

การศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในโรงงานทอผ้าด้วยเครื่องทอระบบส่งเส้น ด้ายพุ่งด้วยน้ำ

A STUDY ON ELECTRIC SAVING IN A WATER-JET WEAVING FACTORY

ปิยะพล บวรอุตมวงศ์ และ สาทิต พุทธิชัยยงค์

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์: 02-2879600

Email: piyapol.b@gmail.com, sathit@rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้าด้วยเครื่องทอระบบส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบต่างๆที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้าเครื่องทอ Water-Jet จากการศึกษาทดลองพบว่าปัจจัยที่มีผลสูงสุดในการประหยัดพลังงานคือ การเปลี่ยนมอเตอร์เครื่องทอ เป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งได้ผลมากที่สุดในการประหยัดพลังงานคือ 63.17% ต่อมาคือการเปลี่ยนอุปกรณ์หลอดไฟ จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดไฟ LED T8ซึ่งได้ผลการประหยัดพลังงานรองลงมาอยู่ที่ 18.16% ถัดมาคือการเปลี่ยนมิเตอร์ไฟเป็นแบบอัตรา TOU พร้อมสลับตารางทำงานในวันหยุด ผลการประหยัดพลังงานอยู่ที่ 12.40% และแนวทางลำดับต่อมาคือการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ โดยการปรับปรุงค่าคาปาซิเตอร์ซึ่งได้ผลอยู่ที่ 6.27% และปัจจัยสุดท้ายที่ทำการศึกษาคือ การควบคุมกำลังไฟ Peak Load ซึ่งการศึกษาพบว่าแนวทางนี้ไม่มีผลคุ้มค่าต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

กล่าวคือแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้า Water-Jet โดยการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง จำเป็นต้องใช้เงินลงทุนสูงแต่จะได้ผลการประหยัดไฟฟ้าสูงสุดเช่นกัน และผลของการลดต้นทุนไฟฟ้าจะสามารถเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันด้านอุตสาหกรรมการผลิตในระยะยาวได้ จากผลการทดลองพบว่าแนวทางประหยัดไฟดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถลดค่าไฟฟ้าได้จาก 0.62บาท/หลา เป็น 0.46บาท/หลา

คำสำคัญ: เครื่องทอระบบส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยน้ำ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง อัตรา TOU หลอดไฟ LED

ABSTRACT

The purpose of the research is to investigate the factors, which consider having an effect on electric saving in a water-jet weaving factory.

The findings reveal that there was significant effect on electric saving from costing 0.62 Baht/Yard to 0.46 Baht/Yard. From the results obtained, it was found that:

- 1) By changing from a conventional motor to a high efficiency motor has the most significant effect on electric saving at 63.17 %.

- 2) Adapting from T8 light bulb to LED-T8 light bulb also has a significant effect on electric saving at 18.16 %.
- 3) Varying the meter rate to TOU-rate along with alternating staffs' working-schedules during weekend and holiday periods result in electric saving at 12.40 %.
- 4) Adjusting the power factor by correcting the capacitor results in electric saving at 6.27 %.
- 5) By monitoring and controlling electrical power peak-load, nevertheless, the result is not significant on electric saving.

In conclusion, the findings of the study on electric saving in a water-jet weaving factory reveal that by changing to high efficiency motor has the most significant effect on electric saving regardless the highest investment cost among others factors. The result of electric saving is considered cost-saving advantage and will help increase the competitiveness of the weaving industry.

Keywords: Water-Jet Loom, High efficiency motor, TOU rate, LED light bulb.

