

การศึกษาแนวทางเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ในการผลิตอุปกรณ์กีฬาไม้กอล์ฟ บริษัทกรณีศึกษา

A STUDY THE WAY OF REDUCING ELECTRICITY CONSUMPTION OF GOLF HEAD PRODUCTION A CASE STUDY AT SAMPLE FACTORY

อัฒม์ดิณณ์ อริยรัชพิมุกต์^{#1}

[#]บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต / สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม / สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

¹e-mail: achita_ke@yahoo.com

บทคัดย่อ - การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์กีฬาไม้กอล์ฟ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ นำผลมาวิเคราะห์แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากการศึกษาสามารถนำเสนอแนวทางการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 3 มาตรการ คือ 1) การลดจำนวนหลอดไฟทางเดินระหว่างแผนก จากเดิมที่มีการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 2 หลอดต่อ 1 ราง ให้ลดลงเหลือเพียง 1 หลอดต่อราง จำนวนหลอดไฟที่ลดลงรวม 174 หลอด สามารถลดปริมาณการใช้พลังงาน 43,691 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี สามารถลดค่าใช้จ่าย 80,807 บาท 2) การเปลี่ยนหลอดไฟพร้อมชุดอุปกรณ์ในการติดตั้ง จากเดิมพบว่ามีการสูญเสียพลังงาน 10 วัตต์ต่อหลอด จำนวนหลอดไฟที่มีการสูญเสียพลังงานที่ต้องเปลี่ยนรวม 2,048 หลอด สามารถลดปริมาณการใช้พลังงาน 178,790 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี สามารถลดค่าใช้จ่าย 330,643 บาท 3) การเปลี่ยนและติดตั้งเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง จำนวน 1 เครื่อง เพื่อทดแทนเครื่องเดิมพบว่าอัตราการผลิตไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้งาน ซึ่งการสูญเสียพลังงานจากสภาพการใช้งานของเครื่องอัดอากาศตลอดเวลาและอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าจากทั้ง 2 เครื่อง จำนวน 373,650 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานรวม 159,923.4 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า รวม 295,789 บาท จากการศึกษา พบว่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิตทั้งหมดลดลงจาก 21.31 กิโลวัตต์ต่อชิ้นเหลือ 20.45 กิโลวัตต์ต่อชิ้น และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปลดลง 4.03 % โดยสามารถประหยัดการใช้พลังงานได้ถึง 382,404.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นเงินที่ลดลง 707,239 บาท

คำสำคัญ - การลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

Abstract - The objective of this study is to reduce the electricity consumption of sport items, Golf Head production factory. Beginning to collect all data of electricity consumption from each electrical tools. Then, the result will be analyzed to find the way of reducing the electricity consumption. And from this study, three methods can be proposed as following: 1) Reduce the quantity of T8 fluorescent tube (36 watts) by deducting of each from 2 tubes/set to be 1 tube/set. Then, total 174 tubes are deducted, and the electricity consumption can be reduced amount 43,691 kWh/year or 80,807.00 baht/year. 2) Replace

with a new lighting set which is consumed only 10 watts/each. By calculated of total lighting 2,048 sets, the electrical consumption can be reduced 178,790 kWh/year or 330,643.00 baht. 3) Replace with a new set of high quality air-compressor machine. Since, an old machine has been used for longer years. This can be reduced the electricity consumption 159,923.40 kWh / year, or 295,789.00 baht. By the result of these three methods, the index of electricity using consumption can be reduced from 21.31 kWh/piece. to be 20.45 kWh / piece. And, also the index of electrical supply of productivity is reduced 4.03% from the previous. Then, the total of cost saving is 382,404.40 kWh/year or 707,239.00 baht.

Keywords - To reduce the electricity consumption.

