แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าใน
การผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

ส่งสุข ศรีน้อยขาว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

APPROACH TO ELECTRIC ENERGY SAVING IN AUTOMOTIVE WIPER EQUIPMENT PRODUCTION

SONGSOOK SRINOIKHAW

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements

for Master of Engineering in Industrial Management

Academic Year 2018

Copyright of Bansomdejchaopraya Rajabhat University

ชื่อเรื่อง	**แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์**
ชื่อผู้วิจัย	**ส่งสุข ศรีน้อยขาว**
สาขาวิชา	**การจัดการอุตสาหกรรม**
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงศ์**
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ**
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	**ดร.อัครวัฒน์ ดวงนิล**

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ฑีฆทรัพย์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงศ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ)

..... กรรมการ

(ดร.อัครวัฒน์ ดวงนิล)

..... กรรมการและเลขานุการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัครนันท์ อัศวรัชต์โภคิน)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ชื่อเรื่อง **แนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์**
ชื่อผู้วิจัย **ส่งสุข ศรีน้อยขาว**
สาขาวิชา **การจัดการอุตสาหกรรม**
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นุกูล สาระวงค์**
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ**
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม **ดร. อัครวัฒน์ ดวงนิล**
ปีการศึกษา **2561**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ 2) ศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาคือ 1) ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 โดยการตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ใช้เครื่องมือวัด และแบบบันทึกข้อมูล 2) ศึกษาดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะโดยแยกสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อผลิตภัณฑ์เอาพลังงานที่ใช้หารด้วยผลผลิต 3) กำหนดแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ประกอบด้วยตัวแทนจาก 7 หน่วยงาน 4) ประเมินแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ก่อนดำเนินการ และหลังจากดำเนินการโดยใช้สูตรหาค่าที (t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ พบว่า ผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 219,212 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ร้อยละ 69 ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะสูงสุดอยู่ที่ 22.53 เมกะจูล/ชิ้น ร้อยละ 46 และผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 45,090 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ร้อยละ 14 ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะสูงสุดอยู่ที่ 16.46 เมกะจูล/ชิ้น ร้อยละ 34 ส่วนผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 55.013

กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ร้อยละ 17 ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะสูงสุดอยู่ที่ 9.86 เมกะจูล/ชิ้น ร้อยละ 20

2. ผลการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า พบว่าแนวการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน ประกอบด้วย 1) ปรับลดแรงดันหม้อแปลง 630 kVA ไลน์ผลิตชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 และชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 หลังการปรับปรุงพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 266 kWh /ปี เงินที่ประหยัดได้ 805 บาทต่อปี 2) ปรับลดแรงดันหม้อแปลง 500 kVA ไลน์ผลิตชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM หลังการปรับปรุงพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 245 kWh/ปี เงินที่ประหยัดได้ 740 บาทต่อปี และ 3) ปรับตั้งแรงดันเครื่องอัดอากาศ จาก 8 บาร์ ลดลง 6.5 บาร์ หลังการปรับปรุงลดลง 21.2 kW พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 90,460 kWh/ปี เงินที่ประหยัดได้ 245.146 บาทต่อปี ส่วนแนวประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่มีการลงทุน ใช้วิธีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์สายพานลำเลียงหลังการปรับปรุงลดลง 4,907 kWh/ปี เงินทีประหยัดได้ 14.475 บาทต่อปี ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้ง (VSD) Inverter ประมาณ 15,000 บาท ระยะเวลาคืน 0.71 ปี

3. ผลการประเมินแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้า พบว่า 1) ผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM หลังดำเนินการประหยัดพลังงานไฟฟ้า มีค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 หลังดำเนินการประหยัดพลังงานไฟฟ้า มีค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผลิตผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 หลังดำเนินการประหยัดพลังงานไฟฟ้า มีค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : พลังงานไฟฟ้า, ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ, มอเตอร์ปัดน้ำฝน

Title **Approach to Electric Energy Saving in Automotive Wiper Equipment Production**

Author **Songsook Srinoikaw**

Program **Industrial Management**

Major Advisor **Assistant Professor Dr. Nukul Sarawong**

Co-advisor **Assistant Professor Dr. Natdanai Singklewan**

Co-advisor **Dr. Akarawat Doungnil**

Academic Year **2018**

ABSTRACT

The purpose of this research 1) Study the electric energy consumption and study specific energy consumption 2) Study approach to electric energy saving in automotive wiper equipment production the study process 1) Study electric energy consumption in product coil wiper motor Armature WM product Wiper Motor 21 product Wiper Motor 72 by measurement electric energy consumption using measurement tool and data recording 2) Study specific energy consumption for energy consuming products divided by output 3) Set approach electric energy saving by Focus Group Consisting of representatives from 7 departments 4) Evaluate approach to electric energy saving by dividing into 2 phases before proceeding and after proceeding by using the formula for t-test to test the hypothesis.

The results show that

1. The result in study of electric energy consumption and specific energy consumption product coil wiper motor Armature WM using electric energy consumption maximum 219,212 kWh-hour/year 69 percent specific energy consumption maximum 22.53 Mega joules / piece 46 percent and product Wiper Motor 21 using electric energy consumption maximum 45,090 kWh/year 14 percent specific energy consumption maximum 16.46 Mega joules / piece 34 percent part of product Wiper Motor 72 using electric energy consumption maximum 55,013 kWh/year 17 percent specific energy consumption maximum 9.86 Mega joules / piece 20 percent

2. The result in study of the approach electric energy saving was found that approach to electric energy saving in the form of no investment 1) voltage reduction of the transformer 630 kVA product line Wiper Motor 21 and set Wiper Motor 72 after improvement electric energy saving 266 kWh / year saving money 805 baht per year 2) voltage reduction of the transformer 500 kVA product coil wiper motor Armature WM after improvement electric energy saving 245 kWh / year, saving money 704 baht per year 3) setting the air compressor pressure from 8 bars, decrease 6.5 bars after the improvement, decrease 21.2 kW electric energy saving 90,460 kWh / year saving money 245,146 baht per year. part of was found that approach to electric energy saving in the form of investment use the method of installing the motor speed control devices for the conveyor belt after adjustment decreasing 4,907 kWh / year saving money 14,147 baht per year. The installation investment cost (VSD) Inverter is about 15,000 baht, the return period is 0.71 years.

3. The results of the evaluation of electrical energy saving methods was found that 1) product coil wiper motor Armature WM after performing electric energy saving with specific energy consumption decreased significantly statistical level .01 and 2) product Wiper Motor 21 after performing electric energy saving with specific energy consumption decreased significantly statistical level .05 and 3) product Wiper Motor 72 after performing electric energy saving with specific energy consumption decreased significantly statistical level .01

Keywords: electric energy, specific energy consumption, wiper motor

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง แนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ทีฆทรัพย์ ที่เป็นประธานสอบวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงรวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงค์ ที่สละเวลาให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีและอาจารย์กรรมการสอบโดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ และ ดร.อัครวัฒน์ ดวงนิล อาจารย์กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ให้คำแนะนำและคำปรึกษาทางด้านวิชาการความรู้ทั้งในทางทฤษฎีและในทางปฏิบัติรวมไปถึงคอยแก้ไขปัญหาระหว่างการศึกษาในงานวิจัยของข้าพเจ้าและดูแลนักศึกษาของอาจารย์เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล สาระวงศ์ และดร.อัจฉรา ผ่องพิทยา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือแก้ไขในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณทาง บริษัท ผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ นิคมอุตสาหกรรมท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ซึ่งสนับสนุนให้นำแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าไปทดลองงานวิจัยและอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ รวมถึงชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาในงานวิจัย ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและถือเป็นพระคุณอย่างยิ่งจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ส่งสุข ศรีน้อยขาว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
ขอบเขตของการวิจัย 3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 3
นิยามศัพท์เฉพาะ 3
กรอบแนวคิดในการวิจัย 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
แนวคิดเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า 6
แนวคิดเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 23
ศึกษาดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ 41
แนวคิดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ 47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 60
ศึกษาปริมานการใช้พลังงานไฟฟ้า 62
หาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ 63
กำหนดแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 64
ประเมินแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 66

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 68
ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 68
ผลการศึกษาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ 74
แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 81
ประเมินแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 89
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 96
สรุปผลการวิจัย 96
อภิปรายผล 96
ข้อเสนอแนะ 99
บรรณานุกรม 100
ภาคผนวก 102
ภาคผนวก ก ผลการศึกษาปริมาณการผลิต 103
ภาคผนวก ข ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 108
ภาคผนวก ค แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 113
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 117
ภาคผนวก จ นำเสนอผลงานวิจัย 123
ประวัติผู้วิจัย 127

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณสำรองพลังงานของประเทศ ณ 31 ธันวาคม 2545	7
2	อัตราค่าไฟฟ้าปกติรายเดือนสำหรับกิจการขนาดกลาง	9
3	อัตราค่าไฟฟ้าปกติรายเดือนสำหรับกิจการเฉพาะอย่าง	9
4	แสดงอัตราค่าไฟฟ้า TOD Rate	10
5	แสดงอัตราค่าไฟฟ้า TOU Rate	10
6	รายละเอียดเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตในโรงงานผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์	50
7	ขนาดและชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์รถยนต์ ..	51
8	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM	69
9	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21	70
10	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72	72
11	ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์	73
12	ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM	75
13	ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21	76
14	ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72	78
15	ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณ์	80
16	แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน	81
17	แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่มีการลงทุน	88
18	การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM	90
19	การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