บทนำ

สถานการณ์สิ่งทอในประเทศไทยในปัจจุบัน อุตสาหกรรมกลางน้ำเช่นโรงงานทอผ้าถือว่าอยู่ในสภาวะปรับตัวยากเป็นอย่างยิ่ง ด้วยเพราะธุรกิจหลักคือการ"รับจ้างผลิต"ตามความต้องการของลูกค้า การบริหารต้นทุนจึงถือเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง โดยเฉพาะต้นทุนแปรผัน (Variable cost) จะประกอบไปด้วยค่าแรงงาน 60.89%, ค่าไฟฟ้า 27.34%, ค่าอะไหล่ 8.98% และค่าน้ำ 2.79% เป็นต้น และหากมองความเป็นไปได้ในการลดต้นทุนหลักนั้นคือค่าแรงงาน การลดต้นทุนส่วนนี้เทียบได้เท่ากับการเลิกจ้างพนักงานเท่านั้น ซึ่งการลดต้นทุนส่วนนี้จะมีผลกระทบตามมาอีกหลายด้าน ต้นทุนที่สำคัญถัดมาคือ ค่าไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าเป็นต้นทุนแปรผันหลักที่มีวิธีการประหยัดพลังงานหลายแนวทาง ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้นำแนวทางที่เอื้อต่อการนำไปใช้จริงมาศึกษา เพื่อนำมาซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงสำหรับโรงงานทอผ้า Water-Jet

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบต่างๆที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้าเครื่องทอ Water-Jet

เพื่อให้ทราบองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการลดต้นทุนพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยการผลิต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์เดิมและมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

- 1.1 กำหนดเครื่องทอ Water-Jet ที่จะทำการทดสอบให้อยู่ในสภาวะตั้งต้นเดียวกัน

- 1.2 วัดพลังงานไฟฟ้าขาเข้าของมอเตอร์เครื่องทอในสภาวะการทำงานตามปกติ

- 1.3 เปลี่ยนมอเตอร์เครื่องทอเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง เนื่องจากมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงที่นำมาใช้ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้ได้กับเครื่องทอ

โดยตรง จึงจำเป็นต้องมีการตัดแปลงฐานมอเตอร์ แกน
มอเตอร์ พูลเลย์ และปลอกเหล็ก เพื่อให้สามารถสวม
เข้ากับเครื่องทอได้

1.4 ใช้มอเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจากมอเตอร์ ประสิทธิภาพสูง



ภาพที่1 มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

2. การใช้หลอดไฟลูออเรสเซนต์ T8 โดย เปลี่ยนเป็นหลอด LED-T8 18 วัตต์

2.1 ในการทดลองนี้จะเป็นการวัดผลของ
กระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าหลอดไฟจำนวน 1 แถว หรือ
หลอดไฟ 8 หลอด เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยอัตราไฟฟ้าใช้
จริงต่อ 1 หลอด

2.2 เปลี่ยนการทดลองเป็นหลอดไฟ LED T8
18วัตต์ จำนวน 8 หลอด โดยเปิดทิ้งไว้เป็นเวลา 30

นาที่จึงเริ่มวัดพลังงานไฟฟ้า และ วัดอุณหภูมิที่ชั่ว
หลอด

2.3 เก็บและบันทึกผลการทดลอง

3. อัตราค่าไฟฟ้า TOU เปรียบ เทียบกับอัตรา
ค่าไฟฟ้าปกติ พร้อมจัดตารางสลับทำงานวันหยุด สลับ
วันหยุดแล้วเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง

4. ปรับปรุงค่าเพาเวอร์ แฟคเตอร์ด้วยการ
ปรับปรุงค่าคาปาซิเตอร์

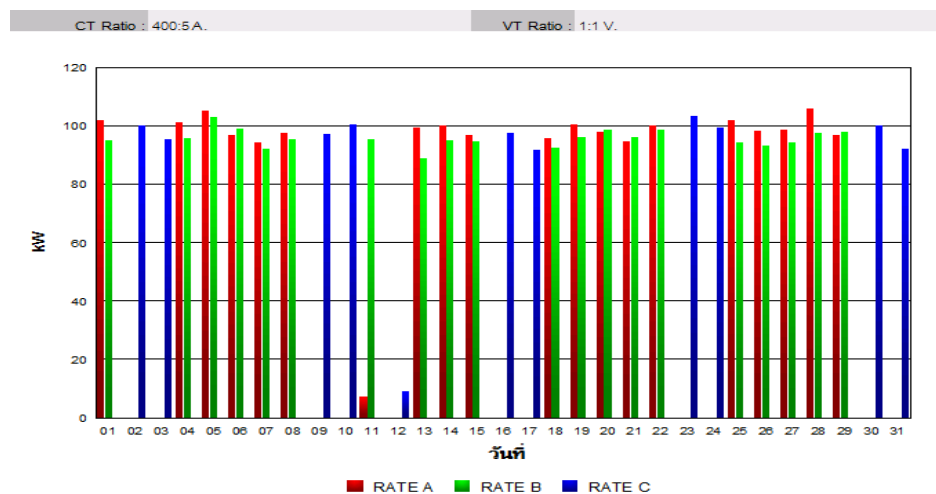
4.1 วัดค่าไฟในตู้ไฟ MDB

4.2 เปลี่ยนคาปาซิเตอร์ใหม่เพื่อปรับปรุงค่า
เพาเวอร์แฟคเตอร์

4.3 เก็บข้อมูลกระแส ไฟฟ้าเพื่อหาค่าเพาเวอร์
แฟคเตอร์ที่เกิดขึ้นจริง หลังปรับปรุง

4.4 ติดตามผลค่าการใช้กระแสไฟฟ้าจริงใน
รอบปีถัดไปเพื่อคำนวณการคืนทุน

5. การควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load)
ของโรงงาน โดยการเปลี่ยนการจัดตารางการเปิดเครื่อง
ให้เหลื่อมล้ำกัน 15 นาทีต่อแถว (1แถว = 16 เครื่อง)
เปรียบเทียบกับจากเดิมซึ่งเปิดพร้อมกันทุกแถว



ภาพที่ 1 ค่า Peak Load ที่เกิดขึ้นใน รอบ1 เดือน สิงหาคม

จากข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน จะเห็นได้ว่า ค่า Peak Load ของเดือนสิงหาคม เกิดขึ้นในวันที่ 28 สิงหาคม จึงสมควรพิจารณาค่า Peak Load ทุก 15 นาที

ผลการวิจัย

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์เดิมและมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

- มอเตอร์เดิมมีประสิทธิภาพมอเตอร์เท่ากับ 71.07%
- มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพมอเตอร์เท่ากับ 84.51%

สรุปได้ว่าการเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง 98 ตัว สามารถประหยัดค่าไฟได้ถึง 889,177.58 บาทต่อปี ในระยะเวลาคืนทุน 1.47 ปี

2. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าระหว่างการใช้อุปกรณ์เดิมที่เป็นหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ T8-36 วัตต์ พร้อมชุดบัลลาสต์ 10 วัตต์ เท่ากับ 46 วัตต์ โดยเปลี่ยนเป็นหลอด LED-T8 18 วัตต์

หลอดไฟทั้งหมดในโรงงานเท่ากับ 514 หลอด ในที่นี้จะทำการทดลองจำนวน 8 หลอด หรือ 1 แถว เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยต่อหลอด

ผลการทดลองเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟทั้งสองชนิดได้ดังนี้

- วัดไฟจากการเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ พร้อมชุดบัลลาสต์ 10วัตต์จำนวน 8 หลอดได้ค่าจริงเท่ากับ 368.8 วัตต์ หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 46.10 วัตต์ ต่อ 1 หลอด อุณหภูมิสูงสุด อยู่ที่ 54 องศาเซลเซียส วัดที่บริเวณหัวหลอด

- วัดไฟจากการเปิดหลอด LED 18 วัตต์ จำนวน 8 หลอด ได้ค่าจริงเท่ากับ 145.60 วัตต์ หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 18.20 วัตต์ต่อ 1 หลอด อุณหภูมิสูงสุด อยู่ที่ 39 องศาเซลเซียส โดยวัดที่บริเวณหัวลูมิเนียมจุดที่มีวงจร

