การประเมินการอนุรักษ์พลังงานในบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

กฤตภาส มงคลธำรงกุล* พัชราภรณ์ สุขกันตะ และเมธิณ ใจเกื้อ

สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานและการจัดการ คณะวิทยาศาสตร์ พลังงานและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง ระยอง 21120
*E-mail: krittaphas.m@sciee.kmutnb.ac.th

รับบทความ: 15 มีนาคม 2563 แก้ไขบทความ: 18 มิถุนายน 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 22 กรกฎาคม 2563

บทคัดย่อ

การจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานจำเป็นต้องจัดทำอย่างเหมาะสมต่อการใช้พลังงานในแต่ละระบบ ทั้งนี้ผลลัพธ์อาจมีความแตกต่างกันไปตามการกำหนดมาตรการและวิธีการดำเนินมาตรการ โดยมักประเมินประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานจากผลประหยัดและระยะเวลาคืนทุน งานวิจัยนี้ต้องการหามาตรการอนุรักษ์พลังงานของบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ต้นแบบในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอัดอากาศ เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานรวมทั้งประเมินศักยภาพการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ผลการดำเนินงานพบว่าระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานมากที่สุด การดำเนินมาตรการในระบบนี้จึงมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนี้การดำเนินการตามมาตรการสามารถลดการใช้พลังงานของทุกระบบลงได้ 742,363.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัดประมาณ 2,665,083.10 บาทต่อปี ทั้งนี้ภาพรวมจากการอนุรักษ์พลังงานนี้สามารถลดการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณ 402.4744 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า งานวิจัยนี้จึงเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนและนำไปสู่การเป็นสังคมคาร์บอนต่ำเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

คำสำคัญ: การจัดการพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ภาวะโลกร้อน สังคมคาร์บอนต่ำ ชิ้นส่วนรถยนต์

Assessment of Energy Conservation in the Auto Part Manufacturing Company

Krittaphas Mongkoldhumrongkul*, Phatcharapron Sukkanta and Mathin Jaikua

Program Study of Energy Technology and Management, Faculty of Science, Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (Rayong Campus), Rayong 21120, Thailand
*E-mail: krittaphas.m@sciee.kmutnb.ac.th

Received: 15 March 2020 Revised: 18 June 2020 Accepted: 22 July 2020

Abstract

The energy conservation measures are needed to be appropriately implemented for individual system. However, the obtained measures may depend on the particular regulation and implementation applying on the system. The energy conservation efficiency is usually evaluated by the outcome of energy–saving and payback periods. This research aimed to discover energy conservation measures of the auto part manufacturing company in the lighting, the air conditioning, and the compressed air system, in order to conduct the measures for energy conservation and to assess the potential to reduce greenhouse gas emission while increasing the efficiency of energy consumption. After the measures was applied, the results revealed that the air conditioning system consumed highest amount of energy, thus the implemented measures exerted the most efficiently on this system. The implementation of the measures could entirely reduce energy use at 742,363.00 kilowatt–hours per year that had the value of 2,665,083.10 baht saving per year. Moreover, these implementations could reduce carbon dioxide emission approximately at 402.4744 tons of carbon dioxide equivalent. This research therefore helps in reducing global warming and leads to a low–carbon society for sustainable development.

Keywords: Energy management, Energy Conservation, Global warming, Low–carbon society, Auto part

บทนำ

ในปี พ.ศ. 2561 พบว่าประเทศไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นเกือบทุกสาขาเศรษฐกิจ โดยในด้านอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.7 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด ซึ่งสัดส่วนการใช้พลังงานด้านอุตสาหกรรม ด้านบ้านที่อยู่อาศัย ด้านธุรกิจการค้า และด้านการขนส่ง แบ่งเป็นร้อยละ 35.9 ร้อยละ

13.2 ร้อยละ 7.8 และร้อยละ 39.7 ตามลำดับ (DEDE, 2018) ซึ่งในทุก ๆ ปีมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจึงต้องมีการนำเข้าพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายและต้นทุนด้านพลังงานเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะกระทบต่อการดำรงชีวิตในหลากหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านธุรกิจการค้าที่มีการแข่งขันสูง ดังนั้นการลดต้นทุนด้านพลังงานจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงเนื่องจากพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาประเทศและเศรษฐกิจในหลากหลายด้าน เช่น อุตสาหกรรม เกษตรกรรม ธุรกิจการค้า ที่อยู่อาศัย และคมนาคมขนส่ง เป็นต้น (internet, 2019) ขณะเดียวกันการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นยังส่งผลกระทบต่อความรุนแรงของภาวะโลกร้อนอีกด้วย

สำหรับภาคอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นอย่างมากโดยจำเป็นต้องมีการใช้พลังงานในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการใช้พลังงานอย่างรู้ค่าและมีประสิทธิภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับโรงงานควบคุมส่วนใหญ่ในภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานในรูปแบบไฟฟ้าและความร้อนในปริมาณมาก (DEDE, 2007a) จึงจำเป็นต้องมีการจัดการพลังงานที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งหลักการที่สำคัญของการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม คือ ลดการใช้พลังงานลงด้วยวิธีการใช้พลังงานอย่างเหมาะสม เพื่อประโยชน์สูงสุดโดยไม่กระทบต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หลักการอนุรักษ์พลังงานที่สำคัญ ได้แก่ การบำรุงรักษาและการดูแลเบื้องต้น การปรับปรุงกระบวนการเดิมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดการสูญเสียลง และการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (DEDE, 2007b) การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงแล้วยังเป็นการลดต้นทุนในการผลิตทำให้สามารถที่จะแข่งกันกับโรงงานอื่นในอุตสาหกรรมได้ นอกจากนี้การอนุรักษ์พลังงานยังเป็นการบรรเทาสภาวะโลกร้อนอีกทางหนึ่งด้วย เนื่องจากสภาวะโลกร้อนที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ ได้นั้นมีสาเหตุหลักมาจากความหนาแน่นของปริมาณแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศซึ่งถูกปล่อยออกมาจากอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานในการผลิต

ที่ผ่านมามีการศึกษาทางด้านการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมโดยรวบรวมมาตรการอนุรักษ์พลังงานจากสถานประกอบการตัวอย่างที่ประสบผลสำเร็จอย่างสูง พบว่า การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดพลังงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักรเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานมากที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรม คือ ประมาณ 51,963.28 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี สามารถคำนวณผลประหยัดตามมาตรการอนุรักษ์พลังงาน คิดเป็นมูลค่า 83,421,250.71 บาทต่อปี โดยใช้เงินลงทุนทั้งสิ้น 36,579,866.82 บาท (Nimnuan *et al*., 2012) นอกจากนี้งานวิจัยของ Kruewal (2005) ได้นำเทคนิควิศวกรรมคุณค่าไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานภายในโรงงานผลไม้อบแห้ง และโรงงานสิ่งทอประเภทลูกไม้ โดยมาตรการสำหรับโรงงานผลไม้อบแห้ง ได้แก่ การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศลง 10 องศาเซลเซียส การปรับความดันใช้งานเครื่องอัดอากาศที่ระดับ 6 บาร์ การจัดจำนวนพนักงานให้เข้าทำงานเต็มประสิทธิภาพของเครื่องจักร การลดปริมาณน้ำ-

ล้นจากการต้ม และการเพิ่มอุณหภูมิน้ำป้อนหม้อต้มน้ำ จากการดำเนินมาตรการสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าและค่าถ่านหินได้ทั้งสิ้น 765,663.00 บาทต่อปี ส่วนมาตรการสำหรับโรงงานสิ่งทอประเภทลูกไม้ ได้แก่ การลดภาระมอเตอร์ การใช้แสงสว่างจากธรรมชาติแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า และการเพิ่มตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (load factor) ของโรงงาน คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ลดลงจากการดำเนินมาตรการทั้งสิ้น 343,203.00 บาทต่อปี สอดคล้องกับการศึกษาของ (Limchupornwikul, 1987) ซึ่งศึกษาการใช้ไฟฟ้าของโรงงานผลิตสบู่ โดยการย้ายสายการผลิตที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงบางสายไปทำงานในกะกลางคืน และติดตั้งคาพาซิเตอร์ในสายการผลิตย่อยบางสายทำให้สามารถเพิ่มค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าจาก 0.79 เป็น 0.85 ซึ่งสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ 320,000.00 บาทต่อปี และการศึกษาของ Phachoensukchanachok (2007) ซึ่งเน้นหาแนวทางการลดใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมรองเท้า พบว่าสาเหตุหลักในการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบเครื่องจักรกล และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (power factor) มีค่าต่ำ จึงได้เสนอให้ปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ทำให้สามารถลดการใช้ไฟฟ้าปีละ 23,796.00 หน่วย คิดเป็นเงิน 47,592.00 บาท โดยใช้เงินลงทุน 18,000.00 บาท กำหนดอายุโครงการ 5 ปี มีจุดคุ้มทุน 5 เดือน อัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 21.8

เมื่อพิจารณาอุตสาหกรรมเหล็กเน้นวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบอากาศอัด และระบบพัดลมระบายอากาศ โดยมีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้ 1) มาตรการปรับลดแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสม 2) ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น 3) ปรับเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน 4) มาตรการบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ 5) มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง 6) มาตรการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและติดตั้งอุปกรณ์ลดความเร็วรอบมอเตอร์ 7) การลดการรั่วไหลของระบบอากาศอัด (Aongkanon, 2018; Chuwong *et al*., 2015) สำหรับอุตสาหกรรมคอนกรีตมุ่งเน้นมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าและมาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง โดยได้ผลประหยัดไฟฟ้า 29,735.90 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี หรือ 1,555,788.60 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 15.44 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา ใช้เงินทุนทั้งสิ้น 84,885.00 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.95 ปี (Phomprasit, 2016) ขณะที่อุตสาหกรรมกระดาษ พบว่ามีการใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน โดยแนวทางการลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าทำได้โดยลดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด และการปรับปรุงสภาพการส่องสว่างภายในบริเวณทำงาน สำหรับด้านพลังงานความร้อนทำได้โดยการลดความชื้นของขี้เลื่อยที่นำมาทำเป็นเชื้อเพลิง การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ในระบบเปิดและปิด การหุ้มฉนวนผิวถ่ายเทความร้อน และการปรับปรุงระบบการผลิต (Sriphadet, 1990)