20 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 93

21 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM 94

22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 95

23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 95

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
2	ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น	14
3	ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด	16
4	ความสัมพันธ์ของกำลังงาน	28
5	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบโหลดกับค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	33
6	ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ และปริมาณผลผลิตในรอบ 12 เดือนของโรงงานแห่งหนึ่ง	46
7	สถานที่ตั้งบริษัทผู้ประกอบยานยนต์และผู้ผลิตชิ้นส่วน	48
8	หม้อแปลงไฟฟ้า	51
9	ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM	52
10	ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21	53
11	ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72	54
12	กระบวนการดำเนินการวิจัย	61
13	ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์	74
14	ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM	75
15	ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21	77
16	ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72	79
17	ค่าเฉลี่ยดัชนีพลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์	80
18	การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM	90

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

19 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 92

20 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 93

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตหรือบริการในโรงงานหรือสถานประกอบการต่างๆ จะต้องอาศัยพลังงาน 2 รูปแบบ คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานเชื้อเพลิงต่างๆ โดยมีสัดส่วนการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปตามประเภทอุตสาหกรรม โดยทั่วไปแล้วโรงงานนั้นจะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า หรือจากการผลิตขึ้นใช้เองจากความร้อนทิ้งหรือวัสดุที่เหลือใช้สำหรับพลังงานเชื้อเพลิงต่างๆ ส่วนใหญ่จะถูกใช้ให้เพื่อกำเนิดความร้อนซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้เหล่านั้นได้แก่ น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา ถ่านหินลิกไนด์ ก๊าซธรรมชาติ และก๊าซปิโตรเลียมเหลว เป็นต้น (รังสิต เวฬุวัน, 2549, น. 1)

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศไทยมีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งแบ่งเป็นอุตสาหกรรมหลายขนาดและหลายประเภท โรงงานอุตสาหกรรมแต่ละโรงมีการใช้พลังงานหลายรูปแบบแตกต่างกันไป เช่น พลังงานจากเชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งปริมาณการใช้จะแตกต่างกัน และค่าใช้จ่ายของพลังงาน ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมหรือการจัดการในการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในโรงงานอุตสาหกรรมทุกโรงงานก็พยายามหาทางในการลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้าที่โรงงานอุตสาหกรรมผลิตออกมานั้นก็หลีกเลี่ยงไม่พ้นที่จำเป็นจะต้องใช้พลังงานด้านต่างๆ ในการผลิตสินค้า เช่น ต้นทุนค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าน้ำมัน ค่าก๊าซ และอื่นๆ เพราะถ้าโรงงานอุตสาหกรรมสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายลงได้ก็จะทำให้สินค้ามีราคาถูกลงทำให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งในตลาดได้ซึ่งนั่นหมายถึงโอกาสทางธุรกิจหรือทางด้านการตลาดส่งผลทำให้มีผลกำไรที่เพิ่มขึ้นด้วย (สุธน พิทักษ์, 2550, น. 3) ในกระบวนการผลิตได้นำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ มากมาย ซึ่งถือว่าเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักในกระบวนการผลิต การบริหารจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตนั้นได้มีการจัดการด้านพลังงานอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อให้การใช้พลังงานโดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การเลือกใช้พลังงานและเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมควรพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ เศรษฐกิจ ความยากง่ายในการจัดหาเชื้อเพลิง และที่เก็บเชื้อเพลิง เลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมกับงานมากที่สุดเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานการลดการสูญเสียและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้พลังงานในโรงงานมีทั้ง

พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าควรศึกษาสภาพการใช้งานและรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในโรงงานทำการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางลดการสูญเสียเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าเกินโหลด การเดินมอเตอร์ตัวเปล่า การใช้ปั๊มลม (Air Compressor) ที่เกิน พิกัด ลมรั่ว ท่อไอน้ำรั่ว ฉนวนความร้อนเสื่อมสภาพเป็นต้น เพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (อมรรัตน์ แก้วประดับ, 2546, น. 4)

ปัจจุบันราคาพลังงานได้สูงขึ้นจากอดีตมาก และมีแนวโน้มในระยะยาวว่าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเทียบกับราคาวัตถุดิบและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ดังนั้นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพก็จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมต่างๆ ที่ใช้พลังงาน (ศิริศักดิ์ กิตติสารกุล, 2528, น. 1) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมค่าการใช้พลังงานเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของราคาต้นทุนการผลิต ฉะนั้นการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพย่อมเป็นหนทางหนึ่งที่จะลดต้นทุนการผลิต และสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพไปขายในตลาดโลกได้ในราคาที่ต่ำกว่าคู่แข่งขันอื่นๆ ซึ่งเป็นการช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้นและเป็นการสงวนเงินตราต่างประเทศอีกทางหนึ่ง

ดังนั้นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้มุ่งมั่นพัฒนาคุณภาพด้านการผลิต และบริการด้วยการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้เพื่อเสริมบทบาทในกระบวนการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ อาทิ การผลิตชิ้นส่วนการขึ้นรูป ชิ้นส่วนการประกอบโครงสร้างรถยนต์ สายไฟรถยนต์ ระบบไฟสำหรับรถยนต์ มอเตอร์ปัดน้ำฝน แชสซี แม่พิมพ์โลหะ และพลาสติก อุปกรณ์จับประกอบชิ้นงาน รวมถึงเครื่องจักรหลักในสายงานการผลิตขั้นพื้นฐานในกระบวนการผลิตได้นำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ประเภทชิ้นส่วนยานยนต์มากมาย ซึ่งถือว่าเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักในกระบวนการผลิต การบริหารจัดการด้านพลังงานหากมีการบริหารจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและช่วยกันประหยัดพลังงานไฟฟ้า จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานและยังเป็นการช่วยชาติประหยัดพลังงานอีกด้วย

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและศึกษาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งผลงานวิจัยที่จะได้รับจะเป็นข้อมูลและแนวทางให้ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นข้อมูลแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์
2. เพื่อศึกษาแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะที่ บริษัท ผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์แห่งหนึ่ง นิคมอุตสาหกรรมท่าเรือแหลมฉบัง ในขั้นตอนกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์

2. ศึกษาแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ของขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

3. กำหนดแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน และ รูปแบบที่มีการลงทุน

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ทำให้ทราบค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

2. ทำให้ทราบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์

3. ได้แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและนำไปปฏิบัติใช้ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

กำลังไฟฟ้าหรือพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ความสิ้นเปลืองไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ในการทำงาน มีหน่วยเป็นวัตต์ ซึ่งในช่วงเวลาเท่ากัน

ดัชนีพลังงานจำเพาะ หมายถึง อัตราส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อผลผลิตที่ได้มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อกิโลกรัม

การประหยัดพลังงาน หมายถึง การผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและประหยัดให้มากที่สุด

แนวทางการประหยัดพลังงาน หมายถึง รูปแบบการจัดการของการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

มาตรการปรับปรุงกระบวนการผลิต หมายถึง การดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยทำการ

ปรับปรุงอุปกรณ์ที่เสียหรือเสื่อมสภาพให้อยู่ในสภาพที่ดีพร้อมใช้งานและควบคุมการใช้ไฟฟ้าช่วงเวลาสูงสุด

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์หรือค่าปรับค่าตัวประกอบกำลัง หมายถึง ในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวาร์เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวาร์แล้วเฉพาะกิโลวาร์ส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์โดยคิดเป็นบาทต่อกิโลวาร์

ค่าตัวประกอบการปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ไม่อยู่ในการควบคุมของการไฟฟ้า

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า หมายถึง ความต้องการพลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนโดยจะคิดที่ค่าเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุดในช่วงและหรือของการใช้ไฟฟ้าในเดือนนั้นๆ

ปริมาณการใช้พลังงาน หมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินเครื่องจักร

สภาพการใช้พลังงาน หมายถึง ลักษณะ หรือ รูปแบบ รวมถึงปริมาณการนำพลังงานมาใช้ประโยชน์

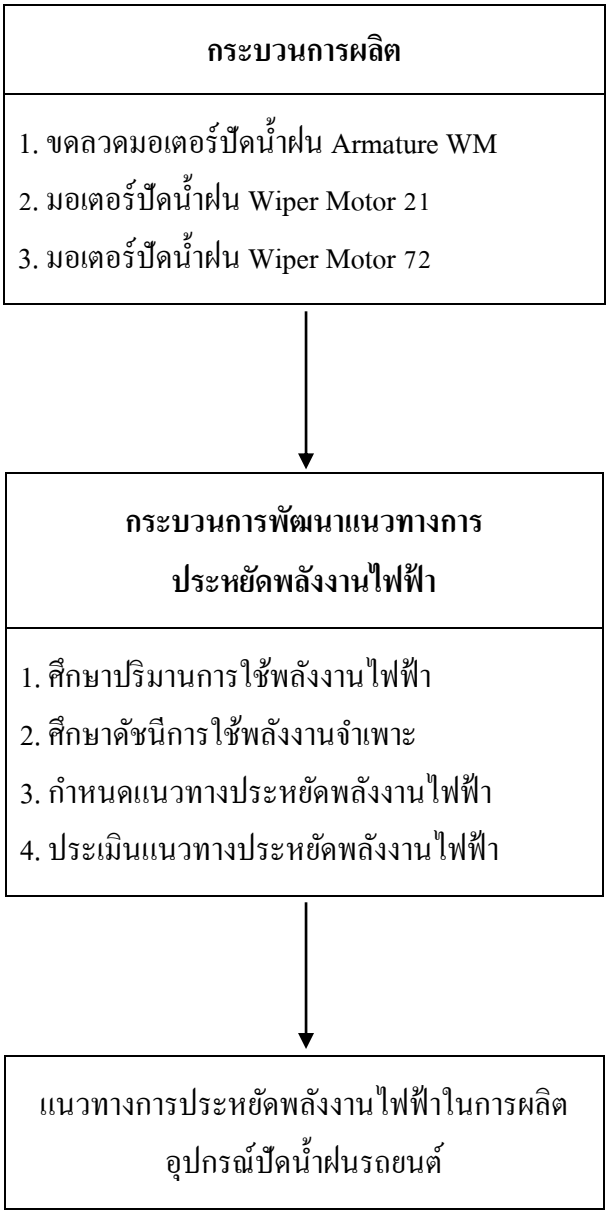
การอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง การผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและประหยัดให้มากที่สุด

