NUEJ
NARESUAN UNIVERSITY
ENGINEERING JOURNAL

การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา บริษัทธรรมรัตน์คอนกรีต จำกัด

The electricity cost reduction in industry A case study on Thammarat Concrete Company limited

สัญญา พรหมภาสิต
Sunya Phomprasit

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, E-mail: sunya.ph@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้แสดงถึงมาตรการลดต้นทุนการผลิตสินค้าของบริษัทธรรมรัตน์คอนกรีต จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตคอนกรีตสำเร็จรูป ในจังหวัดกำแพงเพชร โดยผู้วิจัยมุ่งลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบการผลิตและในสำนักงาน จากผลการวิจัยพบว่ามาตรการที่สามารถนำมาปฏิบัติได้จริงประกอบด้วย มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจำนวน 4 มาตรการ มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังจำนวน 1 มาตรการ ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นคือ 29,735.9 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี หรือ 155,578.6 บาทต่อปี หรือ 15.44 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบจากค่าพลังงานไฟฟ้ารวมของปี 2557 ใช้เงินลงทุนทั้งสิ้น 84,885 บาท ระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 1.95 ปี หรือ 23.4 เดือน

คำสำคัญ : มาตรการประหยัดพลังงาน

Abstract

The objective of this research is to find the energy saving measures which can help reduce electricity cost of Thammarat Concrete company limited. The focus to reduce the consumption of electricity used in production and manufacturing support systems. The results of the documentary research found four measures of lamp changing and one measure of improving the power factor. The application of the measures resulted in saving 29,735.9 kWh/year or 155,578.6 baht/year or 15.41 % comparing to the cost of electric power in 2014. The application of the measure costed 84,885 baht with the payback period of 1.95 years or 23.4 months.

Keywords: Energy saving measures

1.บทนำ

ผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูปมีการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย ถือได้ว่าพลังงานไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการตั้งราคาขายของสินค้า จึงทำให้บริษัทธรรมรัตน์คอนกรีต จำกัด ซึ่งเป็นผู้ประกอบการที่ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูปรายใหญ่ในจังหวัดกำแพงเพชร มีความต้องการลดต้นทุนของการผลิตสินค้า และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่อยู่ในการพิจารณาของบริษัทฯ โดยในรอบปี 2557 ทางบริษัทฯ มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 84,885 บาทต่อเดือน ทางบริษัทฯ จึงต้องการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของบริษัทฯ มากกว่าการปรับลดบุคลากรหรือปรับลดกำลังการผลิต ซึ่งมาตรการการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจะต้องมีการทุนที่ต่ำและมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 3 ปี

2.การดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการการดำเนินงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษา เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยสืบค้นข้อมูลจากตำราและเอกสารที่ได้รับจากการเข้าอบรมโครงการอนุรักษ์พลังงานของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน [1] ที่ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้เกิดผลด้านการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมในอาคารและโรงงานควบคุม โดยเน้นการสร้างจิตสำนึกของบุคลากรและการบริหารการจัดการการใช้พลังงานได้อย่างถูกวิธีและเห็นผลอย่างเป็นรูปธรรม ศึกษาวิธีการดำเนินการตามมาตรการต่างๆ จากตำราภาคภาษาไทย [2] รวมถึงสืบหางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากสืบค้นผ่านระบบสารสนเทศจำนวน 7 งานวิจัย [3-9] ตามอ้างอิงในบรรณานุกรมมีรายละเอียดดังนี้

เทิดไทย นาครักษ์ [3] เสนอแนวทางการจัดทำมาตรการการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 4 มาตรการของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต คือ มาตรการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8/36 วัตต์ เป็น T5/28 วัตต์จำนวน 127,900 หลอด, มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Spilt Type) จำนวน 243 เครื่องเป็นเครื่องปรับอากาศรุ่นประสิทธิภาพสูง, มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จำนวน 148,472 หลอด เป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน (ในส่วนของการเรียนการสอน), มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของระบบปรับอากาศจำนวน 4,670 เครื่อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน (ในส่วนของการเรียนการสอน) ผลการประหยัดที่คำนวณได้พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของมหาวิทยาลัยฯ 8,541,828,17 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน (ปี พ.ศ. 2553 ค่าไฟฟ้า 3.69 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง) 31,519,345.95 บาทต่อปี หรือร้อยละ 15.56

นาตยา คล้ายเรือง [4] เสนอแนวทางการลดค่าไฟฟ้าโดยการต่อใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองในช่วง peak และการปรับกระบวนการผลิต ผลที่ได้จากกลุ่มโรงงานตัวอย่างที่เข้าสำรวจ 14 โรงงาน มีศักยภาพรวมในการลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า สามารถช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ทั้งสิ้น 12,375 กิโลวัตต์ หรือร้อยละ 39.76 ของค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดรวม แยกเป็นศักยภาพจากการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองร้อยละ 33.77 และจากการปรับกระบวนการผลิตร้อยละ 5.99 แต่หากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมีการเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า จะสามารถช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ถึง 41,312 กิโลวัตต์ หรือร้อยละ 102.82 เหตุผลที่ศักยภาพมีค่ากว่า 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่บางโรงงานติดตั้งมีค่าพิกัดสูงกว่าค่า Peak Demand ที่โรงงานใช้อยู่ค่อนข้างมาก ทั้งนี้ศักยภาพที่เกิดขึ้น พิจารณาจากผลรวมของ Load Profile ที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าในแต่ละโรงงาน

บุญยงค์ ลิ้มชูพรวิกุล [5] เสนอแนวทางประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมสบู่ ด้วยวิธีการสลับสายการผลิตย่อยโดยย้ายสายการผลิตที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงบางสายไปทำงานในกะกลางคืน และติดตั้งคาปาซิเตอร์ในสายการผลิตย่อยบางสาย ส่งผลให้ค่าตัวประกอบภาระมีค่าเท่ากับ 0.86 และปิดไฟฟ้าแสงสว่างในโกดังเก็บของในช่วงเวลากลางวัน ส่งผลให้ ลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า 12,800 บาทต่อเดือน ลดค่าพลังงานไฟฟ้า 13,750 บาทต่อเดือน รวม 320,000 บาทต่อปี

