-9.0%
128	8000	33.3%	27.6	0.216	-17.9%	26.6	0.208	-17.6%
144	9000	50.0%	28.8	0.200	-23.8%	27.6	0.192	-24.0%
160	10000	66.7%	30.1	0.188	-28.3%	-	-	-

ความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตกับค่าการใช้พลังงานจำเพาะ(SEC) [10] ของเครื่องพิมพ์ HH2 และ เครื่องพิมพ์ HH3 ในรูปที่ 6 จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบ และ R2 เท่ากับ 0.99,0.97 ตามลำดับ



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตกับค่าการใช้พลังงานจำเพาะ(SEC)ของเครื่องพิมพ์ HH2 และ เครื่องพิมพ์ HH3 (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

นอกจากนี้ยังได้พิจารณาเครื่องพับยก เครื่องทำเล่มใสสันทากาว และพัดลมอุตสากรรม ถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการปรับปรุง โดยสรุปได้ว่าในกระบวนการผลิตมีแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตได้ 8 แนวทาง ได้แก่ 1)การจัดลำดับการใช้เครื่องพิมพ์ที่มีประสิทธิภาพสูงก่อน 2) การลดเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์ 3)การลดเวลาเดินเครื่องตัวเปล่าของเครื่องพิมพ์ เครื่องทำเล่มใสสันทากาว และเครื่องพับ 4)การลดของเสียในการพิมพ์ 5)การเพิ่มความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ HH2,HH3 6) ลดการใช้เครื่องอัดอากาศในเครื่องพิมพ์ให้ใช้ระบบอากาศอัดส่วนกลาง 7) การบำรุงรักษาเครื่องพิมพ์ 8) ปิดพัดลมอุตสาหกรรมเมื่อไม่ใช้งาน

3 การวิเคราะห์การใช้พลังงานของระบบสนันสนุนการผลิต

ระบบสนับสนุนการผลิตได้แก่ ระบบอากาศอัดที่ใช้ในเครื่องจักรในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์และระบบแสงสว่าง

ระบบอากาศอัดพบว่ามีเครื่องอัดอากาศ 1 เครื่องชนิดสกรูมีขนาด 50 แรงม้า (37 กิโลวัตต์) ใช้งานมา 8 ปี จากการตรวจวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศพบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 80% มีสมรรถนะพลังงานการใช้พลังงานเท่ากับ 0.48 กิโลวัตต์ต่อลิตรต่อวินาที มีการใช้งานเครื่องอัดอากาศเพียงร้อยละ 25.7

ระบบส่งอากาศอัด จากการตรวจวัดประสิทธิภาพระบบส่งอากาศอัด พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 27.7 ของการจ่ายระบบอากาศอัด มีการจ่ายอากาศอัดให้กับจุดใช้งานตามรูปที่ 7 และพบมีจุดรั่วไหลของอากาศในระบบท่อส่งอากาศอัดและจุดใช้งาน 5 จุด สาเหตุมาจากการชำรุดของอุปกรณ์

แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบอากาศอัด[11] มี 6 แนวทาง ได้แก่ 1) การเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง 2) การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศด้วย Power Save 3)การลดการรั่วไหล่ของอากาศอัด 4)การลดขนาดของเครื่องอัดอากาศ 5)การลดระดับแรงดันการใช้งานจาก 7-8 Bar มาเป็น 6-7 Bar และ 6)การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ

รูปที่ 7 การตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศและจุดรั่วไหลของอากาศอัด (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

ระบบแสงสว่างของโรงพิมพ์พบว่าหลอดไฟที่ใช้ส่วนมากเป็นหลอดไฟแบบฟลูออเรสเซนต์ มีขนาด 36 วัตต์ และ 18 วัตต์ ใช้ร่วมกับบาลาสแกนเหล็กธรรมดา ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานที่ออกมาเป็นความร้อนขนาด 8-12 วัตต์ จากการตรวจวัดระดับค่าส่องสว่างพบว่าหลายพื้นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน การจัดผังการทำงานกับการให้แสงสว่างยังไม่เหมาะสม การควบคุมการใช้งานพบว่าไม่ปิดสวิทช์เมื่อไม่ใช้งาน

แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง [4] มี 5 แนวทาง ได้แก่ 1)การเปลี่ยนหลอดไฟ Fluorescent เป็นหลอด LED 2)การจัดผังจุดทำงานให้ระดับการส่องสว่างให้เหมาะสม 3)การเพิ่มการใช้แสงสว่างธรรมชาติ 4)การแยกสวิทช์ควบคุมการเปิดปิดไฟแสงสว่าง 5)การควบคุมการเปิดปิดไฟแสงสว่างด้วยชุดตั้งเวลา