1. บทนำ

พลังงานเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจทุกสาขา และเป็นปัจจัยพื้นฐานที่อำนวยความสะดวกสบายในการดำรงชีพของประชาชนในแต่ละประเทศ โดยปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมทั้งประเทศนั้นจะมีทิศทางในการขยายตัวสอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ กล่าวคือ ยิ่งมีการพัฒนามากเท่าใดก็ยิ่งต้องใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจำเป็นต้องใช้พลังงานที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การใช้พลังงานที่ไม่เหมาะสมจะก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงเกินความจำเป็น หากทำการลดต้นทุนในส่วนนี้ลงไปได้ โดยที่ไม่กระทบกระเทือนกับระบบการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์แล้วจะส่งผลให้กำไรที่ได้มีมากกว่าคู่แข่งที่ไม่มีระบบการจัดการพลังงานที่ดีพอ ทำให้สามารถดำเนินงานและแข่งขันกับคู่ต่อสู้ทางธุรกิจได้

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ เพื่อการลดปริมาณการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไม้กอล์ฟ โดยวิธีการสำรวจความต้องการใช้พลังงานทั้งหมดในกระบวนการผลิตเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการสิ้นเปลืองและแนวทางในการปรับปรุง โดยนำข้อมูลการใช้พลังงานมาเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้ากับปริมาณการผลิตในปัจจุบันและการค้นหาค่าความสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตที่เป็นต้นเหตุให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ และจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตลดลง [1-10]

2. วิจัยดำเนินการศึกษา

การศึกษาเพื่อหารูปแบบลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานผลิตไม้กอล์ฟ : บริษัทการศึกษาโรงงานประกอบ สาขาที่ 2 โดยดำเนินการศึกษา ดังนี้

2.1 สํารวจข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

รวบรวมปริมาณการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อเดือนโดยแยกตามลักษณะกระบวนการผลิต ปี 2553 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือนแยกตามกระบวนการผลิต ปี 2553

กระบวนการผลิต/สถานที่	ประเมินปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh/เดือน)	เปรียบเทียบจำนวนการใช้พลังงานทั้งหมด (%)
ผลิตชิ้นส่วนย่อย	172,192.45	28.04
กระบวนการเชื่อม	162,739.86	19.03
กระบวนการขัด	174,531.57	13.63
กระบวนการพ่นสี	213,459.61	28.95
ประกอบด้าม	39,044.41	6.10
สำนักงาน	28,198.09	4.30
รวม	790,166.00	100

2.2 ค้นหาแนวทางเพื่อหามาตรการประหยัดพลังงานโดยการจัดทำแนวโน้มนการใช้พลังงาน

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบข้อมูลสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2551-2553

รายการ	2551	2552	2553
ปริมาณการผลิตรวมต่อปี (ชิ้น)	530,124	265,098	444,866
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์)	9,895,000	6,796,000	9,482,000
ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าต่อปี (บาท)	29,381,105	23,520,739	31,307,934
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท)	2.97	3.46	3.30
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วย (กิโลวัตต์)	18.67	25.64	21.21
อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)	55.42	88.72	70.38

จากตารางที่ 2 รายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าปี ย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ปี 2551-2553 พบว่าอัตราเฉลี่ยการใช้กำลังไฟฟ้าต่อหน่วยการผลิตในปี 2551 เท่ากับ 18.67 กิโลวัตต์ต่อชิ้น ปี 2552 เท่ากับ 25.64 กิโลวัตต์ต่อชิ้น เพิ่มขึ้นเท่ากับ 6.97 กิโลวัตต์ต่อหน่วย เมื่อเทียบกับปี 2551 และในปี 2553 เท่ากับ 21.31 กิโลวัตต์ต่อหน่วย ลดลงเท่ากับ 4.33 กิโลวัตต์ต่อชิ้น เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2552 เนื่องจากมีการสั่งซื้อจากลูกค้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งแนวโน้มอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยเพิ่มสูงขึ้นทุกปีจากอัตราค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น

2.3 เลือกมาตรการเพื่อกำหนดแนวทางประหยัดพลังงาน

ข้อมูลจากการสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและการจัดทำตารางในการแสดงภาระการใช้ไฟฟ้าของแต่ละกระบวนการ นำไปสู่การพิจารณาความเป็นไปได้ในการดำเนินการที่ไม่ส่งผลกระทบต่อ