พิพรรธ ทวีวัฒน์กิจ [6] ศึกษาการลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้ระบบเก็บน้ำแข็งในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง รวมถึงการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 2 แห่งคือ โรงงานณรงค์ซีฟูดส์ จำกัด และ ยูเนียนโฟรเซ่นโปรดักส์ จำกัด แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือการจัดทำบัญชีพลังงาน (Energy Audit) และส่วนที่สองคือการนำข้อมูลมาทำการออกแบบระบบเก็บความเย็นในรูปน้ำแข็งแบบ Full, Partial และ Modified Demand-Limited Storage ผลที่ได้คือโรงงานณรงค์ซีฟูดส์ จำกัด มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak เฉลี่ยลดลง 10 เปอร์เซ็นต์, 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ช่วง Partial Peak เฉลี่ยลดลง27.78 เปอร์เซ็นต์, 22.2 เปอร์เซ็นต์ และ 16.7 เปอร์เซ็นต์ ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลดลง 3.2 เปอร์เซ็นต์, 1.8 เปอร์เซ็นต์ และ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ค่าตัวประกอบภาระเพิ่มขึ้น 1.4 เปอร์เซ็นต์, 4.0 เปอร์เซ็นต์ และ10.8 เปอร์เซ็นต์ และโรงงาน ยูเนียนโฟรเซ่นโปรดักส์ จำกัด มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak เฉลี่ยลดลง 3.5 เปอร์เซ็นต์, 1.8 เปอร์เซ็นต์ และ 3.596 เปอร์เซ็นต์ ช่วง Partial Peak เฉลี่ยลดลง 30 เปอร์เซ็นต์, 10 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลดลง 1.3 เปอร์เซ็นต์, 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ค่าตัวประกอบภาระเพิ่มขึ้น 1.3 เปอร์เซ็นต์, 2.5 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์พบว่าระบบเก็บความเย็นไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เนื่องจากมีอัตราผลตอบ แทนการลงทุนภายในค่อนข้างต่ำและมีระยะเวลาการคืนทุนมากว่า 15 ปี

ศศิน ทวิรสกุล [7] เสนอวิธีการจัดการการใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมการผลิตท่อโลหะที่ใช้ในการก่อสร้างและติดตั้งโดยใช้วิธีการโปรแกรมเชิงเส้นเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้าแบบอัตราการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลา (TOU) ด้วยการปรับแผนเวลาการทำงานในการผลิตให้เป็น 2 ช่วงเวลาการทำงานเพื่อเป็นการลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดแต่ยังคงใช้พลังงานเท่าเดิมเพื่อให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์เท่าเดิม พบว่าการจัดการการใช้ไฟฟ้าโดยย้ายการทำงานกระบวนการ Forming สองเครื่อง สามารถเพิ่มค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าได้มากกว่าการย้ายการทำงานกระบวนการ Forming หนึ่งเครื่องและมีระยะเวลาในการทำงานโดยที่ค่าใช้จ่ายรวมน้อยกว่าก่อนการปรับปรุง

สมาน งามเลิศนภาภรณ์ [8] ศึกษาการนำเครื่องควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุดมาใช้ในอาคารของธนาคารนครหลวงไทย สำนักงานใหญ่ ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 485,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน มีค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 1,437 กิโลวัตต์ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล การติดตั้งเครื่องควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุดพบว่าสามารถทำการควบคุมโหลดได้ประมาณ 37 กิโลวัตต์ และ 135 กิโลวัตต์ในช่วง Partial Peak และ On

Peak ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์การลงทุนภายใต้อัตราค่าไฟฟ้า TOD สามารถลดภาระค่าไฟฟ้าได้ 32,712 บาทต่อเดือนมีระยะเวลาคืนทุน 0.5 ปี หากเป็นอัตราค่าไฟฟ้า TOU สามารถลดภาระค่าไฟฟ้าได้ 7,434 บาทต่อเดือน มีระยะเวลาคืนทุน 3.1 ปี

สุดสาคร นุ้ยดี [9] ศึกษาหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนของโรงงานปลาทูน่ากระป๋อง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลไฟฟ้าสามารถลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้มาตรการ การเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าทดแทน, การย้ายการทำงานของห้องแช่แข็งและการเปลี่ยนบัลลาสต์จากแบบแกนเหล็กเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 355,433 บาทต่อปี โดยใช้เงินลงทุนทั้งหมด 396,242 บาท ส่วนการปรับปรุงตัวประกอบพลังไฟฟ้า โดยการติดตั้งชุดปรับตัวประกอบพลังไฟฟ้าที่ระบบไฟฟ้าบ่อน้ำเสียและเครื่องจักรในกระบวนการผลิต พบว่าไม่เหมาะสมเนื่องจากระยะเวลาคืนทุนหลายปี ในส่วนของการประหยัดพลังงานความร้อน ทำได้โดยการลดอากาศส่วนเกินและหุ้มฉนวนที่ผิวของหม้อไอน้ำด้านที่ยังไม่ได้ทำการหุ้มฉนวนของหม้อไอน้ำทั้ง 3 เครื่อง สามารถประหยัดเงินได้ 586,762 บาทต่อปี ด้วยเงินลงทุน 100,106 บาท ทำฝาปิดด้านบนของอ่างต้มปลาและหุ้มฉนวนแอโรเฟล็กซ์ หม้อนึ่งทำการหุ้มฉนวนใยแก้วและลดเวลาในการใช้ไอน้ำไล่อากาศ ส่วนหม้ออบฆ่าเชื้อทำการหุ้มฉนวนใยแก้ว ส่งผลให้เกิดความประหยัดเป็นจำนวนเงิน 1,920,252 บาทต่อปี ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 801,088 บาท

2.2 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้า, ผลผลิต, ชนิดและจำนวนเครื่องใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทฯ เพื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตมีรายละเอียดดังนี้

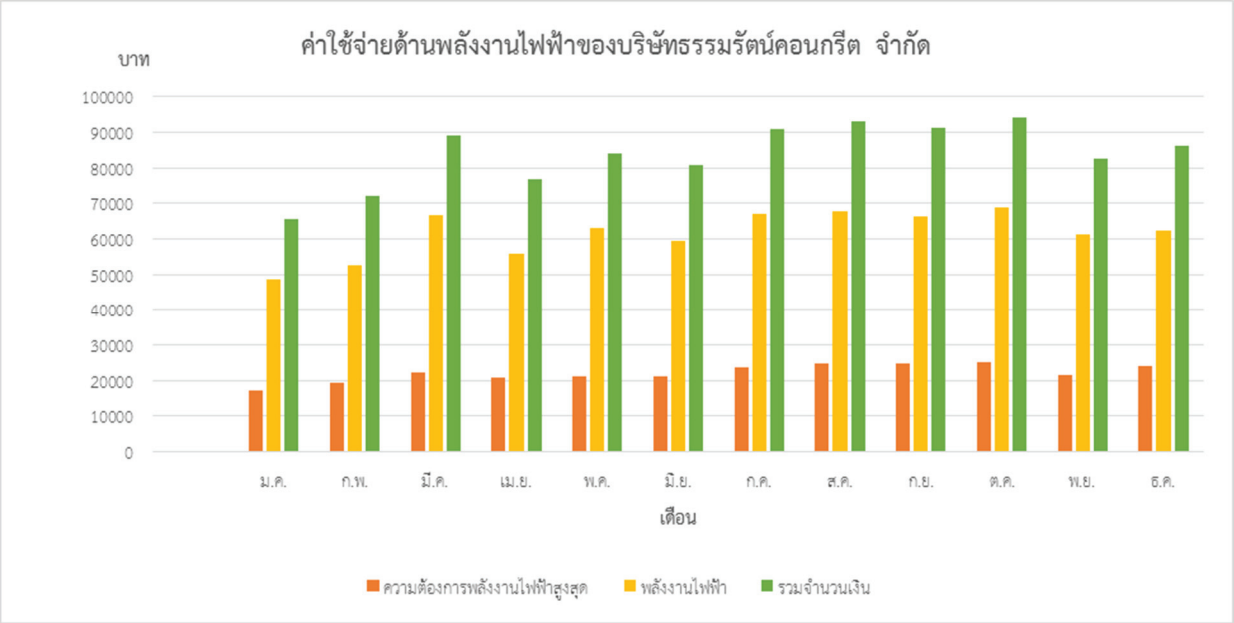
2.2.1 ค่าพลังงานไฟฟ้าของบริษัทธรรมรัตน์คอนกรีต

นำค่าที่ระบุไว้ในหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มกราคม ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557 ซึ่งได้รับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดกำแพงเพชรมาจัดทำเป็นข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าโดยแยกออกเป็น ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด, ค่าพลังงานไฟฟ้า และผลรวมค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า แสดงดังตารางที่ 1 และข้อมูลที่ได้รับจากหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าทำให้ทราบว่า บริษัท ถูกจัดอยู่ในผู้ใช้ไฟประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม และคิดค่าใช้จ่ายในอัตราปกติ

ตารางที่ 1 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของบริษัท

เดือน	ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (บาท)	พลังงานไฟฟ้า (บาท)	รวมจำนวนเงิน (บาท)
ม.ค.	17,270.00	48,534.53	65,804.53
ก.พ.	19,468.99	52,663.30	72,132.29
มี.ค.	22,432.14	66,640.90	89,073.04
เม.ย.	20,725.06	56,035.07	76,760.13
พ.ค.	21,039.07	63,114.24	84,153.31
มิ.ย.	21,353.09	59,609.09	80,962.18
ก.ค.	23,865.22	67,156.99	91,022.21
ส.ค.	24,964.27	67,974.14	92,938.41
ก.ย.	24,807.26	66,490.37	91,297.63
ต.ค.	25,121.28	68,920.32	94,041.60
พ.ย.	21,510.10	61,286.40	82,796.50
ธ.ค.	24,022.22	62,361.60	86,383.82
รวม	**266,578.70**	**740,786.95**	**1,007,365.65**
เฉลี่ย	**22,214.89**	**61,732.25**	**83,947.14**

หรือสามารถแสดงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในรูปของกราฟแท่งดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า

2.2.2 ปริมาณผลผลิตของบริษัทธรรมรัตน์คอนกรีต

ตลอดปี 2557 ผลผลิตของบริษัท มีปริมาณที่ไม่คงที่ เนื่องจากผลิตภัณฑ์บางรายการจะผลิตก็ต่อเมื่อมีการสั่งซื้อจากลูกค้าทำให้เครื่องจักรบางเครื่องไม่ได้ถูกใช้งานหรือถูกใช้งานเป็นเวลาสั้นๆ การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าในส่วนต่างๆ จึงต้องใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของข้อมูลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิตในปี พ.ศ. 2557 ของบริษัท

เดือน	ปริมาณการผลิต (ลูกบาศก์เมตร)				
	คอนกรีตผสมเสร็จ	แผ่นพื้นสำเร็จรูป	ท่อน้ำ	เสาเข็ม	บล็อกปูพื้น
ม.ค.	6,001.00	466.20	155.96	209.80	0.00
ก.พ.	6,341.60	648.90	68.86	290.40	75.68
มี.ค.	9,655.10	642.60	276.28	375.50	8.56
เม.ย.	6,964.00	478.80	135.78	254.50	39.71
พ.ค.	7,045.60	705.60	158.03	427.50	63.87
มิ.ย.	6,563.80	567.00	72.76	367.80	101.95
ก.ค.	7,033.20	554.40	125.43	372.80	125.58
ส.ค.	6,688.90	516.60	189.06	319.30	163.70
ก.ย.	6,945.50	497.70	180.54	445.30	159.03
ต.ค.	7,164.80	315.00	317.36	428.80	148.43
พ.ย.	7,253.50	415.80	203.22	413.20	69.94
ธ.ค.	7,254.90	415.80	185.35	443.60	133.75
รวม	**84,911.90**	**6,224.40**	**2,068.63**	**4,348.50**	**1,090.20**
เฉลี่ย	**7,057.99**	**518.70**	**172.39**	**362.38**	**90.85**