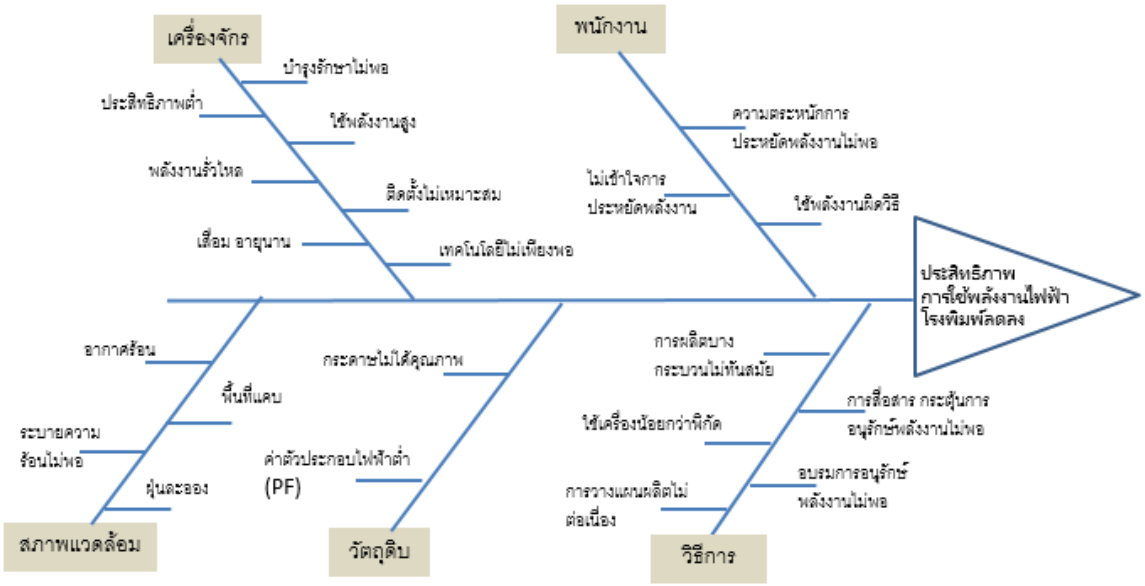
4 การวิเคราะห์การใช้พลังงานของสำนักงาน

การใช้พลังงานของสำนักงานอยู่ที่ระบบปรับอากาศเป็นหลัก เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในสำนักงานเป็นชนิดแบบแยกส่วนมีทั้งหมดจำนวน 39 เครื่อง จากการตรวจวัดพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศต่ำกว่ามาตรฐานเนื่องจากมีการใช้งานมานาน การระบายความร้อนของชุดคอนเดนเซอร์ไม่ดี เนื่องจากตำแหน่งติดตั้งไม่เหมาะสม และอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง การใช้งานเครื่องปรับอากาศมีการปรับตั้งอุณหภูมิไม่เหมาะสม ปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศลดลง

แนวทางในการปรับปรุงการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศมี 6 แนวทาง ได้แก่ 1)การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นเครื่องประสิทธิภาพสูง 2)การปรับปรุงการระบายอากาศของชุดคอนเด็นเซอร์ 3)การควบคุมอุณหภูมิการใช้งานที่ 25 องศาเซลเซียส 4)การติดตั้งระบบควบคุมการเปิดปิดอัตโนมัติ 5)การลดการรั่วไหลในห้องปรับอากาศ 6)การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

5 การดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานของโรงพิมพ์ในกระบวนการผลิต ระบบสนับสนุนการผลิตและสำนักงาน จากแผนภูมิเหตุและผล พบว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ลดลงมาจากหลายสาเหตุตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์ลดลง (ชัชวาล สมานสุข, 2562)

สรุปแนวทางในปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงพิมพ์มีทั้งหมด 28 แนวทาง ระบบไฟฟ้ามี 3 แนวทางระบบผลิตมี 8 แนวทางระบบอากาศอัดมี 6 แนวทาง ระบบแสงสว่างมี 5 แนวทางและระบบปรับอากาศมี 6 แนวทาง ในงานวิจัยนี้ได้

ดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 2 แนวทาง โดยพิจารณาจากเกณฑ์ 3 ด้าน (1) ขนาดการใช้พลังงาน (2) ชั่วโมงการใช้งาน (3) ศักยภาพในการปรับปรุง ได้แนวทางดังนี้

การลดการรั่วไหลของระบบอากาศอัด ดำเนินการปรับปรุงโดยการแก้ไขอากาศอัดรั่วที่ระบบส่งอากาศอัด จุดต่อของท่อและเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดของกระบอกสูบนิวเมติก

การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศด้วย Power Save ดำเนินการปรับปรุงโดยติดตั้งชุด Power Save ที่เครื่องอัดอากาศ ช่วยลดกำลังไฟฟ้าและค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

6 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังปรับปรุง

ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังปรับปรุงในสองแนวทางที่ดำเนินการได้ผลดังนี้