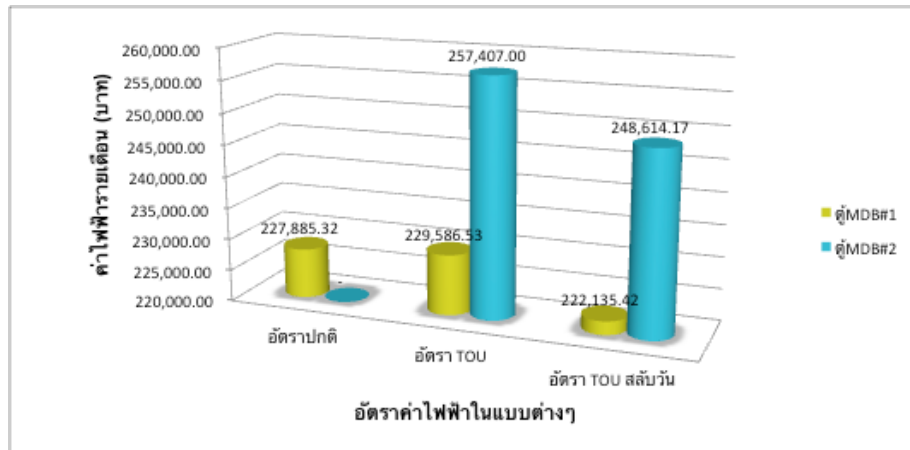
จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนมาใช้หลอดประหยัดไฟ LED-T8 จำนวน 514 หลอด จะลดค่าไฟฟ้าจากเดิมใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 (514 หลอด) มีค่าไฟฟ้า 422,408 บาทต่อปี เป็นหลอด LED-T8 (514 หลอด) ลดค่าไฟฟ้าได้เหลือ 166,764 บาทต่อปี จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนมาใช้หลอดประหยัดไฟ LED สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 255,644 บาทต่อปี ซึ่งจะมีระยะ เวลาการคืนทุนอยู่ที่ประมาณ 0.72 ปี หรือ 8.69 เดือน หรือ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 3,009,865 บาท ในระยะเวลาดำเนินการ 10 ปี (รวมค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดไฟทดแทน)

จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิหัวหลอดลดลงจาก 54 องศาเซลเซียส ลดลงเป็น 39 องศาเซลเซียสซึ่งอุณหภูมิที่หัวหลอดที่ลดลง มีผลดีต่อสภาพแวดล้อมของห้องทอผ้าดังนี้

- เนื่องจากอุณหภูมิในห้องทอผ้าลดลง ส่งผลให้พลังงานที่ใช้ในเครื่องควบคุมความชื้นและเครื่องปรับอากาศลดลงด้วย
- สภาพแวดล้อมในการทำงานของพนักงานดีขึ้นเนื่องจากการอุณหภูมิโดยรวมลดลง
- อุณหภูมิในห้องทอผ้าที่ลดลงส่งผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มากขึ้น มีผลให้ลดการเกิดไฟฟ้าสถิตย์ลงในเส้นใยประดิษฐ์

3. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยอัตราค่าไฟฟ้า
TOU มาเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าปกติ โดยจ่าย

กระแสไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้า 2 ขนาด คือ ตู้
MDB#1 ขนาด 250 kVA และตู้ MDB ขนาด 315

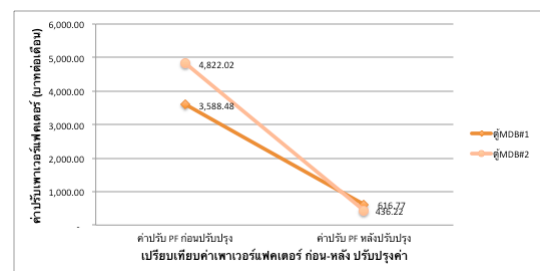


ภาพที่ 2 แสดงค่าไฟรายเดือนที่ลดลงจากการสลับการทำงานในวันหยุด

kVA พร้อมจัดตารางสลับทำงานวันหยุดสรุปได้ว่า การ
สลับมาทำงานในวันหยุดและเปลี่ยนมิเตอร์ MDB#1
จากอัตราปกติเป็นอัตรา TOU ซึ่งจะสามารถทำให้
ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ทั้งหมด 14,542.73 บาทต่อเดือน
หรือ 174,512.76 บาทต่อปี

4. ศึกษาและเปรียบเทียบค่าค่าปาซิเตอร์รวม
ที่มีผลต่อ การควบคุมค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ผลการวัด
และคำนวณการปรับปรุงค่าค่าปาซิเตอร์

- ตู้MDB#1 ตู้ควบคุมไฟฟ้า ขนาด 250 kVA
สามารถลดค่า ปรับเพาเวอร์ แฟคเตอร์ลงได้
35,660.52 บาท/ปี
- ตู้MDB#2 ตู้ควบคุมไฟฟ้า ขนาด 315 kVA
สามารถลดค่า ปรับเพาเวอร์ แฟคเตอร์ลงได้
52,629.60 บาท/ปี