กระบวนการผลิต เงินลงทุนและระยะเวลาคืนทุนเร็วเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจ โดยได้พิจารณาจัดทำแยกเป็น 3 มาตรการ คือ

1. มาตรการลดการใช้พลังงานแบบไม่มีการลงทุน มาตรการ ลดจำนวนหลอดไฟฟ้าทางเดินระหว่างแผนก ที่มีการติดตั้งระบบการให้แสงสว่างในแบบเฉพาะจุดเพื่อความเหมาะสมในการปฏิบัติงาน ซึ่งซ้อนทับจุดทางเดินระหว่างแผนก

2. มาตรการ ลดการใช้พลังงานแบบมีการลงทุน มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน อันเนื่องมาจากระบบเดิมมีการใช้งานมานานและมีประสิทธิภาพต่ำมีอัตราการสูญเสียพลังงานที่สูง

3. มาตรการเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำไม่เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน โดยมีการสูญเสียพลังงานสูงจากการใช้งานและประสิทธิภาพการทำงานต่ำ

การตรวจสอบสาเหตุแห่งการสูญเสียพลังงานโดยผู้ศึกษาจะตรวจสอบโดยอาศัยหลักการตั้งคำถามเพื่อสืบค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ (Why-Why Analysis) ร่วมกับการสำรวจพื้นที่ที่ทำงานด้วยหลักการ 3 จริง (พื้นที่จริง ของจริง และสถานการณ์จริง) ซึ่งผลการตรวจสอบดังกล่าวสามารถสรุปสาเหตุของการสูญเสียพลังงานในแต่ละกรณี

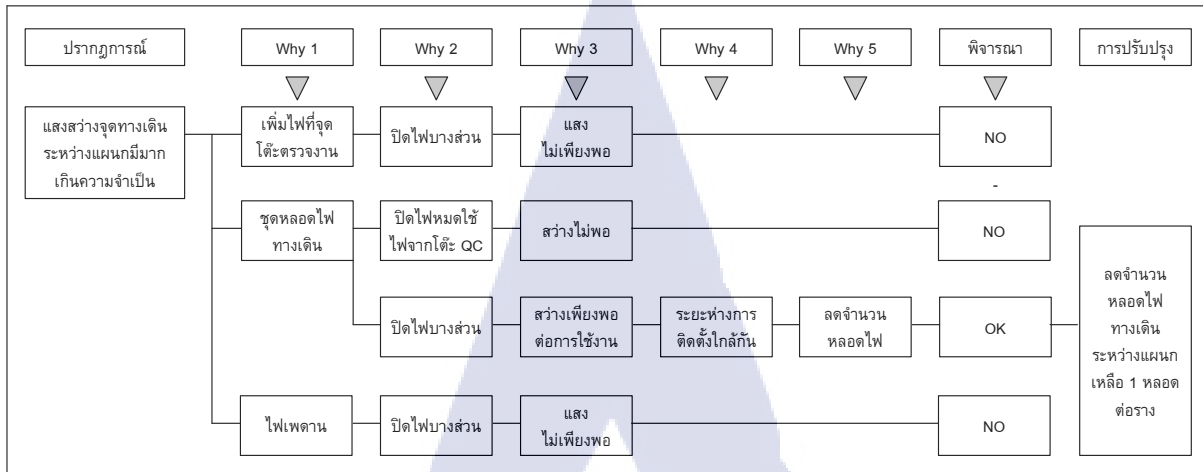
จากตารางที่ 3 วิเคราะห์ปัญหาแสงสว่างเกินความจำเป็นในการทำงาน ด้วยการถามทำไม -ทำไม พบสาเหตุแสงสว่างระหว่างจุดทางเดินมีค่าความส่องสว่างมากเกินไปเกินความจำเป็นที่กฎหมายเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน ฉบับที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 6 มีนาคม 2549 กำหนดมาตรฐานค่าความเข้มของแสงสว่าง ณ บริเวณทางเดินพื้นที่สัญจรแบบหนาแน่น มีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่าง 50 ลักซ์