ค่าบริการ หมายถึง ค่าบริการเกี่ยวกับเครื่องมือวัดฯ ค่าดำเนินการจดหน่วยจัดทำใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้ใช้ไปในรอบเดือนนั้นๆ
การหยัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อส่วนรวม หมายถึง การแสดงออกในทางปฏิบัติต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย เกี่ยวกับแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ ได้กำหนดแนวทางดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมทั้งแนวความคิดและทฤษฎีต่างๆ โดยผู้วิจัยได้กำหนดสาระการนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า
2. แนวคิดเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
3. ศึกษาดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ
4. แนวคิดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า

โรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันส่วนใหญ่มีการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตหลายชนิดซึ่งต้องอาศัยแหล่งพลังงานจากภายนอกมาป้อนให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้โดยส่วนใหญ่จะเป็นในรูปแบบความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและจากพลังงานไฟฟ้าซึ่งมีแนวโน้มของราคาที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตสินค้าของอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และทำให้สินค้ามีราคาสูงตามไปด้วย ดังนั้นการดำเนินการหาแนวทางที่จะประหยัดพลังงานเพื่อใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตสินค้าของภาคอุตสาหกรรมจากเหตุการณ์วิกฤตการณ์พลังงานที่ผ่านมาได้ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและความเจริญก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรมเป็นอย่างมากจนทำให้โรงงานอุตสาหกรรมและธุรกิจประเภทต่างๆ จำเป็นต้องหามาตรการอนุรักษ์พลังงานมาใช้เพื่อลดการใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดและมีแนวโน้มที่ราคาจะสูงขึ้นไปเรื่อยๆ ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ประสบปัญหาด้านพลังงานโดยตรงเนื่องจากเรายังไม่มีแหล่งพลังงานที่มากเพียงพอที่จะพึ่งพาได้โดยเฉพาะน้ำมันดิบ ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานจึงเป็นมาตรการหนึ่งที่มีความสำคัญเพราะสามารถใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดหรือลดการใช้พลังงานในส่วนที่ไม่จำเป็นลงเพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานในปัจจุบันและอนาคตซึ่งจะเห็นว่าจากสถานการณ์พลังงานของประเทศไทยปี พ.ศ. 2546 การใช้พลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศมากขึ้นโดยปริมาณสำรองพลังงานของประเทศไทย

ทรัพยากรด้านพลังงานมีค่อนข้างจำกัด ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันดิบ คอนเดนเสท ก๊าซธรรมชาติ และลิกไนต์ จากข้อมูลของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติกระทรวงพลังงาน ณ สิ้นปี พ.ศ. 2545 แสดงดังตารางที่ 1 (www.eppo.go.th, 2548)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสำรองพลังงานของประเทศ ณ 31 ธันวาคม 2545

ทรัพยากร	ปริมาณสำรอง	ปริมาณการผลิตปี 2545	ใช้ได้นาน (ปี)
น้ำมันดิบ (ล้านบาร์เรล)	461	27.6	17
คอนเดนเสท (ล้านบาร์เรล)	585	19.6	30
ก๊าซธรรมชาติ (พันล้าน ล.บ.ฟ.)	24,653	724.9	34
ลิกไนต์ (ล้านตัน)	2,137	19.6	109

ที่มา: กระทรวงพลังงาน, (2548)

การประหยัดพลังงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท หลักคือ การดูแลรักษาและใช้งานอย่างดีการบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือระบบใหม่การดูแลรักษาและใช้งานอย่างดีคือการกำจัดส่วนเกินที่มีผลทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน เช่น การตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศเย็นเกินไปประตูห้องปิดไม่สนิททำให้ความเย็นไหลออกนอกห้องระบบแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าถูกเปิดทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้งานการบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมหลังจากได้ระบุและกำจัดการใช้พลังงานส่วนเกินเป็นที่เรียบร้อยแล้วการดำเนินขั้นต่อไปคือการบำรุงรักษาอุปกรณ์และระบบให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม คือสภาพที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงโดยมีการตรวจติดตาม (Monitoring) อย่างสม่ำเสมอการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่หรือการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือระบบใหม่การเปลี่ยนกระบวนการผลิตแบบเดิมเป็นกระบวนการผลิตแบบใหม่การเปลี่ยนอุปกรณ์รุ่นเก่าเป็นอุปกรณ์สมัยใหม่หรือการเปลี่ยนจากระบบแบบเดิมเป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีนำสมัยเป็นการดำเนินงานขั้นตอนสุดท้ายโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงใช้พลังงานน้อย และเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลดลง

การแบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าและการคิดค่าไฟฟ้า

การแบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้านับตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2543 เป็นต้นมาการไฟฟ้าได้เรียกเก็บค่าไฟฟ้าจากผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหลายตามอัตราค่าไฟฟ้าใหม่โดยในโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าชุดใหม่นี้ได้จัดแบ่งผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็น 7 ประเภทคือ (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2543, น. 12)

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัยวัดและโบส์ของศาสนาต่างๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งเป็นบ้านอยู่อาศัยขนาดเล็กใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน150 หน่วยต่อเดือน และบ้านอยู่อาศัยขนาดใหญ่ใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรมและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจหรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องโดยมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุดตั้งแต่ 30 ถึง 999 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยมีการคิดค่าไฟฟ้า 2 อัตรา คืออัตราปกติ และอัตราตามในช่วงเวลาของการใช้งาน (TOU)

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม ส่วนราชการหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือนโดยมีการคิดค่าไฟฟ้า 2 อัตรา คืออัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU)

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัยตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ ขึ้นไปโดยมีการคิดค่าไฟฟ้าเพียงอัตราเดียวเท่านั้นคืออัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) ในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดเป็นชนิด (TOU) อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าตามอัตราปกติไปก่อนได้

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร สำหรับการใช้ไฟฟ้าของส่วนราชการหน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่นตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุดต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน และองค์กรที่ไม่ใช้ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทนรวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนากิจตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องแต่ไม่รวมถึงหน่วยงานของรัฐวิสาหกิจสถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการ

ของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศโดยมีการคิดค่าไฟฟ้า 2 อัตรา คืออัตราปกติและอัตราช่วงเวลาของการใช้ (TOU)

ประเภทที่ 7 สูบน้ำการเกษตร สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการ กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง หรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยมีการคิดค่าไฟฟ้า 2 อัตราคืออัตราปกติและอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU)

ประเภทของอัตราค่าไฟฟ้า

อัตราปกติผู้ใช้ไฟฟ้าที่สามารถเลือกใช้อัตรานี้คือ ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภทที่มีการใช้พลังงานไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าแรงดัน 12-24 kV (ไชยะ แช่มช้อย คู่มือการลดค่าไฟฟ้า คู่มือการลดค่าไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544 น. 250-253) มีดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราค่าไฟฟ้าปกติรายเดือนสำหรับกิจการขนาดกลาง

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Baht/kW)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (Baht/Unit)
แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	175.70	1.666
แรงดัน 12-14 กิโลโวลต์	196.26	1.7034
แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	221.50	1.7314

ที่มา: คู่มือการลดค่าไฟฟ้า, (2544)

ตารางที่ 3 อัตราค่าไฟฟ้าอัตราปกติรายเดือนสำหรับกิจการเฉพาะอย่าง

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Baht/kW)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (Baht/Unit)
แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	220.56	1.666
แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	256.07	1.7034
แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	275.64	1.7314

ที่มา: คู่มือการลดค่าไฟฟ้า, (2544)

ตารางที่ 4 แสดงอัตราค่าไฟฟ้า TOD Rate

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Baht/kW)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (Baht/Unit)
	1*	2*	3*	
แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	1.666
แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	285.05	58.88	0	1.7034
แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	332.71	68.22	0	1.7314

ที่มา: คู่มือการลดค่าไฟฟ้า, (2544)

หมายเหตุ 1* เวลา 18:30–21:30 น. ของทุกวัน (On Peak)

2* เวลา 08:30–18:30 น. ของทุกวัน (Partial Peak) คิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกินจากช่วง (On Peak)

3* เวลา 21:30–08:00 น. ของทุกวัน (Off Peak) ไม่คิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 5 แสดงอัตราค่าไฟฟ้า TOU Rate

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Baht/kW)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (Baht/Unit)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	1**	1*	2*	
แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	132.93	2.695	1.1914	228.17
แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	210.00	2.8408	1.2246	228.17

ที่มา: คู่มือการลดค่าไฟฟ้า, (2544)

หมายเหตุ 1** จันทร์–ศุกร์ เวลา 09:00–22:00 น. (On Peak)
1* จันทร์–ศุกร์ เวลา 22:00–09:00 น. (Off Peak)
2* เสาร์–อาทิตย์ เวลา 00:00–24:00 น. (Off Peak) วันหยุดราชการ

การสำรวจตรวจสอบการใช้พลังงาน (Energy Audit)

การสำรวจตรวจสอบเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานเป็นการศึกษาตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานเพื่อหาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพและแนวทางการประหยัดพลังงานวิธีตรวจสอบควรกระทำอย่างต่อเนื่องโดยทั่วไปในการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ (วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, 2527, น. 232)

1. การสำรวจตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานจากข้อมูลในอดีตและการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในปีก่อนๆ ที่ทางโรงงานจดบันทึกไว้เพื่อให้ทราบปริมาณการใช้พลังงานทุกรูปแบบ ค่าใช้จ่ายพลังงานผลผลิตที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ ตัวแปรการใช้พลังงานในแต่ละช่วง

2. การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยเข้าสำรวจในโรงงานขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแผนผังโรงงานเพื่อให้ทราบถึงลักษณะทั่วไปของโรงงาน กระบวนการผลิต และอุปกรณ์ต่างๆพิจารณาบริเวณที่มีการใช้พลังงานสูงเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียพลังงานทำการสำรวจระบบการใช้พลังงานทุกระบบทั้งในช่วงทำการผลิตและช่วงหยุดการผลิตรวมทั้งตรวจวัดโดยการใช้เครื่องมือวัดต่างๆ ข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบสภาพการใช้พลังงานในโรงงานนั้น

3. การตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียดผลการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานข้างต้นนำข้อมูลมาสร้างรูปแบบการใช้พลังงานทราบว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้างซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยการทำสมดุลพลังงานเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญและหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขซึ่งจะต้องมีการลงทุนที่เหมาะสมมีความเป็นไปได้สูงการวิเคราะห์แนวทางการประหยัดพลังงานโดยการคำนวณผลการคืนทุนจากการลงทุนในมาตรการการประหยัดพลังงานต่างๆ ที่กำหนดโดยการใช้รูปแบบและสูตรดังนี้

$$\text{ระยะเวลาการคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน (บาท)}}{\text{ผลการประหยัดพลังงานได้ (บาทต่อเดือน)}} \times \text{เดือน}$$

จากสูตรจะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์การใช้พลังงานจึงเป็นการตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพและแนวทางการประหยัดพลังงานโดยมีขั้นตอนในการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในปีก่อนๆ การตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานอย่างละเอียดในสภาพปัจจุบันการวิเคราะห์การใช้พลังงานและกำหนดรูปแบบการประหยัดพลัง

4. การทำบัญชีพลังงาน การทำบัญชีพลังงานเป็นการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานการใช้พลังงานเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานและหาแนวทางการประหยัดพลังงานข้อมูลพื้นฐานได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงานซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

4.1 การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยศึกษาจากใบเสร็จค่าใช้จ่ายพลังงาน (The Billing Audit) โดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายพลังงานและราคาเชื้อเพลิงจากใบเสร็จค่าใช้จ่าย (เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา และค่าเชื้อเพลิงต่างๆ) เพื่อเป็นแนวทางในการหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิต (สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม)

4.2 การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยการศึกษาจากการลงสนามสำรวจ (The field Audit) เป็นขั้นตอนหลังจากเสร็จสิ้นการตรวจสอบการใช้พลังงานโดยศึกษาจากใบเสร็จค่าใช้จ่ายพลังงานเพื่อจัดทำรายละเอียดการใช้พลังงานในขั้นตอนของกระบวนการผลิตของอุปกรณ์เครื่องจักรชนิดต่างๆ เป็นต้น

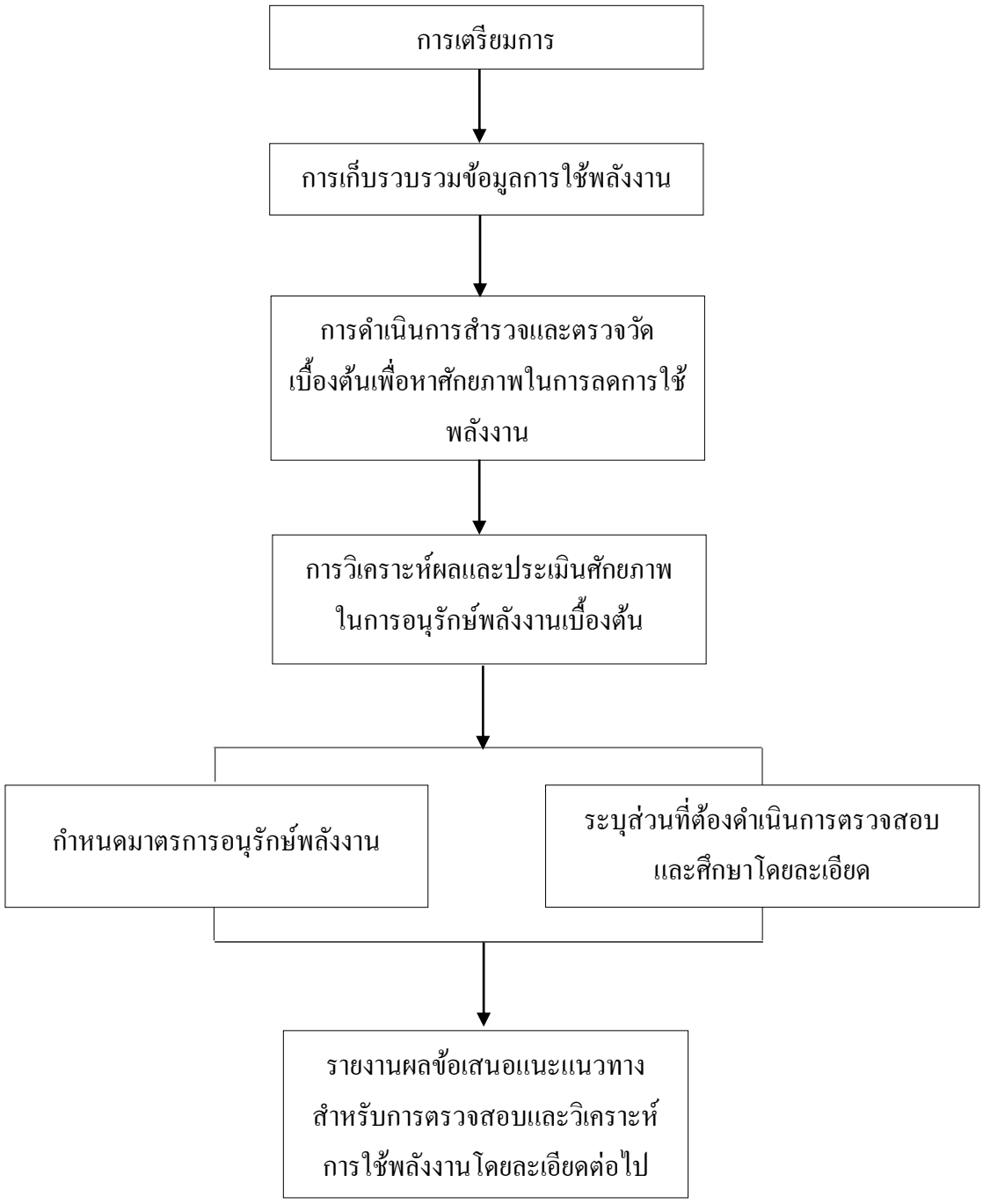
การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน

การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานเป็นขั้นตอนที่ทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานโรงงานต่างๆ ว่าเป็นอย่างไรประสิทธิภาพโดยรวมของอุปกรณ์หรือสมรรถนะของเครื่องจักรแต่ละตัวสามารถดำเนินการปรับปรุงได้หรือไม่และจะลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าอย่างไรตลอดจนวิเคราะห์การคืนทุนและหาผลตอบแทนการลงทุนว่าคุ้มค่าหรือไม่การตรวจวิเคราะห์ด้านพลังงานไฟฟ้าและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงการจัดการพลังงานจะดำเนินไปอย่างได้ผลบุคลากรในโรงงานนั้นๆ จะต้องมีความตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงานโดยเฉพาะผู้รับผิดชอบด้านพลังงานหรือผู้จัดการด้านพลังงานจะต้องมีเป้าหมายและแผนการดำเนินการสำหรับโครงการประหยัดพลังงานแบบต่างๆและเสนอให้ผู้บริหารระดับสูงเห็นชอบ และสนับสนุนอย่างเป็นรูปธรรม การสนับสนุนที่เป็นรูปธรรมจากผู้บริหารระดับสูงจะช่วยทำให้สามารถเริ่มโครงการได้อย่างมั่นคงสร้างความมั่นใจว่าโครงการที่เสนอจะได้รับความเอาใจใส่จากทั้งองค์กรอย่างจริงจังและช่วยการประสานงานกับทุกฝ่ายให้เป็นไปอย่างราบรื่น การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานคือการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงาน โดยทั่วไปการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานการตรวจสอบการใช้พลังงานจากข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตเป็นการรวบรวมและศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในปีก่อนๆ ที่ทางโรงงานจดบันทึกไว้เพื่อ

ต้องการทราบปริมาณพลังงานทุกรูปแบบที่ใช้ค่าใช้จ่ายพลังงานทุกรูปแบบที่ใช้ผลผลิตที่ได้ต่อปริมาณพลังงานที่ใช้และรูปแบบของการใช้พลังงานในแต่ละช่วงการผลิตขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแผนผังของโรงงานเพื่อให้ทราบถึงลักษณะทั่วไปของโรงงาน กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ต่างๆ พิจารณาบริเวณที่มีการใช้พลังงานสูงระบบการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ บริเวณที่เกี่ยวข้อง จากนั้นเป็นขั้นตอนการเข้าสำรวจในโรงงานเพื่อหาตำแหน่งที่มีการสูญเสียพลังงานและต้นเหตุการสูญเสียพลังงานทำการสำรวจระบบการใช้พลังงานทุกระบบทั้งในช่วงทำการผลิตและหยุดการผลิต รวมทั้งสำรวจมาตรวัดต่างๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานต่อไปโดยการทำสมดุลพลังงานเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบอุปกรณ์และปริมาณพลังงานสูญเสียข้อมูลที่วิเคราะห์ได้เมื่อนำมาสร้างรูปแบบการใช้พลังงานจะทำให้ทราบว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้างจะทำให้ทราบว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้างมีวิธีการตรวจและวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้ (อนุชิต เผชิญสุขชนะโชค, 2549, น. 21)

1. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น
2. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด

1. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นจะทำให้ทราบถึงปริมาณและค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานโดยรวมขององค์กรสัดส่วนการใช้พลังงานของระบบวิศวกรรมและอุปกรณ์หลักต่างๆดัชนีการใช้พลังงานและประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบวิศวกรรมและการประหยัดพลังงานพร้อมการประมาณการเบื้องต้นสำหรับค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งปรับปรุงปริมาณพลังงานและค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้แนวทางในการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดในการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อที่จะได้ทราบว่าในอดีตที่ผ่านมามีการใช้พลังงานต่อผลผลิตอยู่ในระดับใดบ้างในอนาคตมีแนวโน้มเป็นอย่างไรในการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นเป็นการดำเนินการเบื้องต้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาการใช้พลังงานขององค์กรในกรณีของอาคารโรงงานการดำเนินการที่หน้างานซึ่งรวมถึงการสำรวจตรวจสอบและการตรวจวัดเบื้องต้นจะใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น

(อนุชิต เผชิญสุขชนะโชค, 2549, น. 21)

การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นผลของการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นจะทำให้ทราบถึง

1.1 ปริมาณและค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานโดยรวมขององค์กร

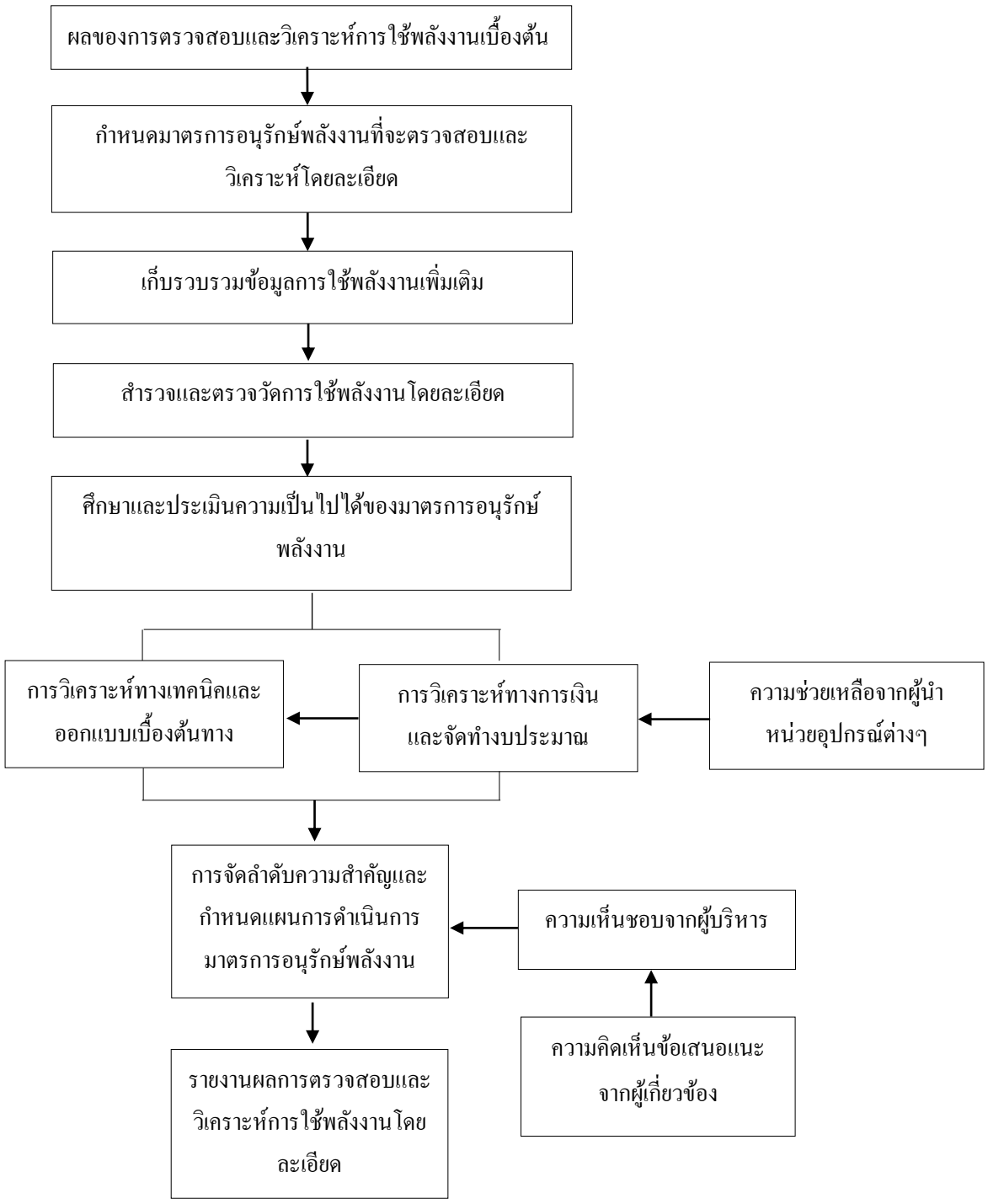
1.2 สัดส่วนการใช้พลังงานของระบบวิศวกรรมและอุปกรณ์หลักต่างๆ

1.3 ดัชนีการใช้พลังงานและประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบวิศวกรรมและอุปกรณ์หลักต่างๆ

1.4 ศักยภาพในการประหยัดพลังงานพร้อมการประมาณการเบื้องต้นสำหรับค่าใช้จ่ายในการ

1.5 ลงทุนติดตั้งและปรับปรุงปริมาณพลังงานรวมถึงค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้เป็นแนวทางในการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดต่อไป

2. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดจะกำหนดแผนการติดตั้งและดำเนินการมาตรการประหยัดพลังงานโดยจะแสดงลำดับความสำคัญของมาตรการและครอบคลุมถึงการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อจัดทำเป็นงบประมาณสำหรับการเสนอต่อแหล่งเงินกู้หรือแหล่งเงินสนับสนุนทางการเงินต่างๆ ในบางกรณีที่มาตรการมีความซับซ้อนและอาจมีผลกระทบต่อการดำเนินการขององค์กรก็อาจมีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์โดยละเอียดเพิ่มเติมโดยผู้เชี่ยวชาญสำหรับเฉพาะมาตรการนั้นๆ ในการตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด เป็นการดำเนินการที่ต่อเนื่องมาจากการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นโดยมุ่งเน้นที่จะประเมินศักยภาพในการประหยัดพลังงานหลักที่มีผลการประหยัดได้สูงและกำหนดเป็นมาตรฐานการประหยัดพลังงาน อนึ่งโดยทั่วไปมาตรการประหยัดพลังงานหลักต่างๆ ที่มีผลการประหยัดได้สูงมักจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งและดำเนินการสูงด้วยจึงทำให้จะต้องมีการตรวจวัดที่ละเอียดขึ้นและการประเมินความเป็นไปได้ของมาตรการโดยการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและทางด้านการเงินที่ละเอียดการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดจะกำหนดแผนการติดตั้งและดำเนินการมาตรการประหยัดพลังงานโดยจะแสดงลำดับความสำคัญของมาตรการและครอบคลุมถึงการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อจัดทำเป็นงบประมาณสำหรับการเสนอต่อแหล่งเงินกู้หรือแหล่งเงินสนับสนุนทางการเงินต่างๆ ในบางกรณีที่มาตรการมีความซับซ้อนและอาจมีผลกระทบต่อการดำเนินการขององค์กรก็อาจมีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์โดยละเอียดเพิ่มเติมโดยผู้เชี่ยวชาญสำหรับเฉพาะมาตรการนั้นๆ ซึ่งขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด

(อนุชิต เผชิญสุขชนะโชค, 2549, น. 23)

การตรวจสอบวิเคราะห์ติดตามผลและควบคุมการใช้พลังงานโดยทั่วไปเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบติดตามผลและควบคุมการใช้พลังงานภายในโรงงานจะมีอยู่ 2 ชนิดดังนี้

1. สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน (Plant Energy Performance : PEP) เป็นการชี้ให้เห็นความแตกต่างของการใช้พลังงานในอดีตและปัจจุบันและเป็นการวัดการดำเนินงานของแผนการจัดการพลังงานว่าได้ผลเพียงใดสิ่งที่ทำให้ผู้บริหารได้รับประโยชน์คือการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานต่อผลผลิตในแต่ละปีจึงเป็นการเปรียบเทียบสมรรถภาพพลังงานของโรงงานระหว่างปีฐานกับปีปัจจุบันโดยใช้ปีฐานเป็นจุดอ้างอิงและปีปัจจุบันเป็นปีที่มีการวัดค่าต่างๆเพื่อแสดงว่ามีการปรับปรุงการใช้พลังงานให้ดีขึ้นแล้วหรือยังโดยทั่วไปแล้วผลผลิตที่ได้ระหว่างปีฐานกับปีปัจจุบันจะแตกต่างกันและจำนวนผลผลิตก็มีผลต่อการใช้พลังงานอีกด้วยเมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วจะทำให้เราทราบว่าในปัจจุบันต้องใช้พลังงานมากน้อยอย่างไรที่จะผลิตผลผลิตให้ได้ผลผลิตเท่ากับปีนี้ถ้าใช้การทำงานแบบเดียวกับการผลิตในปีฐาน

การใช้พลังงานเทียบที่ปีฐาน = การใช้พลังงานที่ปีฐาน × ผลผลิตปีปัจจุบัน/ผลผลิตปีที่เป็นฐาน