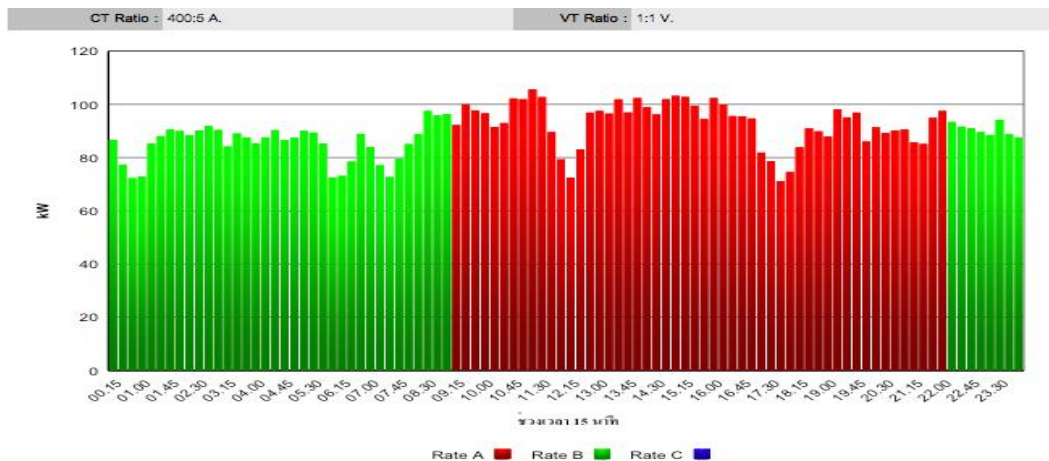


ภาพที่ 3 แสดงค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ลดลง

หลังจากปรับปรุงประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่าถ้ารวมผลของการปรับปรุงค่าค่าปาซิ
เตอร์ทั้ง 2 ตู้ ด้วยการลงทุน 58,500 บาท จะสามารถ
ลดค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ลงได้ 88,290.12 บาท/ปี
หรือมีระยะเวลาในการคืนทุน เท่ากับ 0.66 ปี

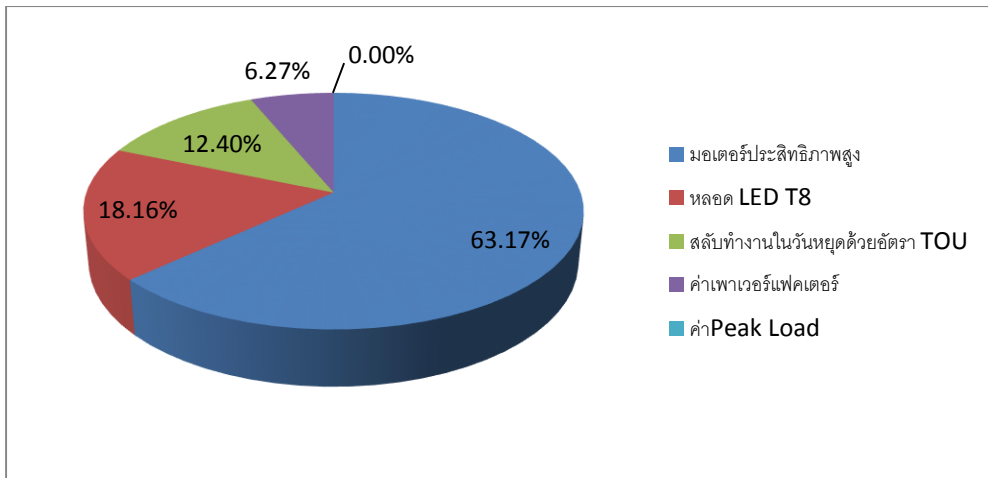
5. ศึกษาและเปรียบเทียบการควบคุม
กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) ของโรงงาน โดยการ
เปลี่ยนการจัดตารางการเปิดเครื่องให้เหลื่อมล้ำกัน 15
นาที่ต่อแถว (1 แถว = 16 เครื่อง) เปรียบเทียบจากเดิม
ซึ่งเปิดพร้อมกันทุกแถว