โรงงานควบคุมแต่ละแห่งมีการใช้พลังงานหลายระบบขึ้นอยู่กับลักษณะประเภทอุตสาหกรรมการผลิตของโรงงานควบคุมนั้น ๆ ซึ่งระบบที่มีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมากภายในโรงงานควบคุม ได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอัดอากาศ โดยการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานมีความจำเป็นต้องจัดทำให้เหมาะสมต่อการใช้พลังงานในแต่ละระบบ เนื่อง-

จากมาตรการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละระบบนั้นจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับการกำหนดมาตรการและวิธีการดำเนินการตามมาตรการ โดยสิ่งที่จำเป็นต้องคำนึงถึงมากที่สุดคือความคุ้มค่าในการดำเนินการในรูปของผลประหยัดเมื่อเทียบกับระยะเวลาคืนทุน นอกจากนี้แล้วการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานควบคุมแต่ละประเภทอุตสาหกรรมยังมีความแตกต่างกันอีกด้วย งานวิจัยทางด้านการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เน้นการหาผลประหยัดเพื่อที่จะสามารถแข่งขันในอุตสาหกรรมแต่ยังมิได้ให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมเท่าที่ควร งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาการใช้พลังงานในบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ต้นแบบเพื่อหาแนวทางในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การคำนวณผลประหยัด และระยะเวลาคืนทุน ตลอดจนการคำนวณค่าการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากผลประหยัดในระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอัดอากาศ เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานและแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาและตรวจประเมินการใช้พลังงานเบื้องต้น

ดำเนินการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานภายในบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ต้นแบบ โดยพิจารณาจากแบบพิมพ์เขียว ป้ายชื่ออุปกรณ์ เอกสารกำกับเครื่องมือ การวัดค่าพลังงานไฟฟ้า และการสอบถามข้อมูลจากทางบริษัท รวมทั้งทำการประเมินในแต่ละห้อง เพื่อให้ทราบข้อมูลสำหรับการตรวจประเมินเบื้องต้นในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ ขนาดพื้นที่ จำนวนหลอดไฟ ขนาดกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ ลักษณะการติดตั้งหลอดไฟ และระยะเวลาการเปิดใช้งาน ข้อมูลสำหรับตรวจประเมินเบื้องต้นในระบบปรับอากาศ ได้แก่ ขนาดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ค่าทางไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ และระยะเวลาการเปิดใช้งาน และข้อมูลสำหรับตรวจประเมินเบื้องต้นในระบบอัดอากาศ ได้แก่ ขนาดการผลิตอากาศอัด ความดันอากาศอัดสูงสุด ขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ และระยะเวลาการเปิดใช้งาน

การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าได้มาจากการอ่านค่าจากมิเตอร์ย่อยที่ติดตั้งในแต่ละเครื่องจักรอุปกรณ์ กรณีที่ไม่มีการติดตั้งมิเตอร์ย่อยจะคำนวณค่าการใช้พลังงานจริงจากสมการที่ (1) (DEDE, 2011)

พลังงานใช้งานจริง = กำลังไฟฟ้าพิกัด × สัดส่วนพิกัด × สัดส่วนการทำงาน × ชั่วโมงทำงานต่อวัน × วันทำงานต่อปี - - - (1)

โดยที่กำลังไฟฟ้าพิกัดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์หาจากคู่มือหรือแผ่นป้ายที่ตัวเครื่อง สัดส่วนการทำงานเป็นการระบุการทำงานจริงของเครื่องจักรอุปกรณ์เมื่อเทียบกับเวลาเปิดใช้งานทั้งหมดเนื่องจากสภาพการใช้งานจริง กำหนดให้มีค่าร้อยละ 80 สำหรับบริษัทต้นแบบมีชั่วโมงการทำงานจำนวน 17 ชั่วโมงต่อวัน และ 253 วันทำงานต่อปี สำหรับสัดส่วนพิกัดนั้นหาได้จากการประมาณการหรืออ้างอิงจากเครื่องจักรอุปกรณ์ที่สามารถตรวจวัดได้แล้วจึงคำนวณค่าดังสมการที่ (2)

สัดส่วนพิกัด = 100 × กำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง / กำลังไฟฟ้าพิกัด - - - (2)

สำหรับการวิเคราะห์การใช้พลังงานสามารถดำเนินการโดยรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละระบบ และข้อมูลปริมาณผลผลิตของบริษัทมาคำนวณเพื่อหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (specific energy consumption) ตามสมการที่ (3) เพื่อให้ทราบระบบที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดเพื่อนำมาพิจารณาออกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์–ชั่วโมง) / ปริมาณผลผลิต (หน่วย) - - - (3)

การประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานแต่ละระบบ

การตรวจวัดประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสงดำเนินการตรวจวัดตามลักษณะการติดตั้งโคมไฟทั้งหมด 4 แบบ ได้แก่ 1) การวัดความเข้มแสงสว่างแบบเฉลี่ยพื้นที่ 2) การวัดความเข้มแสงสว่างแบบหลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนแถวมากกว่าสองแถว 3) การวัดความเข้มแสงสว่างแบบไฟดวงเดียวติดกลางห้อง และ 4) การวัดความเข้มแสงสว่างแบบหลอดไฟติดตั้งแถวเดียวกลางห้อง (DEDE, 2011) จากนั้นนำค่าความเข้มแสงสว่างที่ได้จากการวัดตามจุดมาคำนวณเพื่อหาค่าความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (RTGG, 2018)