2.2.3 เครื่องจักร/เครื่องใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัท

รายละเอียดของเครื่องใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบริษัท แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้ในระบบการผลิต และกลุ่มที่ใช้สำหรับสำนักงานและทั่วไป จากการเข้าเก็บข้อมูลและนำมาสรุปเป็นข้อมูล พบว่ามากกว่าร้อยละ 90 เป็นเครื่องจักรสำหรับระบบผลิตสินค้าที่ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังและมีตู้เชื่อมไฟฟ้าตามจำนวนที่แสดงไว้ในตารางที่ 3 และที่เหลือคือเครื่องใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของสำนักงาน

ตารางที่ 3 รายละเอียดของใช้ไฟฟ้าของบริษัท

อุปกรณ์หลัก	ขนาด	หน่วย	จำนวน (เครื่อง)
มอเตอร์ไฟฟ้า	0.5	HP	11
มอเตอร์ไฟฟ้า	1	HP	1
มอเตอร์ไฟฟ้า	1.5	HP	18
มอเตอร์ไฟฟ้า	3	HP	24
มอเตอร์ไฟฟ้า	5	HP	10
มอเตอร์ไฟฟ้า	7.5	HP	1
มอเตอร์ไฟฟ้า	10	HP	10
มอเตอร์ไฟฟ้า	30	HP	9
มอเตอร์ไฟฟ้า	50	HP	4
ตู้เชื่อมไฟฟ้า	300	A	1
ตู้เชื่อมไฟฟ้า	500	A	2

ตารางที่ 3 (ต่อ) รายละเอียดของเครื่องใช้ไฟฟ้าของบริษัท

อุปกรณ์หลัก	ขนาด	หน่วย	จำนวน (เครื่อง)
หลอด THL	1,000	W	1
หลอด HID	400	W	19
หลอด FL	36	W	18
พัดลม (220 V)	0.5	HP	10
พัดลม (380 V)	5	HP	1
เครื่องปรับอากาศ	9,000	BTU	2
เครื่องปรับอากาศ	12,000	BTU	1
เครื่องปรับอากาศ	18,000	BTU	2
คอมพิวเตอร์	330	W	6
โทรทัศน์	106	W	3
กระติกน้ำร้อน	670	W	4
ตู้เย็น	109	W	3
หม้อหุงข้าว	450	W	4
กระทะไฟฟ้า	1,300	W	3

2.3 มาตรการที่นำมาคำนวณหาผลประหยัด

จากการศึกษา เอกสาร,ตำรา และงานวิจัย [3-9] พบว่ามีมาตรการการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่บริษัทสามารถนำมาปฏิบัติได้มีดังต่อไปนี้

มาตรการที่ 1 การเปลี่ยนมอเตอร์ไฟฟ้าที่อายุเกิน 10 ปี
มาตรการที่ 2 การบริหารจัดการ
มาตรการที่ 3 มาตรการจัดทำโหลดสมดุล
มาตรการที่ 4 มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า
มาตรการที่ 5 มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง

3. ผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้นำผลการคำนวณหาผลประหยัดที่เกิดขึ้นตามมาตรการต่างๆ ที่ระบุไว้ในข้างต้นไปเสนอต่อผู้บริหารของบริษัทพบว่า

3.1 มาตรการเปลี่ยนมอเตอร์ไฟฟ้าที่อายุเกิน 10 ปี

มาตรการนี้ไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากผู้วิจัยนำข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและผลจากการคำนวณไปนำเสนอให้กับผู้บริหารของบริษัท ซึ่งต้องมีการลงทุนเปลี่ยนมอเตอร์ไฟฟ้าจำนวนหลายเครื่องเมื่อนำค่าใช้จ่ายมาคำนวณรวมกันจึงมีมูลค่าสูง และความคุ้มค่าในการลงทุนจากการดำเนินการตามมาตรการนี้ใช้เวลามากกว่า 3 ปี ทำให้ทางบริษัทต้องเพิ่มราคาของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายซึ่งจะส่งผลให้ราคาโดยรวมสูงและไม่สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นได้

3.2 มาตรการบริหารจัดการ

คือมาตรการที่ใช้หลักการจัดการที่เกี่ยวข้องกับบุคลากรผู้ปฏิบัติงานในบริษัท เช่น กำหนดให้ตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งในสำนักงานไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส เมื่อผู้วิจัยเข้าตรวจสอบพบว่า พื้นที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศคือสำนักงานของบริษัทฯ ซึ่งมีพื้นที่ 24 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศจำนวน 2 เครื่อง คือขนาด 24,000 บีทียู และ 18,000 บีทียู มีบุคลากรทำงานอยู่ในห้องรวมทั้งหมด 10 คน เป็นพื้นที่เปิดที่มีบุคคลเข้าออกตลอดเวลา เมื่อเปิดประตูหนึ่งครั้ง ก็จะมีปริมาณความเย็นจากเครื่องปรับอากาศไหลออกและมีปริมาณความร้อนจากภายนอกห้องไหลเข้า ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานตลอดเวลา และการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเช่น เครื่องต้มน้ำร้อนสำหรับชงเครื่องดื่ม ขนาด 670 วัตต์ เปิดใช้งาน 10 ชั่วโมง (08.00-17.00 น.) เมื่อทำการคำนวณหาผลประหยัดให้เปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงและถอดสายออก พบว่ามีผลประหยัดที่เกิดขึ้นคือ 953.75 บาทต่อเดือน เมื่อนำผลประหยัดที่ได้จากการดำเนินการตามมาตรการนี้ไปเสนอต่อผู้บริหารของบริษัทฯ จึงไม่ได้รับความสนใจเนื่องจากมีผลการประหยัดที่ต่ำเมื่อเทียบกับความรู้สึกของบุคลากรในการปฏิบัติงาน