การลดการรั่วไหล่ของระบบอากาศอัด สามารถลดการรั่วไหลของระบบอากาศอัดลดลง เท่ากับร้อยละ 13.9 สามารถประหยัดพลังงานได้เท่ากับ 2,982 kWh/ปี คิดเป็นค่าพลังงานที่ลดลงไปได้เท่ากับ 13,777 บาท/ปี งบประมาณลงทุนเท่ากับ 1,000 บาท คุ้มทุนภายใน 0.07 ปีหรือเท่ากับ 0.8 เดือน

การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศด้วย Power Save สามารถเพิ่มสมรรถนะเครื่องอัดอากาศได้ เท่ากับร้อยละ 40.0 สามารถประหยัดพลังงานได้เท่ากับ 49,547 kWh/ปี คิดเป็นค่าพลังงานที่ลดลงไปได้เท่ากับ 228,908 บาท/ปี งบประมาณลงทุนเท่ากับ 26,900 บาท คุ้มทุนภายใน 0.12 ปีหรือเท่ากับ 1.4 เดือน

สรุปผลการวิจัย

การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงพิมพ์ มีแนวทางการปฏิบัติดังนี้ การลดการใช้พลังงาน การลดความต้องการพลังไฟฟ้า การเปลี่ยนเวลาใช้พลังงานไปช่วงที่อัตราถูกกว่า การผลิตพลังงานใช้เอง การใช้เครื่องจักรเต็มพิกัด การลดการเดินเครื่องตัวเปล่า การลดการสูญเสียพลังงาน การบำรุงรักษาให้เครื่องจักรพร้อมใช้งานและมีประสิทธิภาพ การใช้เครื่องจักรอย่างถูกวิธี สรุปได้ว่าโรงพิมพ์ยังมีศักยภาพในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานทั้งทางด้านเทคนิค ด้านมูลค่าพลังงานและการใช้พลังงาน ทั้งในพื้นที่กระบวนการพิมพ์ ระบบสนับสนุนการผลิตและสำนักงาน จึงได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงานของโรงพิมพ์ทั้งหมด 28 แนวทาง และได้เลือกนำมาปรับปรุง 2 แนวทาง เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงพิมพ์ก่อนและหลังการปรับปรุง ผลประหยัดรวมที่เกิดขึ้นจริง สามารถประหยัดพลังงานได้เท่ากับ 52,529 kWh/ปี คิดเป็นค่าพลังงานที่ลดลงไปได้เท่ากับ 242,685 บาท/ปี งบประมาณลงทุนเท่ากับ 27,900 บาท คุ้มทุนภายใน 0.11 ปีหรือเท่ากับ 1.3 เดือน และจากผลการวิจัยมีแนวทางการปรับปรุงในอนาคตที่สามารถดำเนินการต่อยอดได้ โดยแนวทางการเลือกให้เลือกแนวทางที่สามารถดำเนินการได้ง่ายๆ ลงทุนน้อยก่อนแล้วขยายผลไปยังแนวทางที่ต้องใช้งบประมาณที่สูงขึ้น ซึ่งจะต้องวางแผน จัดสรรทรัพยากรและงบประมาณให้พร้อม ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงพิมพ์ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.).(2561).รายงานประจำปี 2561. กรุงเทพมหานคร. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแหศประเทศไทย (กฟผ.).

[2] ชมพูนิกข์ นามสุวรรณ. (2558). การอนุรักษ์พลังงานภายในโรงพยาบาล: กรณีศึกษาโรงพยาบาลเจ้าพระยายามราช. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11 หน้า 1406-1411

[3] จิตติพัฒน์ สงวนสิน. (2558). การจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[4] กฤษณะ วิวัฒนชีวิน, ศักดิ์ชาย รักการ, อัตถกร กลั่นความดีและธนาคม สกุลไทย. (2560). การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอุตสาหกรรมการผลิต เครื่องสำอาง. มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

[5] กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2560). คู่มือฝึกอบรมการประเมินศักยภาพการอนุรักษาพลังงาน (ภาคปฏิบัติ). กรุงเทพมหานคร

[6] พิเชฐ ปะเสนะ, สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์. (2557). การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสู่มาตรฐานสากล ISO 50001:2011 สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[7] สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2558). การอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศ แหล่งที่มา http://www.iie.or.th/iie2016/download.php

[8] การไฟฟ้านครหลวง (2561) อัตราค่าไฟฟ้าประเภท 3 กิจการขนาดกลาง
แหล่งที่มา https://www.mea.or.th/profile/109/113

[9] สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2561). รายงานผลโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนามาตรฐานบริการเพื่อยกระดับคุณภาพองค์กรสำนักพิมพ์”กรุงเทพมหานคร

[10] ไชยะ แช่มช้อย. (2554).การใช้เทคนิค SPC กับงานการจัดการพลังงาน.(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[11] รัฐพล ชื่นเจริญ. (2559). การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในระบบท่อส่งจ่ายอากาศอัดระหว่างระบบปลายปิดและระบบวงปิด กรณีศึกษาของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตคอมเพรสเซอร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.