การตรวจวัดประสิทธิภาพในระบบปรับอากาศ โดยใช้เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า เครื่องวัดความเร็วลม ตลับเมตร และเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อตรวจวัดพิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ปริมาณลมหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ ความเร็วลมเฉลี่ยด้านลมกลับ พื้นที่หน้าตัดของช่องลมกลับ เอนทาลปีของอากาศด้านลมกลับและด้านลมจ่าย นำค่าดังกล่าวมาคำนวณหาประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานที่กำหนดโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (EGAT, 2018)

การตรวจวัดประสิทธิภาพในระบบอัดอากาศโดยดำเนินการตรวจวัดพิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศปริมาณอากาศอัด เพื่อนำไปหาสัดส่วนประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศตามที่มาตรฐานกำหนด (DEDE, 2017)

การวิเคราะห์มาตรการ ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และศักยภาพการลดแก๊สเรือนกระจก

ดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแบ่งเป็น 4 สาเหตุหลัก ได้แก่ อุปกรณ์ ลักษณะพื้นที่ บุคลากร และการจัดการ ประเมินศักยภาพในการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน กำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน และประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์จากการดำเนินมาตรการ โดยคำนวณหาผลประหยัดและระยะเวลาคืนทุนจากการดำเนินมาตรการ ใช้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ต้นแบบมีค่าเท่ากับ 3.59 บาทต่อกิโลวัตต์–ชั่วโมง ซึ่งสามารถคำนวณหาได้ตามสมการที่ (4)–(6)

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = พลังงานไฟฟ้าก่อนดำเนินมาตรการ – พลังงานไฟฟ้าหลังดำเนินมาตรการ - - - (4)

ผลประหยัดจากการดำเนินมาตรการ = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ × ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย - - -(5)

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุนทั้งหมดจากการดำเนินมาตรการ / ผลประหยัดจากการดำเนินมาตรการต่อปี - - - (6)

สำหรับการคำนวณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาจากค่าการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยสำหรับโครงการและกิจกรรมลดแก๊สเรือนกระจก โดยองค์การบริหารจัดการแก๊สเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (TGO, 2017) ศักยภาพการลดการเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน คำนวณตามสมการที่ (7)

ศักยภาพการลดแก๊สเรือนกระจก = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ × ค่าการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า - - - (7)

โดยที่ค่าศักยภาพการลดแก๊สเรือนกระจกมีหน่วยเป็น ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้มีหน่วยเป็น เมกะวัตต์–ชั่วโมง สำหรับค่าการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (grid emission factor) สำหรับโครงการทั่วไป มีค่าเท่ากับ 0.5664 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเมกะวัตต์–ชั่วโมง

ผลการวิจัย

ผลการตรวจประเมินการใช้พลังงานเบื้องต้น

อาคารบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ต้นแบบมีจำนวน 2 ชั้น โดยได้ดำเนินการปล่อยให้บริษัทในเครือเช่าพื้นที่บางส่วน จึงตรวจประเมินในส่วนที่บริษัทรับผิดชอบในบริเวณชั้นที่ 2 และบางส่วนของชั้นที่ 1 รวมจำนวนทั้งสิ้น 22 ห้อง และบริเวณต่าง ๆ ภายในบริษัท จำนวน 7 บริเวณ จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ต้นแบบ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2561 เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยมีระยะเวลาทำงาน 253 วันต่อปี มีการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 2,987,900.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.59 บาทต่อกิโลวัตต์–ชั่วโมง เมื่อพิจารณาข้อมูลการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบ พบว่า ระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานสูงที่สุด 1,492,400.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี รองลงมา คือ ระบบการผลิตจำนวน 830,540.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี ระบบแสงสว่างจำนวน 301,453.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี ระบบอื่น ๆ จำนวน 201,753.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี และระบบอัดอากาศจำนวน 155,754.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานตลอดทั้งปี พ.ศ. 2561 และเดือนมกราคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2562 พบว่า ค่าการใช้พลังงานมีลักษณะขึ้นลงสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิต โดยค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2562 มีค่า 122,175.13 กิโลวัตต์–ชั่วโมง ซึ่งลดลงจากค่าเฉลี่ยการใช้ในปี พ.ศ. 2561 (248,975.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมง) ถึงร้อยละ 50.93 เนื่องจากปริมาณผลผลิตที่ลดลง ส่งผลให้การใช้พลังงานลดลงตามไปด้วย

จากการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ พบว่า ในปี พ.ศ. 2561 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,336.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อหน่วย ขณะที่ค่าการใช้พลังงานจำเพาะตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,405.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อหน่วย นั่นคือ ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.00 เนื่องจากในกระบวนการผลิตนั้นจะมีต้นทุนคงที่ของการใช้พลังงานอยู่ เช่น ลักษณะการเปิด–ปิดเครื่องจักรอุปกรณ์และเครื่องปรับอากาศซึ่งจำเป็น