แนวทางปรับปรุง : การปฏิบัติงานของพนักงานใช้แสงสว่างจากหลอดไฟที่อยู่บนโต๊ะทำงานเป็นหลัก โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์จากหลอดไฟที่ติดตั้งด้านบน จากการตรวจวัดพื้นที่ การปฏิบัติงานค่าแสงสว่างที่วัดได้ 59 ลักซ์ จึงเสนอวิธีการทดสอบโดยการนำหลอดไฟที่ติดตั้งบนรางด้านบน จากปกติ 2 หลอดต่อ 1 รางให้เหลือเพียงหลอดเดียวต่อรางในทุกจุดในสังกัดแผนก Finishing & Packing วัตถุประสงค์เพื่อลดการสูญเสียพลังงานที่ไม่จำเป็นลง

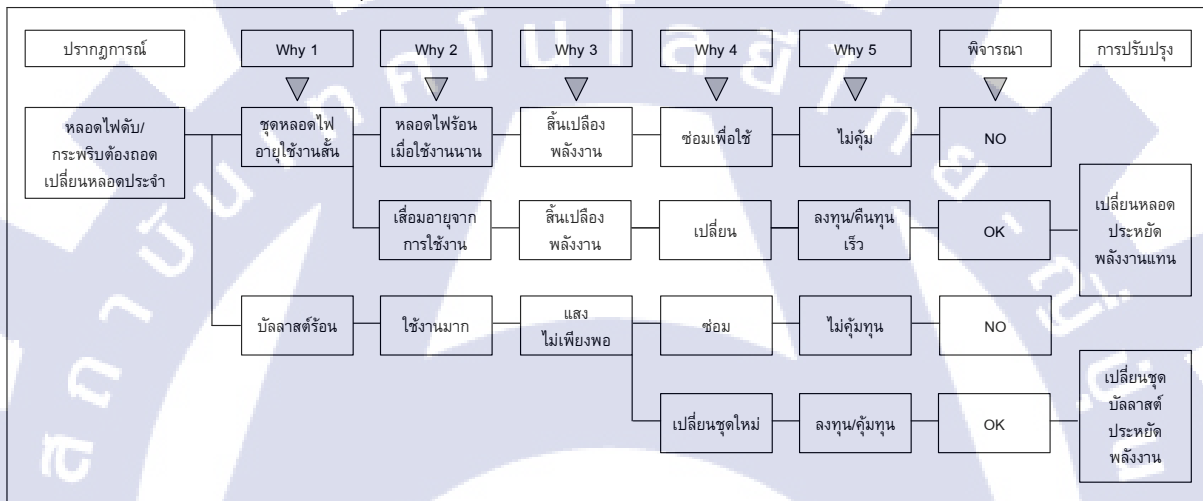
จากตารางที่ 4 วิเคราะห์ปัญหาหลอดไฟและชุดบัลลาสต์แกนเหล็กเสื่อมสภาพจากการใช้งาน พบว่าสาเหตุของปัญหาจากชุดอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจากการใช้งานมายาวนานและมีการสูญเสียพลังงานสูงจึงนำหัวข้อมาทำการหาแนวทางในการลดการสูญเสียพลังงาน

แนวทางปรับปรุง มีหลอดไฟและแสงสว่างที่ออกมาทดแทนหลอดแบบเดิมหลายชนิดได้คัดเลือกหลอดบางชนิดที่มีความน่าสนใจมาทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประหยัดพลังงานและความคุ้มค่ารวมทั้งข้อดีข้อเสียอื่นๆ เพื่อพิจารณาเป็นทางเลือกสำหรับในอนาคต