3.3 มาตรการจัดทำโหลดสมดุล

มาตรการจัดทำโหลดสมดุลคือการจัดแบ่งโหลดที่ใช้งานในเวลาเดียวกันให้กับแต่ละเฟสของระบบไฟฟ้ามีผลรวมเท่ากันหรือใกล้เคียง ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลของกระบวนการผลิตของบริษัทธรรมรัตน์คอนกรีตมากกว่า 95 % เป็นมอเตอร์ชนิด 3 เฟส ติดตั้งเดิมอยู่แล้ว มีเพียงมอเตอร์ของเครื่องจักรบางตัวที่มีขนาดต่ำกว่า 1 แรงม้า ที่เป็นมอเตอร์ชนิด 1 เฟส และถูกใช้งานไม่ต่อเนื่อง จึงทำให้มาตรการนี้ไม่ได้นำเสนอต่อผู้บริหารของบริษัท

3.4 มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า

ผลจากการสำรวจจำนวน , ชนิดและจำนวนชั่วโมงใช้งานของหลอดไฟฟ้าภายในบริษัท นำมาคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าทางบริษัท มีการปริมาณการใช้พลังงาน ดังข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณการใช้พลังงานของหลอดไฟฟ้า

ที่ติดตั้ง	พิกัดหลอดไฟฟ้า		ชั่วโมงใช้งาน	พลังงานที่ใช้	
	[W]	[หลอด]	[h/day]	[kWh/day]	[kWh/year]
ทางเข้าบริษัท	400	2	12	9.60	3,504.00
ป้อมยาม	36	2	12	0.86	315.36
ศาลาที่พัก	36	1	12	0.43	157.68
แสงสว่างรั้ว	14	25	12	4.20	1,533.00
สำนักงาน	36	5	12	2.16	788.40
รอบสำนักงาน	36	3	12	1.30	473.04
ลานชั่งน้ำหนัก	36	2	12	0.86	315.36
ไซโลอัดท่อ	400	1	12	4.80	1,752.00
แพล้นปูน 1 ม^3.	400	1	12	4.80	1,752.00
แพล้นปูน1.25ม^3.	1,000	1	8	8.00	2,920.00
โรงงานแผ่นพื้น 1	400	3	8	9.60	3,504.00
โรงงานแผ่นพื้น 2	400	2	8	6.40	2,336.00
โรงงานแผ่นพื้น 3	400	1	12	4.80	1,752.00
โรงงานตัวหนอน	400	2	12	9.60	3,504.00
โรงงานอัดท่อ 1	400	1	12	4.80	1,752.00
โรงงานอัดท่อ 2	400	1	12	4.80	1,752.00
โรงเก็บน้ำมัน	36	2	12	0.86	315.36
ลานจอดรถยนต์	400	1	12	4.80	1,752.00
	รวม			**82.68**	**30,178.20**

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลผลประหยัดเมื่อเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟฟ้าให้ทางผู้บริหารพิจารณา ซึ่งผู้บริหารมีความเห็นที่เป็นไปในทิศทางเดียวกับผู้วิจัยคือ หลอดไฟฟ้าที่ทางบริษัทฯใช้งานมาเป็นระยะเวลามากกว่า 3 ปี ปริมาณแสงที่ออกจากหลอดไฟมีปริมาณลดลงเนื่องมาจากอายุการใช้งานและจากสภาพแวดล้อม ทางผู้บริหารจึงให้ทางผู้วิจัยนำเสนอมาตรการการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า ซึ่งผู้วิจัยนำมาจัดทำเป็นมาตรการดังนี้

มาตรการที่ 1 การเปลี่ยนหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงเป็นหลอดประหยัดพลังงาน

ระบบแสงสว่างภายในโรงงานมีการใช้หลอดปล่อยประจุความดันไอสูงขนาด 400 วัตต์ จำนวน 10 หลอดติดตั้งกับโคมสะท้อนแสงฉาบในสีขาว ดังรูปที่ 2 เปิดใช้งานช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 18:00 น. ถึง 6:00 น. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง/วัน รวม 365 วัน/ปี ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าสูง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณค่าความส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ภายในโรงงานในเวลากลางคืนไม่ได้ถูกใช้งานในการผลิต ดังนั้นปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่การใช้งานที่ทางผู้วิจัยไปตรวจวัดมีค่าความส่องสว่างใต้ดวงโคมระหว่าง 10.9 – 36.91 ลักซ์ เมื่อเปลี่ยนมาใช้หลอดประหยัดพลังงานขนาด 110 วัตต์ จำนวน 10 หลอด ติดตั้งพร้อมเปลี่ยนโคมไฟจากเดิมที่เป็นโคมสะท้อนแสงฉาบในสีขาวเป็นโคมสะท้อนแสงในฉาบสีเงินดังรูปที่ 3 หลังติดตั้งเสร็จและทำการตรวจวัดค่าความส่องสว่างใต้ดวงโคมพบว่ามีค่าระหว่าง 50-55 ลักซ์

รูปที่ 2 ก่อนเปลี่ยน : หลอดปล่อยประจุความดันไอสูง ขนาด 400 วัตต์ พร้อมโคมสะท้อนแสงฉาบในสีขาว

รูปที่ 3 หลังเปลี่ยน : หลอดประหยัดพลังงานขนาด 110 วัตต์พร้อมโคมสะท้อนแสงฉาบในสีเงิน

มาตรการที่ 2 การเปลี่ยนโคมส่องหลอดทังสเตนฮาโลเจนเป็นโคมส่องหลอดแอลอีดี

มีการใช้งานโคมส่องหลอดทังสเตนฮาโลเจนซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณข้างแพลนปูน 1.25 ลูกบาศก์เมตรเพื่อให้แสงสว่างเฉพาะที่ ดังรูปที่ 4 เปิดใช้งานตั้งแต่เวลา 18:00 น. ถึง 6:00 น. เป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน รวม 365 วันต่อปี จำนวน 1 โคม หลอดประเภทนี้เป็นหลอดที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง เมื่อเปรียบเทียบความส่องสว่างต่อพื้นที่ ผู้วิจัยจึงเสนอโคมส่องที่สามารถนำมาใช้งานแทนได้คือโคมส่องหลอดแอลอีดีขนาด 150 วัตต์ จำนวน 1 โคม นำมาติดตั้งแทน