จะต้องเปิดใช้งานระหว่างกระบวนการผลิต โดยชั่วโมงการทำงานในแต่ละวันยังคงเดิม คือ 17 ชั่วโมงทำงานต่อวัน ดังนั้นค่าการใช้พลังงานจำเพาะจึงขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิต ซึ่งในปี พ.ศ. 2561 มีปริมาณผลผลิตสูงกว่าปริมาณผลผลิตในปี พ.ศ. 2562 จึงทำให้มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะที่ต่ำกว่า

การตรวจประเมินเบื้องต้นในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พบว่า มีจำนวนหลอดแอลอีดีขนาด 16 วัตต์ทั้งหมด 2,785 หลอด หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ ทั้งหมด 41 หลอด และโคมสปอร์ตไลท์เมทัลฮาไลด์ขนาด 400 วัตต์ ทั้งหมด 7 หลอด ระยะเวลาการเปิดใช้งานในแต่ละห้องมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเท่ากับ 896.95 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น 226,928.35 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี และมีค่าการใช้พลังงานจำเพาะเท่ากับ 52.34 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อหน่วย คิดเป็นร้อยละ 11.01 ของการใช้พลังงานทั้งหมด

การตรวจประเมินเบื้องต้นในระบบปรับอากาศ พบว่า เครื่องปรับอากาศมีหลายขนาดจึงได้ทำการวัดค่าทางไฟฟ้า และหาค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในแต่ละขนาด โดยเครื่องปรับอากาศขนาด 160,000 บีทียูต่อชั่วโมง จำนวน 22 เครื่อง และเครื่องปรับอากาศขนาด 100,200 บีทียูต่อชั่วโมง จำนวน 5 เครื่อง เปิดใช้งานเป็นระยะเวลา 17 ชั่วโมงต่อวัน เครื่องปรับอากาศขนาด 100,100 บีทียูต่อชั่วโมง จำนวน 16 เครื่อง เปิดใช้งานเป็นระยะเวลา 6.50 ชั่วโมงต่อวัน เครื่องปรับอากาศขนาด 42,600 บีทียูต่อชั่วโมง จำนวน 1 เครื่อง และเครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 บีทียูต่อชั่วโมง จำนวน 1 เครื่อง เปิดใช้งานเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 บีทียูต่อชั่วโมง จำนวน 4 เครื่อง มีการเปิดใช้งานที่แตกต่างกันโดยเปิดใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 3 ชั่วโมงต่อวัน 2 ชั่วโมงต่อวัน และ 1 ชั่วโมงต่อวัน ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของระบบปรับอากาศเท่ากับ 4,035.09 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น 1,020,877.77 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี และมีค่าการใช้พลังงานจำเพาะเท่ากับ 235.44 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อหน่วย คิดเป็นร้อยละ 49.56 ของการใช้พลังงานทั้งหมด

การตรวจประเมินเบื้องต้นในระบบอัดอากาศ พบว่า สถานประกอบการมีเครื่องอัดอากาศชนิดสกรู ยี่ห้อ KOBELCO รุ่น AG37A จำนวน 3 เครื่อง จากทั้งหมด 6 เครื่อง และเปิดใช้งานเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน เนื่องจากระหว่างดำเนินการตรวจประเมินพบว่า เครื่องอัดอากาศชำรุด จำนวน 3 เครื่อง จึงสามารถตรวจประเมินเบื้องต้นได้เพียง 3 เครื่อง ผลการตรวจประเมินพบว่า ระบบอัดอากาศมีการใช้พลังงานตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3,209.53 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น 812,011.09 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี และมีค่าการใช้พลังงานจำเพาะเท่ากับ 187.27 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อหน่วย คิดเป็นร้อยละ 39.42 ของการใช้พลังงานทั้งหมด

ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานแต่ละระบบ

การตรวจประเมินในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พบว่า ห้องและบริเวณต่าง ๆ ที่ตรวจวัดมีค่าความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่ห้องประชุมใหญ่ ห้องเก็บของ–6 ห้องเก็บของ–7 ห้องประชุม–4 ห้องประชุม–5 และห้องผู้บริหาร มีค่าความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ส่งผลให้ห้องดังกล่าว

มีศักยภาพในการปรับปรุงการใช้พลังงาน อย่างไรก็ตาม ห้องประชุม–4 ห้องประชุม–5 และห้องผู้บริหาร มีระยะเวลาการเปิดใช้งานน้อย และห้องประชุมใหญ่มีชั่วโมงการเปิดใช้งานที่น้อยและมีการติดตั้งสวิตซ์กระตุกภายในห้องจึงไม่ได้ดำเนินการปรับปรุง ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าแสงสว่างในห้องที่มีศักยภาพในการปรับปรุงแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ผลการตรวจประเมินประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าแสงสว่างในห้องที่มีศักยภาพในการปรับปรุง

พื้นที่ที่ตรวจวัด	ความส่องสว่างเฉลี่ย (ลักซ์)	กำลังไฟส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตร)	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์–ชั่วโมง)
ห้องประชุมใหญ่	626	4.74	384	0.77
ห้องเก็บของ–6	730	7.50	192	1.54
ห้องเก็บของ–7	478	6.67	128	1.02