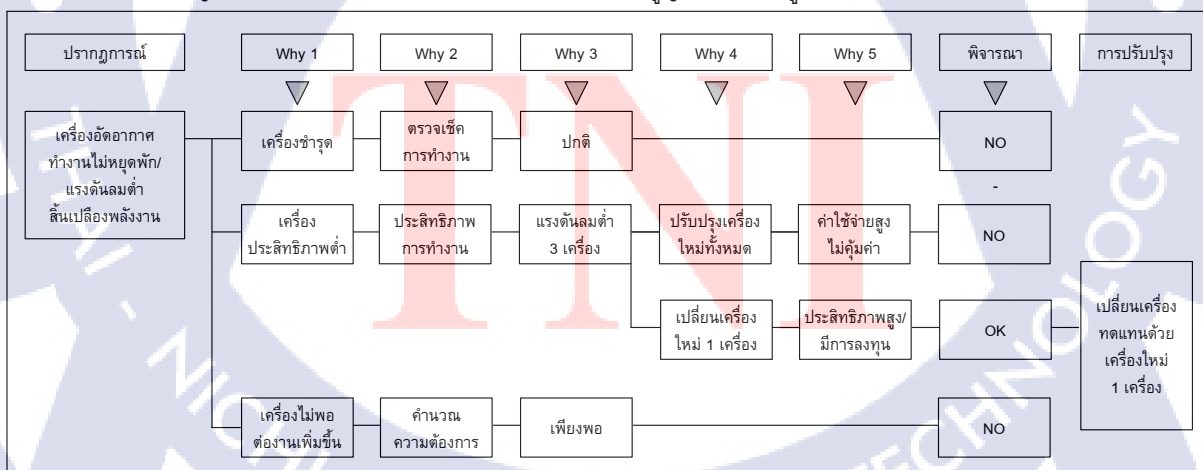
ตารางที่ 3 วิเคราะห์ปัญหาแสงสว่างเกินความจำเป็นในการปฏิบัติงาน



ตารางที่ 4 วิเคราะห์ปัญหาหลอดไฟและชุดบัลลาสต์เสื่อมสภาพ



ตารางที่ 5 วิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศทำงานตลอดเวลาทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานสูง



จากตารางที่ 5 วิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศทำงานตลอดเวลา เกิดการสูญเสียพลังงานสูง พบว่าสาเหตุที่เครื่องอัดอากาศทำงานตลอดเวลาสืบเนื่องมาจากการสูญเสียพลังงานจากระบบการทำงานที่ด้อยประสิทธิภาพ จึงทำการเสนอแนวทางในการลดการสูญเสียพลังงาน โดยการเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

แนวทางปรับปรุง : ทำการวัดประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศตรา Rotorcomp ทั้ง 3 เครื่องเปรียบเทียบกับตรา Hitachi ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าด้านการลดการสูญเสียพลังงานและอัตราการใช้พลังงานน้อยกว่าตรา Rotorcomp

2.4 การทดลองรูปแบบมาตรการประหยัดพลังงาน

จากการสำรวจและวิเคราะห์การสูญเสียและการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ (Why-Why Analysis) โดยได้ดำเนินการทดลองมาตรการประหยัดพลังงานตามแนวทางปรับปรุงทั้ง 3 มาตรการ ดังที่กล่าวมาเบื้องต้น ซึ่งได้ผลการดำเนินการประหยัดพลังงานปริมาณพลังงานไฟฟ้าดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบผลการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก 3 มาตรการ