รูปที่ 4 โคมส่องหลอดทังสเตนฮาโลเจน ขนาด 1,000 วัตต์

มาตรการที่ 3 การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดแอลอีดี T8

ตารางที่ 5 ข้อมูลการเปิดใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์

สถานที่	จำนวน (หลอด)	อัตราการใช้งาน (ชั่วโมง/วัน)
ป้อมยาม/ศาลาที่พัก/ สำนักงาน/ลานชั่งน้ำหนัก	10	12
โรงเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง	5	15
บริเวณรอบสำนักงาน	3	24

ภายในบริษัทมีการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์ รวม 18 หลอด ซึ่งมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 5 ซึ่งหลอดประเภทนี้มีการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดชนิดเผาไส้ที่ใช้พลังงานเท่ากัน แต่ในปัจจุบันได้มีหลอดที่ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์และปริมาณแสงที่ออกจากหลอดมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งก็คือหลอดแอลอีดี T8 ขนาด 18 วัตต์ ซึ่งทางผู้วิจัยเลือกที่จะนำมาใช้ทดแทนกัน เช่น นำมาใช้แทนหลอดที่ติดตั้งในสำนักงานดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์ภายในสำนักงาน

มาตรการที่ 4 การเปลี่ยนโคมส่องหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงเป็นโคมส่องหลอดแอลอีดี

สำหรับระบบแสงสว่างภายนอกอาคารของบริษัท พบว่ามีการใช้โคมส่องหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงขนาด 400 วัตต์ ที่มีปริมาณแสงออกจากดวงโคมประมาณเฉลี่ย 32,000 ลูเมน ติดตั้งให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่บริเวณทางเข้าประตูโรงงาน จำนวน 2 โคม และติดตั้งบนถึงสูงจำนวน 7 โคมดังรูปที่ 6 เปิดใช้งาน ตั้งแต่เวลา 18:00 น – 6:00 น. ทุกวัน เป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน รวม 365 วัน/ปี

รูปที่ 6 โคมส่องภายนอกอาคาร

ในความเห็นของผู้วิจัย จากการเข้าสำรวจในเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา 19.00 น. เป็นต้นไป พบว่าไม่มีการสัญจรของยานพาหนะ และไม่มีการทำงานในเวลากลางคืน จึงไม่เน้นปริมาณความเข้มของแสงที่ตกลงบนพื้นที่ จึงเสนอให้ทางบริษัทเปลี่ยนมาใช้โคมส่องหลอดแอลอีดีขนาด 200 วัตต์ ที่มีปริมาณแสงออกจากดวงโคมเฉลี่ย 20,000

มาตรการที่ 5 มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง

รูปที่ 7 ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมค่าตัวประกอบกำลัง

ในรายละเอียดของหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าที่ได้รับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้ง 12 เดือนของ พ.ศ. 2557 พบว่าทางบริษัทมีค่าใช้จ่ายด้านค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ล้าหลังที่มีค่าต่ำกว่าที่การไฟฟ้าฯ กำหนด ทำให้บริษัทฯ ต้องเสียเงินเป็นจำนวนรวม 47,042.73 บาท/ปี แม้ว่าทางบริษัทมีการติดตั้งระบบปรับค่าตัวประกอบกำลังอัตโนมัติโดยติดตั้งที่ตู้ควบคุมหลักและเริ่มใช้งานตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ.2557 เป็นต้นมา

ค่าตัวประกอบกำลังของโรงงานยังมีค่าเฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 0.64 ในสภาวะล้าหลัง ซึ่งตรวจสอบได้จากหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าที่ได้รับใน พ.ศ. 2558 ผู้วิจัยจึงคำนวณหาค่าการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากพิกัดของหม้อแปลง 500 กิโลโวลต์แอมแปร์ (รุ่นกำลังการสูญเสียปกติ) ซึ่งจ่ายโหลดขนาดเฉลี่ย 113.20 กิโลวัตต์/เดือน โดยหม้อแปลงทำงานที่โหลดค่านี้วันละ 8 ชั่วโมง เดือนละ 25 วัน และจากบิลค่าไฟฟ้าแต่ละเดือนที่มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำกว่าที่ทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

รูปที่ 8 อุปกรณ์ควบคุมค่าตัวประกอบกำลังทำงานได้อย่างปกติ

ทางผู้วิจัยจึงเริ่มจากการตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมค่าตัวประกอบกำลังที่ติดตั้งภายในตู้ควบคุมหลัก (Main Distribution Board) ดังรูปที่ 7 พบว่าอุปกรณ์ป้องกันหรือฟิวส์ (Fuse) ของชุดควบคุมการตัดต่อตัวคาปาซิเตอร์ชุดสุดท้ายเพื่อต่อเข้าระบบขาด จึงแจ้งทางผู้บริหารของบริษัท ทราบ ซึ่งทางบริษัท ได้แจ้งให้ทางผู้รับจ้างเข้ามาดำเนินการเปลี่ยนฟิวส์โดยไม่มีการเสียค่าใช้จ่ายเนื่องจากตู้ควบคุมนี้ยังอยู่ในช่วงเวลาประกันผลงานของผู้รับจ้างดังนั้นค่าใช้จ่ายในด้านนี้จึงไม่มีระบบควบคุมจึงทำงานได้ตามปกติส่งผมให้ค่าตัวประกอบกำลังมีค่าไม่น้อยกว่า 0.95 ดังรูปที่ 8

4. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยเสนอมาตรการที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงโดยไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต มีรายละเอียดดังนี้

<u>มาตรการที่ 1 การเปลี่ยนหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงเป็นหลอดประหยัดพลังงาน</u>

1. ข้อมูลเบื้องต้น

จำนวนหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง	=	10	หลอด
กำลังไฟฟ้าของหลอดรวมบัลลาสต์	=	425	วัตต์
กำลังไฟฟ้าของหลอดประหยัดพลังงาน	=	110	วัตต์
ระยะเวลาในการเปิดใช้งานเฉลี่ยต่อวัน	=	12	ชั่วโมง
จำนวนวันทำงานของโรงงาน	=	365	วัน/ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.65	บาท/kWh

2. การประเมินการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

	=	10x0.425x12x365	kWh/ปี
	=	18,615.00	kWh/ปี

3. การประเมินการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

	=	10x0.110x12x365	kWh/ปี
	=	4,818.00	kWh/ปี

4. ผลการประหยัด

	=	18,615.00 - 4,818.00	kWh/ปี
	=	13,797.00	kWh/ปี
เงินที่ประหยัดได้	=	13,797.00x3.65	บาท/ปี
	=	50,359.05	บาท/ปี
ผลประหยัดร้อยละ	=	(50,659.05/1,007,365.65) x 100	
	=	5.0	

5. การวิเคราะห์ทางการเงิน

เงินลงทุนที่ใช้	=	10x1,200	บาท
	=	12,000.00	บาท
เวลาคืนทุน	=	12,000.00/50,359.05	ปี
	=	0.24	ปี
หรือคืนทุน	=	0.24x12	เดือน
	=	2.88	เดือน

<u>มาตรการที่ 2 การเปลี่ยนโคมส่องหลอดทังสเตนฮาโลเจนเป็นโคมส่องหลอดแอลอีดี</u>

1. ข้อมูลเบื้องต้น

จำนวนโคมส่อง	=	1	โคม
กำลังไฟฟ้าของหลอด	=	1,000	วัตต์
กำลังไฟฟ้าหลอดแอลอีดี	=	150	วัตต์
ระยะเวลาในการเปิดใช้งานเฉลี่ยต่อวัน	=	12	ชั่วโมง
จำนวนวันทำงานของโรงงาน	=	365	วัน/ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.65	บาท/kWh

2. การประเมินการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

	=	1x1.00x12x365	kWh/ปี
	=	4,380.00	kWh/ปี

3. การประเมินการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

	=	1x0.150x12x365	kWh/ปี
	=	657.00	kWh/ปี

4. ผลการประหยัด

	=	4,380.00 - 657.00	kWh/ปี

= 3,723.00 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ = 3,723.00x3.65 บาท/ปี

= 13,588.95 บาท/ปี

ผลประหยัดร้อยละ= (13,588.95/1,007,365.65) x 100

= 1.349

5. การวิเคราะห์ทางการเงิน

เงินลงทุนที่ใช้ = 1x4,500 บาท

= 4,500.00 บาท

เวลาคืนทุน = 4,500.00/13,588.95 ปี

= 0.33 ปี

หรือคืนทุน = 0.33x12 เดือน

= 3.96 เดือน

<u>มาตรการที่ 3 การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดแอลอีดี T8</u>

1. ข้อมูลเบื้องต้น

จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ = 18 หลอด

กำลังไฟฟ้าของหลอดรวมบัลลาสต์ = 46 วัตต์

กำลังไฟฟ้าหลอดแอลอีดี = 18 วัตต์

ระยะเวลาในการเปิดใช้งานเฉลี่ยต่อวัน = 12 ชั่วโมง

จำนวนวันทำงานของโรงงาน = 365 วัน/ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย = 3.65 บาท/kWh

2. การประเมินการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

ป้อมยามและศาลาที่พัก... = 10x0.046x12x365 kWh/ปี

= 2,014.80 kWh/ปี

โรงเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง = 5x0.046x15x365 kWh/ปี

= 1,259.25 kWh/ปี

บริเวณรอบสำนักงาน = 3x0.046x24x365 kWh/ปี

= 1,208.88 kWh/ปี

รวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 4,482.93 kWh/ปี

3. การประเมินการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

ป้อมยาม ศาลาที่พัก ... = 10x0.018x12x365 kWh/ปี

= 788.40 kWh/ปี

โรงเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง = 5x0.018x15x365 kWh/ปี

= 492.7 kWh/ปี

บริเวณรอบสำนักงาน = 3x0.018x24x365 kWh/ปี

= 473.04 kWh/ปี

รวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 1,754.19 kWh/ปี

4. ผลการประหยัด

= 4,482.93- 1,754.19 kWh/ปี

= 2,728,74 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ = 2,728.74 x 3.65 บาท/ปี

= 9,959.90 บาท/ปี

ผลประหยัดร้อยละ= (9,959.90/1,007,365.65)x 100

= 0.988

5. การวิเคราะห์ทางการเงิน

เงินลงทุนที่ใช้ = 18 x 359 บาท

= 6,462 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = 6,462/9,959.9 ปี

= 0.648 ปี

หรือคืนทุน = 0.648 x 12 เดือน

= 7.776 เดือน

<u>มาตรการที่ 4 การเปลี่ยนโคมส่องหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงเป็นโคมส่องหลอดแอลอีดี</u>

1. ข้อมูลเบื้องต้น

จำนวนโคมส่อง = 9 โคม

กำลังไฟฟ้าของหลอดรวมบัลลาสต์ = 425 วัตต์

กำลังไฟฟ้าหลอดแอลอีดี = 200 วัตต์

ระยะเวลาในการเปิดใช้งานเฉลี่ยต่อวัน = 12 ชั่วโมง

จำนวนวันทำงานของโรงงาน = 365 วัน/ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย = 3.65 บาท/kWh

2. การประเมินการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

= 9x0.425x12x365 kWh/ปี

= 16,753.50 kWh/ปี

3. การประเมินการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

= 9x0.200x12x365 kWh/ปี

= 7,884.00 kWh/ปี

4. ผลการประหยัด

= 16,753.50 - 7,884.00 kWh/ปี

= 8,869.50 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ = 8,869.50x3.65 บาท/ปี

= 32,373.68 บาท/ปี

ผลประหยัดร้อยละ= (32,373.68/1,007,365.65)x100

= 3.21

5. การวิเคราะห์ทางการเงิน

เงินลงทุนที่ใช้ = 9x7,000 บาท

= 63,000.00 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = 63,000.00/32,373.68 ปี