การตรวจประเมินระบบปรับอากาศโดยใช้เครื่องมือวัดและคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเพื่อคำนวณหาเอนทาลปีและความสามารถในการทำความเย็นเทียบกับมาตรฐานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต พบว่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นจึงเปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจากขีดความสามารถของเครื่องปรับอากาศ พบว่า มีเครื่องปรับอากาศเพียง 6 เครื่อง ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับประสิทธิภาพพลังงานตามขีดจำกัดของเครื่องปรับอากาศ แสดงดังตาราง 2 เนื่องจากก่อนการตรวจวัดประสิทธิภาพในระบบปรับอากาศบริษัทได้มีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องหมายเลข PAC 28/06 PAC 28/19 และ CDU 32 ได้ดำเนินการเปลี่ยนแผงคอยล์เย็น ส่งผลให้มีอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศอื่นที่มีขนาดเท่ากัน สำหรับเครื่องอื่นที่มีอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเนื่องจากอุปกรณ์มีการชำรุดและมีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ส่งผลให้อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมีค่าลดลง

ตาราง 2 ผลการตรวจประเมินประสิทธิภาพระบบปรับอากาศในเครื่องที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐาน

หมายเลขเครื่อง	ขนาดการทำความเย็น (บีทียูต่อชั่วโมง)	ความสามารถในการทำความเย็น (ตันความเย็น)	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน		
			จากการตรวจวัด	ขีดความสามารถ	เกณฑ์มาตรฐาน
PAC 28/01	160,000	4.45	6.37	8.87	11.00
PAC 28/06	160,000	5.22	7.17	8.87	11.00
PAC 28/08	160,000	4.84	6.06	8.87	11.00
PAC 28/13	160,000	4.73	6.41	8.87	11.00
PAC 28/19	160,000	11.70	7.43	8.87	11.00
CDU 32	18,000	2.64	8.45	8.91	11.60

การตรวจวัดประสิทธิภาพและเปรียบเทียบสัดส่วนประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศตามเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า เครื่องอัดอากาศทั้ง 3 เครื่อง มีประสิทธิภาพร้อยละเทียบเกณฑ์เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในระบบอัดอากาศแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการตรวจประเมินประสิทธิภาพระบบอัดอากาศในเครื่องที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

หมายเลขเครื่อง	ขนาดเครื่องอัดอากาศ (กิโลวัตต์)	ร้อยละเทียบเกณฑ์		ผลการตรวจวัด
		ตรวจวัด	ค่ามาตรฐาน	
AC04	37	81	มากกว่า 80	เป็นไปตามเกณฑ์
AC05	37	91	มากกว่า 80	เป็นไปตามเกณฑ์
AC06	37	91	มากกว่า 80	เป็นไปตามเกณฑ์

ผลการวิเคราะห์มาตรการ ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และศักยภาพการลดแก๊สเรือนกระจก

ผลการวิเคราะห์สาเหตุหลักในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ จำนวนหลอดแอลอีดีและลักษณะสวิตช์ไฟฟ้า ลักษณะห้องและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทำงาน พนักงานขาดความเข้าใจและไม่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงาน และระยะเวลาการเปิด–ปิดไฟฟ้า จึงนำเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานแบบลงทุนที่นำเสนอนั้นสัมพันธ์กับงานวิจัยของ Nimnuan *et al*. (2012) Wiwattanacheewin *et al*., 2017) ได้แก่ มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาในการควบคุมเวลาเปิด–ปิดไฟ ใช้เงินลงทุน 4,000.00 บาท ประหยัดพลังงานได้ 18,335.08 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัด 65,822.93 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 0.06 ปี และมาตรการเปลี่ยนโคมสปอร์ตไลท์เมทัลฮาไลด์เป็นแอลอีดี ใช้เงินลงทุน 45,000.00 บาท ประหยัดพลังงานได้ 2,530.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัด 9,082.70 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 4.95 ปี สำหรับมาตรการแบบไม่ลงทุน 6 มาตรการ ได้อ้างอิงแนวทางจากงานวิจัยของ Pinainetisart (2012) และ Wiwattanacheewin *et al*. (2017) ได้แก่ 1) ถอดหลอดแอลอีดีบริเวณห้องเก็บของ–6 สามารถประหยัดพลังงานได้ 48.57 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี 2) ถอดหลอดแอลอีดีบริเวณห้องเก็บของ–7 สามารถประหยัดพลังงานได้ 32.39 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี 3) ถอดหลอดแอลอีดีบริเวณพื้นที่เก็บวัสดุ จำนวน 150 หลอด สามารถประหยัดพลังงานได้ 14,572.80 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี 4) ถอดหลอดแอลอีดีบริเวณพื้นที่เก็บวัสดุ จำนวน 301 หลอด สามารถประหยัดพลังงานได้ 29,242.75 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี 5) ถอดหลอดบริเวณทางเดินชั้นสอง สามารถประหยัดพลังงานได้ 3,514.23 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี 6) ปิดไฟบริเวณพื้นที่ผลิตงานชั้นสอง (ยกเลิกกะกลางคืน) สามารถประหยัดพลังงานได้ 49,454.50 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี ผลจากการดำเนินมาตรการในระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดพบว่า สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 117,730.32 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัดได้ประมาณ 422,651.83 บาทต่อปี มีศักยภาพการลดแก๊สเรือนกระจก 66.6825 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ผลการวิเคราะห์สาเหตุหลักในระบบปรับ-