ลำดับ	มาตรการ	ปริมาณ/ปี
มาตรการ 1	ลดจำนวนหลอดไฟแสงสว่างทางเดินระหว่างแผนก	
	1. พลังงานที่สามารถลดได้	43,691 kWh
	2. ค่าใช้จ่ายพลังงานที่ลดได้	80,807 บาท
	3. จำนวน เงินลงทุน	ไม่มีการลงทุน
	4. ระยะเวลาคืนทุน	ทันที
มาตรการ 2	เปลี่ยนหลอดไฟและชุดบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	
	1. พลังงานที่สามารถลดได้	178,790 kWh
	2. ค่าใช้จ่ายพลังงานที่ลดได้	303,643 บาท
	3. จำนวน เงินลงทุน	512,000 บาท
	4. ระยะเวลาคืนทุน	1.55 ปี
มาตรการ 3	ลดการสูญเสียพลังงานจากเครื่องอัดอากาศที่มีสูญเสียพลังงานจากอุปกรณ์และการใช้งาน	
	1. พลังงานที่สามารถลดได้	159,923.4 kWh
	2. ค่าใช้จ่ายพลังงานที่ลดได้	295,789 บาท
	3. จำนวน เงินลงทุน	750,000 บาท
	4. ระยะเวลาคืนทุน	2.54 ปี
รวมพลังงานที่สามารถลดได้ (E _{SAVE})		382,404 kWh
รวมค่าใช้จ่ายพลังงานที่สามารถลดได้ (M _{SAVE})		707,239 บาท

จากตารางที่ 6 พบว่ามาตรการประหยัดพลังงานทั้ง 3 มาตรการทำให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตหัวไม้กอล์ฟได้ถึง 382,404 kWh ซึ่งหากคิดเป็นมูลค่าใช้จ่ายที่สามารถลดได้จะเท่ากับ 707,239 บาท ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ต้นทุนการผลิตลดลง จากการเปรียบเทียบดัชนีการใช้พลังงานพบว่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าคิดต่อปริมาณการผลิตทั้งหมดลดลงจาก 21.31 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ชิ้น ลดลงเหลือ 20.45 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ชิ้น หรือลดลง 0.85 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ชิ้น ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าคิดต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปลดลง ซึ่งการลดลงแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการผลิตที่ดีขึ้น ส่งผลดีต่อต้นทุนในการผลิตสินค้าลดลง

3. สรุป

จากการศึกษา พบว่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิตทั้งหมดลดลงจาก 21.31 กิโลวัตต์ต่อชิ้น เหลือ 20.45 กิโลวัตต์ต่อชิ้น และดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปลดลง 4.03 % โดยสามารถประหยัดการใช้พลังงานได้ถึง 382,404.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นเงินที่ลดลง 707,239 บาท

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมการพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. (2549). *คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน*. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- [2] กรมการพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. (2551). *การพัฒนาบุคลากรด้านการตรวจวิเคราะห์ การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ : กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทน.
- [3] ชัยอนุชิต หาสงเนิน. เทคนิคการวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535. วิทยานิพนธ์ คบ.ม. (ไฟฟ้า) : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2550).
- [4] ปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (จุฬาราชวิทยาลัยไฟฟ้า) : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2549).
- [5] วัชร มั่งวิฑิตกุล. (2550). *กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงาน สำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามลดา.
- [6] อนุชิต เชนิษฐาชนะโชค. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโรงท้าว. สารนิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม) : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2550).
- [7] อมรรัตน์ แก้วประดับ; และพิชัย นามประกาย. (2548). *การศึกษาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในอุตสาหกรรมประเภทโลหะ*. รายงานการประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย (ครั้งที่ 1). ชลบุรี : สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [8] ตักดา พรหมดี; สมบัติ ทิมทรัพย์; และโจเซฟ เคดารี. (2549, ธันวาคม 2548-พฤษภาคม 2549) "การพัฒนาและปรับปรุง การบริหารงานด้านพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ". *วิศวกรรมสารเอเชียอาคเนย์* (ปีที่ 1). 16-24.
- [9] ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ; และมานิจ ทองประเสริฐ. (2549, มกราคม-กุมภาพันธ์) "การลดการบริโภคพลังงานในอุตสาหกรรม". *วารสารวิศวกรรม*. (ปีที่ 1). 60-68.
- [10] ชัชวาล คาคการณ์ไกล. (2549). *เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีไอเซ็น (ออนไลน์)*. แหล่งที่มา: <http://www.gits.kmutnb.ac.th/ethesis/data/4520881055.pdf> [2554, 26 มิถุนายน].