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{\text{การใช้พลังงานเทียบที่ปีฐาน} - \text{การใช้พลังงานปัจจุบัน}}{\text{การใช้พลังงานเทียบที่ปีฐาน}} \times 100\%$$

การตรวจสอบการใช้พลังงานในลักษณะนี้เป็นเพียงแค่การตรวจสอบเบื้องต้นเท่านั้น สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียดจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดที่เพียงพอในการตรวจสอบและมีการวิเคราะห์การใช้พลังงาน เพื่อหาข้อมูลของการใช้พลังงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตและจุดที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดซึ่งค่าสำคัญที่ต้องทำการวัดได้แก่ ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Demand) ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ประสิทธิภาพของเครื่องจักร เป็นต้นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าของการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

1. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Watt meter)
2. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (Amp meter)
3. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า (Volt meter)
4. เครื่องวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Meter)
5. เครื่องวัดระดับแสงสว่าง (Lux Meter)

6. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermo meter)

7. เครื่องวัดความชื้น (Phychro meter)

8. เครื่องทดสอบการเผาไหม้ (Combustion Tester)

9. เครื่องวัดความดันก๊าซ (Phychro meter)

10. เครื่องวัดความเร็วอากาศ (Air Velocity Meter) เป็นต้น

เครื่องมือวัดดังกล่าวใช้ในการวัดค่าของการใช้พลังงานในแต่ละส่วนและบันทึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน

2. ขั้นตอนรูปแบบการประหยัดพลังงานจากข้อกำหนดตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ซึ่งกำหนดให้โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม จำเป็นต้องเริ่มให้มีวิธีการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยวิธีการจัดการพลังงานนั้นต้องมีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนรวมทั้งมีการวางแผนการดำเนินการที่ดีและเหมาะสมกับองค์กรเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการจัดการพลังงาน การดำเนินการสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตระหนักถึงความสำคัญในการประหยัดพลังงานนับเป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่มีความสำคัญมากเพราะหากว่าองค์กรใดมีความตระหนักถึงความสำคัญในการประหยัดพลังงานแล้ว จะช่วยทำให้การบริหารการจัดการพลังงานทำได้ง่ายขึ้นและมีความสำเร็จในการจัดการสูง

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดนโยบายเป้าหมายและแผนงานการกำหนดเป้าหมายสามารถกระทำได้ 4 วิธีด้วยกัน คือ

1. เป้าหมายทางนามธรรม เช่น อาคารต้องเป็นอาคารตัวอย่างของการประหยัดพลังงาน

2. เป้าหมายเฉพาะ เช่น ต้องการปรับปรุงตัวประกอบโหลดให้มีค่าสูง

3. เป้าหมายสมบูรณ์ เช่น ต้องการลดพลังงานที่ต่อคนให้มีค่าน้อยที่สุด

4. เป้าหมายสัมพันธ์ เช่น ต้องทำการประหยัดพลังงานในปี 2549 ให้ได้อีก 5 %

หลังจากได้กำหนดเป้าหมายแล้วจะต้องมีการร่างแผนสำหรับงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป เช่นการกำหนดปริมาณงานให้แต่ละคนรับผิดชอบเนื้อหาของงานที่จะต้องทำการกำหนดช่วงเวลาในการปฏิบัติและวิธีการปฏิบัติ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 จัดทำเอกสารสรุปเสนอฝ่ายบริหารเมื่อได้กำหนดนโยบายเป้าหมายและแผนงานเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจะต้องจัดทำเอกสารสรุปเสนอฝ่ายบริหารเพื่อขอความสนับสนุนและเห็นชอบตามแผนที่ได้จัดทำไว้

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานงานขั้นแรกของการทำงานด้านการประหยัดพลังงานคือการตรวจวิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานในปัจจุบันโดยต้องทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีการใช้พลังงานอะไรบ้างปริมาณการใช้มากน้อยเพียงใดใช้เพื่อวัตถุประสงค์อะไรและที่สำคัญคือต้องชี้ให้เห็นว่าการใช้พลังงานในขณะนี้มีพลังงานอะไรสูญเสียบ้างสูญเสียอยู่ที่บริเวณใดหรือพื้นที่ใดของโรงงานและสูญเสียด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไรวัตถุประสงค์ของการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานมีดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าส่วนต่างๆ มีการใช้พลังงานเท่าใดบ้าง

2. ค้นหาศักยภาพในการประหยัดพลังงานต่างๆ และกำหนดมาตรการในการดำเนินการลดการใช้พลังงาน

3. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์ของมาตรการลดการใช้พลังงาน

4. จัดลำดับความสำคัญในการดำเนินการมาตรการลดการใช้พลังงาน

5. เป็นเครื่องมือในการวางแผนและจัดเตรียมทรัพยากรสำหรับการดำเนินการมาตรการลดการใช้พลังงาน

6. ใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้พลังงานขององค์กรเทียบกับค่ามาตรฐาน

7. ใช้ตรวจสอบผลของการดำเนินการเทียบกับเป้าหมายของการดำเนินการลดการใช้พลังงานเพื่อให้ได้มาซึ่งจุดประสงค์ดังกล่าวจะต้องมีการทำการสำรวจ และตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานทั่วทั้งอาคาร ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 3 ระดับ คือสำรวจและตรวจวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน จากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า การรวบรวมข้อมูลมีดังนี้

7.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง ปีที่ผ่านมา

7.2 ปริมาณผลผลิตของหน่วยงานในช่วงระยะเวลาเดียวกัน

7.3 รายละเอียดของระบบไฟฟ้า เช่น จำนวนและขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าอุปกรณ์ที่ต่อใช้งานลักษณะการต่อใช้งาน เป็นต้น

7.4 รายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า

7.5 ระบบแสงสว่าง จำนวนหลอดและชนิดหลอดไฟฟ้า จำนวนวัตต์ ลักษณะการใช้งานการติดตั้งโคมไฟฟ้าและอื่นๆ

7.6 ระบบปรับอากาศ จำนวน และชนิดของเครื่องปรับอากาศ ลักษณะการใช้งานชนิดและขนาดปั๊มต่างๆ รายละเอียด (Air Handing, Cooling Tower) ปริมาณการไหลของน้ำเป็นต้น

8. รายละเอียดของพื้นที่งานซึ่งจะประกอบด้วยพื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่จอดรถ และบริเวณที่ไม่ปรับอากาศ

ขั้นตอนที่ 5 การจัดทำแผนงานปรับปรุงหลักจากที่ได้วิเคราะห์สถานภาพการใช้พลังงานในปัจจุบันเรียบร้อยแล้วและพบว่าที่ใดมีพลังงานสูญเสียจำนวนมากสามารถประหยัดได้อย่างไร ขั้นตอนต่อไปก็คือการจัดทำแผนงานปรับปรุงซึ่งมีขั้นตอนดำเนินงานอยู่ 3 ขั้นตอน คือ รวบรวมความคิดจัดทำแผนและวิเคราะห์แผน

1. การรวบรวมแนวความคิดถึงแม้ว่าวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการจะต้องทำหน้าที่ออกความคิด สร้างแผนงานปรับปรุงด้วยตัวเองโดยตรงก็ตามแต่การระดมความคิดจากผู้ปฏิบัติงานในส่วนต่างๆ ซึ่งทำงานเต็มเวลาในพื้นที่ทำงานนั้นๆ และจากวิศวกรแขนงต่างๆ ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านพลังงาน การผลิต การควบคุม การบำรุงรักษา และด้านความปลอดภัย จะช่วยให้ได้แผนที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. การจัดทำแผนงานปรับปรุงจากแนวความคิดต่างๆ ที่ได้จากข้อ 2.4.1.1 จะถูกนำไปวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคเพื่อชี้ชัดถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับกระบวนการอื่นๆกับคุณภาพของผลผลิต กับขีดจำกัดสูงสุดของการผลิตกับสภาพแวดล้อมของการทำงานกับมลภาวะสิ่งแวดล้อมและด้านความปลอดภัยแล้วแบ่งแนวความคิดออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.1 แนวความคิดที่สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างแน่นอน

2.2 แนวความคิดที่อยู่ในขั้นทดลอง

2.3 แนวความคิดที่ยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะนำไปปฏิบัติได้

แผนงานปรับปรุงการประหยัดพลังงานจะถูกสร้างขึ้นบนฐานของแนวความคิดประเภทแรกตามด้วยการประเมินผลรวมของผลกระทบของแผนงานสถานที่ของการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวพันกันโอกาสของการนำแผนไปปฏิบัติตลอดจนข้อดีข้อเสียของแผนงาน

3. การประเมินผลแผนงานแผนงานประหยัดพลังงานที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการประเมินผลประสิทธิภาพในเรื่องของเงินลงทุนระยะเวลาของการคืนทุนและควรจำแนกแผนตามลำดับความสำคัญด้วย

ขั้นตอนที่ 6 การนำแผนงานปรับปรุงไปปฏิบัติก่อนลงมือปฏิบัติงานจะต้องมีการตรวจสอบซ้ำอีกครั้งในเรื่องของเนื้อหาสาระ ระยะเวลาที่ใช้วิธีการดำเนินงานและตัวประกอบอื่นๆว่าถูกต้องเหมาะสมดีแล้ว จากนั้นต้องดำเนินการชี้แจงให้บุคคลที่เกี่ยวข้องและบุคคลข้างเคียงทราบถึงรายละเอียดว่าเรากำลังทำอะไรอยู่แผนที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการนำไปปฏิบัติอย่างฉับพลันและแม่นยำ ต้องมีการวัดและประเมินผลลัพธ์ที่ได้แล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ควรได้รับตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนงานและอาจมีการปรับแผนให้เหมาะสมขึ้นตามความเหมาะสมต่อไปกำหนดเป้าหมายจำเพาะขึ้น เพื่อใช้ในการกำหนดมาตรฐานการทำงาน และใช้ในการติดตามความต่อเนื่องของโครงการต่อไป

ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามผลในการทำโครงการการประหยัดพลังงานหรือโครงการใดๆ ก็ตามเมื่อได้นำแผนงานไปปฏิบัติแล้วจะต้องมีการประเมินผลลัพธ์ด้วยเพื่อบ่งบอกให้ทราบว่าโครงการที่ตั้งขึ้นมานั้นประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดถ้าไม่สำเร็จเกิดจากสาเหตุใด ผลการประเมินจะชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้คุ้มกับความพยายามและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ต้องเสียไปหรือไม่ในการจัดการพลังงานตามขั้นตอนต่างๆ ข้างต้นจะประสบผลสำเร็จหรือไม่ สิ่งที่สำคัญมากประการหนึ่งก็คือ ความต่อเนื่องของโครงการประหยัดพลังงานโครงการประหยัดพลังงานมีลักษณะเป็นโครงการแบบต่อเนื่องเมื่อเริ่มดำเนินการแล้วจะหยุดไม่ได้การประหยัดพลังงานจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำทุกวัน ซึ่งสามารถแปรเปลี่ยนไปได้ เช่น การลดพลังงานสูญเสียของหม้อไอน้ำจะทำได้โดยการปรับอัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม การหุ้มฉนวนกันความร้อนสูญเสีย ระบบต่างๆ เหล่านี้จะใช้การได้ดีในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้นเมื่อเวลาผ่านไประบบต่างๆ เหล่านี้จะทำงานเปลี่ยนไป เช่น อัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงไม่เหมาะสม ฉนวนความร้อนชำรุด ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนมากขึ้นเป็นต้นการประหยัดพลังงานจึงต้องมีการติดตามอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างเหมาะสม ระบบที่ใช้ติดตามความต่อเนื่องได้อย่างดีก็คือระบบจดบันทึกและรายงานผลระบบจดบันทึกและรายงานผลที่ดีจะบอกให้วิศวกรและผู้บริหารทราบว่ามีการใช้พลังงานชนิดต่างๆ ไปในส่วนไหนของอาคารบ้างใช้ไปด้วยปริมาณมากน้อยเพียงใดใช้ไปในลักษณะมีแนวโน้มว่าจะเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปัจจุบันอย่างไร เช่นมีแนวโน้มมากขึ้นในขณะที่ผลผลิตยังเท่าเดิมทำให้สามารถระบุได้ว่าควรให้ความสนใจพลังงานชนิดใดที่พื้นที่ส่วนไหนเป็นพิเศษได้

การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมนั้นมีการกระทำกันมานานกว่าในภาคอื่นทั้งนี้เพราะอุตสาหกรรมมองเห็นประโยชน์ของการประหยัดพลังงานว่าช่วยให้ลดต้นทุนการผลิตและมีผลกำไรมากขึ้นนอกจากนี้อุตสาหกรรมยังมีเงินลงทุนที่จะช่วยในค่าใช้จ่ายการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานอุตสาหกรรมเป็นสัดส่วนอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมแต่ละประเภทอย่างไรก็ดีอุตสาหกรรมต่างๆ จะใช้พลังงานไปในเรื่องใหญ่ๆ ดังนี้คือ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานกระทวงพลังงาน, 2543, น. 36)

1. พลังงานความร้อนในขบวนการผลิตส่วนใหญ่ใช้เพื่อผลิตไอน้ำประมาณ 54%
2. พลังงานความร้อนที่ใช้โดยตรง 35%
3. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับมอเตอร์ต่างๆ 9%
4. อื่นๆ 2%

การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมให้ได้ผลนั้นจะต้องเริ่มต้นจากระดับบริหารของบริษัทว่ามีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจแน่วแน่เพียงใดที่จะดำเนินการประหยัดพลังงานให้ได้ผลต่อไปนี้ว่าเป็นหลักการใหญ่ๆ ที่จะทำให้ประหยัดพลังงานเป็นไปอย่างได้ผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. นโยบายและเป้าหมาย ฝ่ายบริหารระดับสูงกำหนดนโยบายให้พนักงานของบริษัททุกคนได้ทราบ บริษัทมีนโยบายและเป้าหมายอย่างไรในการประหยัดพลังงาน

2. จัดระบบจัดการพลังงานวางระบบหรือจัดรูปแบบของการจัดการและการบริหารพลังงานโดยให้มีผู้รับผิดชอบและหน่วยงานที่ต้องดูแลเรื่องการประหยัดพลังงานการบริหารพลังงานอาจจัดให้อยู่ในรูปแบบของคณะกรรมการก็ได้ สำหรับบริษัทขนาดใหญ่ การจัดระบบจัดการพลังงานที่ดีและการมีผู้รับผิดชอบจะได้ผลคุ้มค่ากว่าการดำเนินการเป็นเรื่องๆ ไปโดยไม่มีแผนการและการจัดการที่ดีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยตรวจสอบและควบคุมการใช้พลังงานก็เป็นระบบจัดการพลังงานเช่นกัน

3. จัดให้มีระบบวินิจฉัยพลังงานคือจัดให้มีการบันทึกการใช้พลังงานในส่วนต่างๆของโรงงานเพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าควรมีการประหยัดในส่วนใดบ้าง

4. จัดการแก้ไขในส่วนพลังงานสูญเปล่าพลังงานสูญเปล่าในระบบได้แก่ พลังงานที่รั่วไหลและสูญหายไปเนื่องจากขาดความระมัดระวังในการใช้การบำรุงรักษาที่ดีพลังงานส่วนนี้เป็นส่วนเป็นส่วนที่ประหยัดได้โดยสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดการแก้ไขในส่วนนี้มี อาทิเช่นการปรับตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมการลดการใช้แสงสว่างที่ไม่จำเป็นการตรวจดูการรั่วไหลของไอน้ำการบำรุงรักษาท่อไอน้ำการปรับปรุงฉนวนความร้อนของท่อไอน้ำ เหล่านี้เป็นต้น

5. การนำเอาเทคโนโลยีใหม่มาช่วยในการประหยัดพลังงาน ในส่วนที่เทคโนโลยีจะเข้ามามีบทบาทมีสองส่วนด้วยกัน คือ ภาคความร้อนและภาคไฟฟ้า การปรับปรุงหรือการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นการใช้ระบบอัตโนมัติ หรือระบบคอมพิวเตอร์ตรวจสอบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรทำให้งานมีประสิทธิภาพสูงสุดการปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้มีการสูญเสียน้อยที่สุดเหล่านี้เป็นเรื่องที่ต้องการความรู้ด้านเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์เพื่อศึกษาถึงค่าใช่จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับในระยะยาวด้วย

6. การติดตามและการประเมินผลในการดำเนินการเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน ควรมีการติดตามผลอย่างใกล้ชิดและให้มีการประเมินผลว่าได้ผลตามที่คาดหมายไว้หรือไม่เพียงใดมีจุดใดบ้างที่ต้องเปลี่ยนแปลงวิธีการใหม่หรือปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

แนวคิดเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

นโยบายเรื่องมาตรการประหยัดพลังงานในหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจซึ่งมุ่งเน้นและติดตามผลปฏิบัติตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2548 เห็นชอบแผนยุทธศาสตร์การแก้ไขปัญหาด้านพลังงานของประเทศให้เกิดการมีส่วนร่วมจากภาคราชการรัฐวิสาหกิจเอกชนและประชาชนมีเป้าหมายลดใช้พลังงานในภาพรวมร้อยละ 15 ในปี 2551 และร้อยละ 20.00 ในปี 2552 เพื่อในการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดมาตรการให้ทุกหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจลดใช้พลังงานลงร้อยละ 10-15 ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้นมีวิธีการที่หลากหลายวิธีที่แตกต่างกันซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าของ (บุตรบำรุง ธรรมโชติ, 2541, น. 7) ได้สรุปเป็นแนวทางในการประหยัดค่าไฟฟ้าออกมีแนวทางดังนี้

1. การลดค่าไฟฟ้าโดยการลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

การใช้พลังงานไฟฟ้าในกิจการต่างๆ จะมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาบางขณะมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงแต่บางขณะจะมีความต้องการไฟฟ้าต่ำทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานของกิจการนั้นๆ ในการวัดว่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดที่กิจการต่างๆ กำลังใช้อยู่ในช่วงเวลานั้นๆมีค่ามากน้อยเพียงใดนั้นการไฟฟ้าฯ จะวัดออกมาในรูปของค่าเฉลี่ยโดยใช้ครบเวลา 15 นาที เป็นช่วงเวลาในการวัดและเรียกความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นในรอบเดือนของการใช้ไฟฟ้าว่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุด (Maximum 15 Minute Kilowatt Demand) มิเตอร์ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าจะบันทึกความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดค่านี้ไว้จนกว่าจะมีค่าที่สูงกว่านี้เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่อไปมิเตอร์จึงจะเปลี่ยนไปบันทึกค่าที่สูงกว่าที่เกิดขึ้นใหม่แทนสำหรับการนำไปวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ เพื่อวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเพื่อลดค่าไฟฟ้าค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในแต่ละเดือนก็จะลดลงไปได้ผลที่ได้รับโดยตรงจากการลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดมีอยู่ด้วยกัน 4 ประการคือ

1.1 ทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นถ้าทุกอาคารสามารถลดค่าใช้จ่ายค่าพลังงานได้ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลงอีกด้วย

1.2 อาคารธุรกิจจะเสียค่าไฟฟ้าลดลง

1.3 ทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียในหม้อแปลงและสายไฟฟ้าลดลง