อากาศ ได้แก่ อุปกรณ์ชำรุด ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง การปรับเปลี่ยนพื้นที่การทำงาน พนักงานขาดความเข้าใจและไม่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงาน และไม่มีการกำหนดเวลาการใช้งานเครื่องปรับอากาศ จึงนำเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานแบบลงทุน 2 มาตรการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Aongkanon (2018) และ Jantasit (2013) คือ การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาในการควบคุมเวลาเปิด–ปิด เครื่องปรับอากาศ ใช้เงินลงทุน 20,000.00 บาท ประหยัดพลังงานได้ 29,948.32 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัด 107,514.46 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 0.19 ปี และการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ สำหรับมาตรการแบบไม่ลงทุน 3 มาตรการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jantasit (2013) ได้แก่ 1) ปิดเครื่องปรับอากาศบริเวณพื้นที่เก็บพัสดุ สามารถประหยัดพลังงานได้ 218,705.85 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี 2) ปิดเครื่องปรับอากาศบริเวณพื้นที่ผลิตงานชั้นสอง (ยกเลิกกะกลางคืน) สามารถประหยัดพลังงานได้ 239,586.55 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี และ 3) ปิดเครื่องปรับอากาศบริเวณโรงอาหาร 1 ชั่วโมง สามารถประหยัดพลังงานได้ 44,123.20 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี ผลจากการดำเนินมาตรการในระบบปรับอากาศทั้งหมด พบว่า สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 556,322.66 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัดได้ประมาณ 1,997,198.00 บาทต่อปี มีศักยภาพการลดแก๊สเรือนกระจก 35.1012 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จากการตรวจประเมินพบว่าสาเหตุหลักในระบบอัดอากาศ ได้แก่ อุปกรณ์ชำรุดจากการเปิดใช้งานตลอดเวลา ไม่มีการควบคุมการเปิด–ปิด และพนักงานขาดความเข้าใจและไม่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงาน อย่างไรก็ตาม เครื่องอัดอากาศที่ตรวจวัดมีสัดส่วนประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานจึงนำเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานแบบไม่ลงทุน 1 มาตรการ คือ การควบคุมการเปิด–ปิดเครื่องทำลมแห้ง พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 68,310.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัดได้ประมาณ 245,232.90 บาทต่อปี มีศักยภาพการลดแก๊สเรือนกระจก 38.6908 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

อภิปรายผล

จากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมดในปี พ.ศ. 2562 สามารถลดการใช้พลังงานลงเหลือร้อยละ 74.88 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นปีฐานที่มีการใช้พลังงานเท่ากับ 2,987,700.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี จะเห็นว่ามีความน่าสนใจในการลงทุนโดยใช้เงินลงทุนไม่มากนัก โดยระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีสัดส่วนร้อยละ 1.01 ระบบปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 49.56 และระบบอัดอากาศคิดเป็นร้อยละ 39.42 ของการใช้พลังงานรวม โดยการดำเนินมาตรการสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 742,363.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัดได้ประมาณ 2,665,083.10 บาทต่อปี มีศักยภาพในการลดแก๊สเรือนกระจก 420.4744 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานร้อยละ 24.85 แต่ไม่สามารถลดการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตลงได้ ส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้การอนุรักษ์พลังงานในงานวิจัยนี้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากปี พ.ศ. 2561 ได้จากการ

ดำเนินมาตรการในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอัดอากาศ นอกจากนี้แล้วการลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกยังช่วยสร้างแรงจูงใจในการแข่งขันในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ทำให้มีต้นทุนที่ต่ำลง ส่งผลให้อัตราการจ้างงานสุทธิและการค้าเทคโนโลยีเพิ่มสูงขึ้น ทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดการมลพิษทางอากาศที่มีต้นทุนสูงและลดปัญหาสุขภาพของประชาชนอีกด้วย (TGO, 2019)

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานยังสามารถทำได้อีกหลายแนวทางขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละบริษัท เช่น การใช้เซนเซอร์ควบคุมการทำงานของหลอดไฟในห้องน้ำ การใช้แสงธรรมชาติ การลดความสูงของโคมไฟ การแยกวงจรไฟฟ้าควบคุมแสงสว่าง การติดตั้งสวิตซ์กระตุกกับโคมไฟฟ้า การลดการรั่วไหลของอากาศเย็นในระบบปรับอากาศ การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม การเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง การติดตั้งอุปกรณ์ลดความเร็วรอบมอเตอร์ การติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ การลดการรั่วไหลของระบบอากาศอัด การลดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ การลดความดันผลิตของลมอัดก่อนการนำไปใช้งาน การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ การเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงมาแทนเครื่องอัดอากาศที่มีสมรรถนะต่ำ (Aongkanon, 2018: Nimnuan *et al*., 2012; Paruwat *et al*., 2015; Pinainetisart, 2012; Wiwattanacheewin *et al*., 2017)