ภาพที่ 4 ค่า Peak Load วันที่ 26 สิงหาคม ซึ่งเป็นวันที่มี Peak Load ที่สูงที่สุด

ตารางที่ 1 ผลรวมของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงทอผ้าเครื่อง Water-Jet Loom

ข้อ	รายการ	ผลประหยัดค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	%การลดค่าไฟ เทียบกับผลการลดค่าไฟรวม
1	เปลี่ยนมอเตอร์เครื่องทอเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง 98 เครื่อง	889,177.58	63.17%
2	เปลี่ยนหลอดไฟ T8 เป็นหลอด LED-T8 จำนวน 514 หลอด	255,644.00	18.16%
3	เปลี่ยนมิเตอร์เป็นอัตรา TOU พร้อมสลับตารางทำงานในวันหยุด	174,512.76	12.40%
4	ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยการปรับปรุงค่าคาปาซิเตอร์	88,290.12	6.27%
5	การควบคุมกำลังไฟ Peak load (ไม่คุ้มต่อการเพิ่มมาตรการ)	-	0.00%
รวม		1,407,624.46	100.00%
เฉลี่ยโรงทอผ้าเครื่อง Water-Jet Loom มีผลผลิตปีละ		9,000,000.00	หลา/ปี
ต้นทุนค่าไฟเฉลี่ย/หลา ลดลงเท่ากับ		0.16	บาท/หลา



ภาพที่ 5 แสดงผลอัตราส่วนการประหยัดพลังงานไฟฟ้าตามแนวทางประหยัดพลังงานทั้ง 5 หัวข้อ

จากภาพที่ 4 พบว่าค่า Peak Load ที่มากที่สุดเท่ากับ 105.68 kW และมีค่า Peak Load ที่รองลงมาอยู่ที่ 103.2 kW ผลต่างของทั้งสองจะเท่ากับ 2.48 kW ฉะนั้นผลต่างของการประหยัดค่าไฟของทั้งสองค่าจึงเท่ากับ $132.93 \times 2.48 = 329.67$ บาท เป็นผลให้ไม่คุ้มค่ากับการควบคุมการบริหารจัดการและการลงทุน

สรุปผลการวิจัย

แนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานทอผ้า Water-Jet ซึ่งส่งผลโดยตรงกับการลดภาระค่าใช้จ่ายและต้นทุนการผลิตอาจเป็นแค่ส่วนหนึ่งในวิธีการลดค่าใช้จ่ายในโรงงาน ผลของการลดต้นทุนในครั้งนี้เป็นที่แน่นอนว่าไม่สามารถเทียบเท่าการย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศที่ค่าแรงต่ำกว่าได้ แต่จะสามารถเป็นอีกหนทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันด้านอุตสาหกรรมการผลิตด้วย

จากการทำการทดลองศึกษาและเก็บข้อมูลเปรียบเทียบสามารถสรุปแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้าเครื่อง Water-Jet ได้เป็นผลดังหัวข้อดังนี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์ ดร.สมนึก สังข์หนู และ ดร.สมประสงค์ ภาษาประเทศ ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำการวิจัยในครั้งนี้และตลอดมา ขอขอบคุณบริษัท ศรีไทยเท็กซ์ไทล์ จำกัดในการสนับสนุนเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์การทดลอง เครื่องจักร และ วัสดุดิบ ในการทำการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงพนักงานในบริษัท ศรีไทยเท็กซ์ไทล์ จำกัดสำหรับความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] บรรเลง ศรีนิล. การประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมพลาสติก. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม; 2537.

[2] พุทธิพร เสวตสกุลานนท์. การวิเคราะห์ และศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบมาตรฐาน และ มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบประสิทธิภาพสูง. การประชุมวิชาการ ด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร; 2550, หน้า 1-8.

[3] รองศาสตราจารย์ ฤชากร จิรกาลวสาน. ภาระและประสิทธิภาพมอเตอร์. บทความวิชาการชุดที่ 11. หน้า 84-95

[4] ผศ. ธนวัฒน์ ฉลาดสกุล. มอเตอร์ไฟฟ้า. Technology Promotion Mag. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

[5] สุทธิศักดิ์ เต็มเกษมสุข. การศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ด้วย แอลอีดีในคอมไฟป้องกันกระเบิด. การประชุม วิชาการ ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม . มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2555.