= 1.95 ปี

หรือคืนทุน = 1.95x12 เดือน
= 23.40 เดือน

มาตรการที่ 5 มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง

1. ข้อมูลเบื้องต้น

ขนาดพิกัดหม้อแปลง = 500 kVA
กำลังการสูญเสียในแกนเหล็ก = 1.05 kW
กำลังการสูญเสียในขดลวด = 5.5 kW
หม้อแปลงจ่ายโหลดเฉลี่ยต่อเดือน = 113.20 kW
ชั่วโมงการใช้งานหม้อแปลงที่จ่ายโหลด = 8 ชั่วโมง/วัน
จำนวนวันที่จ่ายโหลดใน 1 เดือน = 25 วัน/เดือน
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย = 3.65 บาท/kWh
เงินค่าปรับกรณีต่ำกว่า 0.85 = 47,042.73 บาท/ปี

2. การประเมินการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

ค่าตัวประกอบกำลังก่อนปรับปรุง = 0.64
กำลังสูญเสียในหม้อแปลงใน 1 เดือน ก่อนปรับปรุง

$$= (1.05 + 5.50)\left[\frac{113.20}{0.64\times500}\right]^2 \text{ kW}$$

= 0.82 kW
พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียก่อนปรับปรุง
= 0.82x8x25x12 kWh/ปี
= 1,968 kWh/ปี

3. การประเมินการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

ค่าตัวประกอบกำลังหลังปรับปรุง = 0.95
กำลังสูญเสียในหม้อแปลงใน 1 เดือน หลังปรับปรุง

$$= (1.05 + 5.50)\left[\frac{113.20}{0.95\times500}\right]^2 \text{ kW}$$

= 0.371 kW
พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียหลังปรับปรุง
= 0.371x8x25x12 kWh/ปี
= 890.40 kWh/ปี

4. ผลการประหยัด

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 1,968 – 890.4 kWh/ปี
= 1,077.6 kWh/ปี
เงินที่ประหยัดได้ = (1,077.6x3.65) บาท/ปี
= 3,933.24 บาท/ปี

รวมผลประหยัดทั้งหมด = 3,933.24 + 47,042.73 บาท/ปี

ผลประหยัดรวมร้อยละ = (50,975.97/1,007,365.65)x100
= 5.06

5. การวิเคราะห์ทางการเงิน

เงินลงทุนที่ใช้ = ไม่มี
ระยะเวลาคืนทุน = ไม่มี

จากผลประหยัดตามมาตรการต่างๆ ที่ทางผู้วิจัยคำนวณและสามารถนำมาปฏิบัติได้จริงโดยไม่กระทบต่อกระบวนการผลิตและการลงทุนของบริษัทธรรมรัตน์คอนกรีตจำกัดมีผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงาน

มาตรการที่	การวิเคราะห์			ผลประหยัด	
	ลงทุน (บาท)	คืนทุน (ปี)	ประหยัด (%)	kWh/ปี	บาท/ปี
1	12,000	0.24	5	13,797.00	50,359
2	4,500	0.33	1.35	3,723.00	13,588.90
3	5,385	0.65	0.82	2,268.80	8,281.20
4	63,000	1.95	3.21	8,869.50	32,373.60
5	0	0	5.06	1,077.60	50,975.90
รวมผลประหยัด			**15.44**	**29,735.90**	**155,578.60**

ผลประหยัดที่เกิดขึ้นเมื่อทางบริษัทธรรมรัตน์คอนกรีตจำกัดปฏิบัติตามมาตรการคือ 15.44 เปอร์เซ็นต์ หรือ 29,735.9 กิโลวัตต์ต่อปี เมื่อคำนวณเป็นจำนวนเงินคือ 155,578.6 บาทต่อปี

5. สรุป

หลายมาตรการที่ผู้วิจัยนำเสนอเพื่อใช้ในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าให้กับบริษัทฯ ได้เป็นอย่างมากตามผลการคำนวณ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถนำมาใช้ได้จริงด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น ความพึงพอใจของผู้ใช้, การลงทุนที่มีมูลค่าสูง, ความคุ้มค่าของการลงทุนใช้เวลามากกว่า 2 ปี เหตุผลเหล่านี้ล้วนเป็นตัวแปรที่สำคัญส่งผลให้มาตรการต่างๆ ไม่สามารถนำมาปฏิบัติได้จริง แต่หากได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ในเรื่องของงบประมาณและบุคลากรผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ก็เป็นแนวทางที่ช่วยให้หลายมาตรการที่นำเสนอมีความน่าสนใจต่อผู้บริหารของบริษัทและนำไปสู่การปฏิบัติได้มากยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมที่จัดให้มีโครงการประหยัดพลังงานสำหรับโรงงานขนาดเล็ก (ES for SE) , บริษัทธรรมรัตน์ คอนกรีต จำกัดในฐานะผู้ร่วมโครงการและอำนวยความสะดวกในการเข้าเก็บ

ข้อมูล และขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณาให้คำปรึกษาตลอดการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2550). *คู่มือฝึกอบรมโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

[2] ไชยะ แช่มช้อย. (2544). *คู่มือการลดค่าไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี.

[3] เทอดไทย นาครักษ์. (2554). *การจัดการและปรับปรุงการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[4] นาตยา คล้ายเรือง. (2558). *ศักยภาพในการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยมาตรการ Demand Response ในอุตสาหกรรมประเภทอาหารและเครื่องดื่ม*. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[5] บุญยงค์ ลิ้มชูพรวิกุลม. (2530). *การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมสบู่*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

[6] พิพรรธ ทวีวัฒน์กิจ. (2539). *การลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้ระบบเก็บน้ำแข็งในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

[7] ศศิน ทวิรสกุล. (2557). *การลดค่าไฟฟ้าและการเพิ่มตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมผลิตท่อโลหะในงานก่อสร้างและติดตั้งที่มีการใช้ไฟฟ้าแบบการแบ่งตามช่วงเวลา*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[8] สมาน งามเลิศนภากรณ์. (2540). *ศักยภาพในการติดตั้งเครื่องควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุด*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

[9] สุดสาคร นุ้ยดี. (2538). *การศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานและลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานปลาทูน่ากระป๋อง*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

8. ประวัติ

นายสัญญา พรหมภาสิต สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร งานวิจัยที่สนใจคือ ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน, การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า