สรุปผลการทดลอง

การจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานจำเป็นต้องจัดทำอย่างเหมาะสมต่อการใช้พลังงานแต่ละระบบ โดยมาตรการที่ใช้ควรเริ่มจากมาตรการที่ไม่มีการลงทุนหรือลงทุนต่ำ ให้ผลตอบแทนสูง และควรดำเนินมาตรการในระบบหรืออุปกรณ์ที่มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะสูงเป็นลำดับแรก สำหรับงานวิจัยนี้มาตรการที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นมาตรการแบบไม่ลงทุนและเป็นมาตรการในระบบปรับอากาศซึ่งเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดจึงให้ผลประหยัดมากทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้มากเช่นเดียวกัน ทั้งนี้การคำนวณหาศักยภาพการลดแก๊สเรือนกระจกยังสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและประกอบการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในสถานประกอบการอื่น ๆ ได้โดยนอกจากจะช่วยลดภาระทางด้านพลังงานแล้วยังเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนและนำไปสู่การเป็นสังคมคาร์บอนต่ำเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนอีกทางหนึ่งด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บริษัท ซูมิโตโม อิเล็กตริก ไวริ่ง ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด (สาขา Central Plant) ที่ให้ความกรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Aongkanon, C. (2018). Energy conservation potentials for manufacturing of basic metal: A case study of steel wire industry. **Journal of Energy and Environment Technology** 5(1): 52-60. (in Thai)

Chuwong, P., Cheewananthachai, T., and Pisitsangkakarn, S. (2015). Reduction of electrical energy consumption in metal sheet cutting plant. **Kasem Bundit En-**

gineering Journal 5(1): 42–52. (in Thai)

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy [DEDE]. (2007a). **Energy Conservation Promotion Act B.E.2535 (1992) and the additional amendment B.E.2550 (2007).** Retrieved from https://www.dede.go.th/more_news.php?cid=59, June 18, 2019. (in Thai)

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy [DEDE]. (2007b). **Energy Saving in Industry.** Retrieved from https://www.dede.go.th/ewt_w3c/ewt_news.php?nid=680&filename=, June 16, 2019. (in Thai)

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy [DEDE]. (2011). **Training Manual on Energy Conservation Potential Assessment.** Retrieved from http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_handbook/M_T_Building/assen_latency_Handbook.pdf, June 16, 2019. (in Thai)

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy [DEDE]. (2017). **Manual of Person Responsible for Energy in Designed Factory.** Retrieved from http://www2.dede.go.th/bhrd/old/file_handbook.html, September 9, 2019. (in Thai)

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy [DEDE]. (2018). **Energy Situation of Thailand 2018.** Retrieved from https://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=47349, June 16, 2019. (in Thai)

Electricity Generating Authority of Thailand [EGAT]. (2018). **Standard of Air Conditioner Efficiency.** Retrieved from http://labelno5.egat.co.th/new58/wp-content/uploads/2017/form/mn/air.pdf, August 14, 2019. (in Thai)

Internet. (2019). **Energy Conservation in Industry.** Retrieved from http://www.technologymedia.co.th/articledetail.asp?arid=3008&pid=299, June 16, 2019. (in Thai)

Jantasit, K., Intarawong, O., and Chaiphong, S. (2013). Electrical energy management in Faculty of Industrial Technology Sciences. **Rajabhat Rambhai Barni Research Journal** 7(2): 116–122. (in Thai)

Kruewal, S. (2005). **Energy Conservation by Management Technique (Value Engineering): Case Study of a Food and a Textile Factories.** Master of Engineering. Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)

Limchupornwikul, B. (1987). **Energy Electrical Conservation in Soup Industry**. Master of Science. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Thonburi. (in Thai)

Nimnuan, W., Rakkarn, S. Prapon Sihomchai, P., and Jindawattana, A. (2012). Management of potential energy conservation measures in small and medium industrial.

Kasem Bundit Engineering Journal 2(2): 77–95. (in Thai)

Phachoensukchanachok, A. (2007). **Reduction of Electrical Power Consumption in a Sandal Factory: A Case Study of JAS Foot Wear LTD**. Master of Engineering. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok. (in Thai)

Phomprasit, S. (2016). The electricity cost reduction in industry: A case study on Thammarat Concrete Company Limited. **Naresuan University Engineering Journal** 11(2): 9–19. (in Thai)

Pinainetisart, P. (2012). **Management of Office Building for Energy Conversation: A Case Study of Dr. Jaroen Kantawong Building.** Master of Art. Bangkok: Bangkok University. (in Thai)

Royal Thai Government Gazette [RTGG]. (2018). **Announcement of the Department of Labour Protection and Welfare: Illumination Standard.** Retrieved from http://www.mratchakitcha.soc.go.th/announce.html, October 29, 2019. (in Thai)

Sriphadet, C. (1990). **Energy Conservation in a Paper Mill Factory.** Master of Science. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Thonburi. (in Thai)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO). (2017). **Thailand Grid Emission Factor for GHG Reduction Project/ Activity.** Retrieved from http://ghgreduction.tgo.or.th/24-t-ver/ t-ver/t-ver-news-and-activities/292-thailand-grid-emission-factor-for-ghg-reduction-project-activity.html, November 27, 2019. (in Thai)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO). (2019). **Quantified Co–benefits of Climate Change Mitigation.** Retrieved from http://www.tgo.or.th/2015/thai/news_detail.php?id=1087, December 15, 2019. (in Thai)

Wiwattanacheewin, K., Rakkarn, S., Klungkuarmdee, A., and Sakulthai, T. (2017). Lighting energy management for cosmetics manufacturing. **Kasem Bundit Engineering Journal** 7(2): 14–28. (in Thai)