1.4 การที่ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดทำให้หม้อแปลงสายเมนและสายป้อนกระแสไฟฟ้าลดลงทำให้มีความจุเหลือสามารถติดตั้งเครื่องไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้อีก

2. การลดค่าไฟฟ้าโดยการลดกำลังงานสูญเสียในระบบไฟฟ้า

การสูญเสียทางไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่งจะมีค่าที่แตกต่างกันมากซึ่งขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของระบบไฟฟ้าขนาดพื้นที่ที่ระบบไฟฟ้าครอบคลุมถึงและชนิดของกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมนั้นๆ จากการประเมินอย่างคร่าวๆ จะพบว่าการสูญเสียทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จะมีค่าตั้งแต่ 0.5-20% พลังงานส่วนที่สามารถทำให้เกิดประโยชน์จะมีค่าประมาณ 10-30% ของพลังงานทั้งหมดเท่านั้นการลดพลังงานสูญเสียในระบบไฟฟ้านั้นจะต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ทั้งระบบมิใช่พิจารณาเฉพาะที่ตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าเท่านั้น พลังงานสูญเสียสามารถเกิดได้ทุกจุดซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือพลังงานสูญเสียที่เกิดจากตัวอุปกรณ์เองในรูปของประสิทธิภาพและที่เกิดจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสมเช่นใช้อุปกรณ์ผิดวัตถุประสงค์เปิดทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้งานหรือใช้งานไม่เต็มกำลังพิกัดปรับตั้งค่าต่างๆ สูงต่ำเกินไปเป็นต้น

การประหยัดพลังงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือการดูแลรักษาและใช้งานอย่างดีการบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือระบบใหม่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป)

1. การดูแลรักษาและใช้งานอย่างดี คือการกำจัดส่วนเกินที่มีผลทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน เช่น การตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศเย็นเกินไป ประตูห้องปิดไม่สนิททำให้ความเย็นไหลออกนอกห้องระบบแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าถูกเปิดทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้งาน

2. การบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม หลังจากได้ระบุและกำจัดการใช้พลังงานส่วนเกินเป็นที่เรียบร้อยแล้วการดำเนินขั้นต่อไปคือการบำรุงรักษาอุปกรณ์และระบบให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม คือสภาพที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงโดยมีการตรวจติดตาม (Monitoring) อย่างสม่ำเสมอ

3. การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่หรือการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือระบบใหม่การเปลี่ยนกระบวนการผลิตแบบเดิมเป็นกระบวนการผลิตแบบใหม่การเปลี่ยนอุปกรณ์รุ่นเก่าเป็นอุปกรณ์สมัยใหม่หรือการเปลี่ยนจากระบบแบบเดิมเป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีนำสมัยเป็นการดำเนินงานขั้นตอนสุดท้ายโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงใช้พลังงานน้อยและเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลดลงเนื่องจากบางโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากใช้พลังงานสิ้นเปลืองมาก จึงจำเป็นต้องหันมาใช้พลังงานทดแทนช่วยในการประหยัดพลังงานและประหยัดต้นทุนค่าใช้จ่าย พลังงานทดแทนสามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้เป็น2 ประเภท คือพลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปอาจเรียกว่าพลังงานสิ้นเปลืองเช่นถ่านหินก๊าซธรรมชาตินิวเคลียร์หินน้ำมันและทรายน้ำมันเป็นต้นและพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้ว

สามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีกเรียกว่าพลังงานหมุนเวียนเช่นแสงอาทิตย์ลมชีวมวลน้ำและไฮโดรเจนเป็นต้น

รูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2543, น. 35) ได้แบ่งรูปแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามีไว้ 2 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบที่ไม่ต้องมีการลงทุน เป็นการดำเนินการด้วยการรณรงค์ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น การปิดไฟช่วงเวลาพักเที่ยง หยุดพักปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่ต้องการใช้ไม่เดินมอเตอร์ตัวเปล่าการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสม

2. รูปแบบที่มีการลงทุน เป็นการดำเนินการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น เช่น ใช้หลอดไฟ หรือมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง การติดตั้งวงจรควบคุมสวิตซ์ตั้งเวลา สวิตซ์แสงแดด เพื่อปิด-เปิด วงจรแสงสว่างในพื้นที่ที่ไม่ต้องการใช้งานได้โดยสะดวก เป็นต้น

สุวิช พึ่งเจริญ (2527, น. 202) ได้ให้หลักการพิจารณารูปแบบการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปไว้ 4 ประการคือ

1. การเลือกใช้พลังงานเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมควรพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการจัดหาและการเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมกับงานมากที่สุดโดยพิจารณาในแง่ของประสิทธิภาพรวม

2. การเลือกใช้วิธีการแปลงพลังงานและกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสมในกรณีที่กระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนดรูปแบบของพลังงานที่จะใช้ หากกระบวนการใดสามารถใช้พลังงานได้มากกว่าหนึ่งรูปแบบ ควรเลือกใช้พลังงานที่มีรูปแบบที่เหมาะสมทั้งทางเทคนิคทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์

3. การลดการสูญเสียและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การลดการใช้พลังงานในโรงงาน ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนควรศึกษาการใช้พลังงานอย่างละเอียดของอุปกรณ์ในโรงงาน ศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางการลดการสูญเสียเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น การเดินมอเตอร์ตัวเปล่า ท่อไอน้ำรั่ว ฉนวนความร้อนไม่ดี เป็นต้น เพื่อใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4. การนำพลังงานที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด เป็นการศึกษาวิเคราะห์การนำพลังงานที่เหลือทิ้งจากสาเหตุต่างๆ กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นโดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์

ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

มาตรการต่างๆ ในการประหยัดพลังงานหากพิจารณาในแง่ของการปรับปรุงหรือระดับการลงทุนโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 มาตรการคือ (สุธน พิทักษ์, 2550, น. 68)

1. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องจักร (House Keeping) เป็นมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนหรือมีการลงทุนน้อยมากดำเนินการได้ง่าย เช่น การปรับความตึงสายพานมอเตอร์, ปิดไฟในตำแหน่งที่ไม่ใช้งาน, การลดของเสีย, การจัด lay out โรงงานเป็นต้น

2. มาตรการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Improvement) เป็นมาตรการที่มีการลงทุนแต่ลงทุนไม่มาก เช่นการหุ้มฉนวน, การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์, การเปลี่ยนหัวเผา (Burner) ของหม้อไอน้ำ, การเปลี่ยนบัลลาสต์ อิเลคทรอนิกส์เป็นต้น

3. มาตรการเปลี่ยนเครื่องจักรหลัก (Major Change of Equipment) เป็นมาตรการที่ต้องมีการลงทุนสูงโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์หรือกระบวน การผลิตใหม่เช่น การเปลี่ยนหม้อไอน้ำ, การติดตั้งระบบ Cogeneration เป็นต้น

อัตราผลตอบแทนการลงทุน

การประเมินผลตอบแทนการลงทุน สำหรับงานวิจัยนี้จะอยู่ในรูปของระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) และอัตราผลตอบแทนทางการเงิน (Financial Internal Rate of Ratio, FIRR) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Ratio, IRR) หรืออัตราการปรับลด (Discount Rated, i) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present value) ของกระแสเงินในยอดรายรับเท่ากับรายจ่ายเมื่อสิ้นสุดโครงการดังสมการต่อไปนี้ (อมรรัตน์ แก้วประดับ, 2546, น. 25)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนทั้งหมด}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี}} \tag{2.40}$$

$$IRR = \sum_{t=1}^{T} \frac{Ft}{(1+i)^t} = 0 \tag{2.41}$$

เมื่อ F_t = คือ ผลตอบแทนสุทธิที่ปี t (บาท)

i = คือ อัตราดอกเบี้ย (%)

T = คือ ระยะเวลาของโครงการหรืออายุของอุปกรณ์ (ปี)

แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้า

การควบคุมพลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) คือ ค่าธรรมเนียมที่คิดจากจานวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือน โดยที่อัตราที่แตกต่างกันแต่ละประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าค่าความต้องการไฟฟ้าเป็นค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดของเดือนนั้น แนวทางในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับคำว่าตัวประกอบโหลด (Load Factor) เสียก่อนตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดความสม่ำเสมอจากการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยมีคำจำกัดความดังนี้

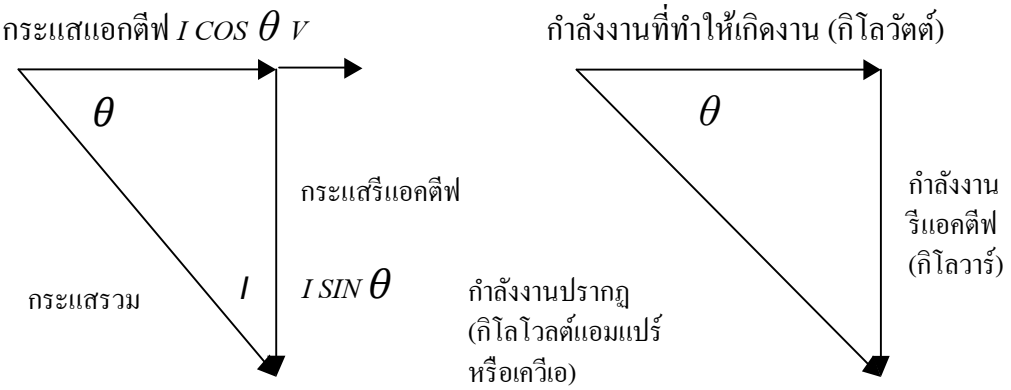
$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{จำนวนกิโลวัตต์ - ชั่วโมงที่ใช้ทั้งหมดต่อเดือน}}{\text{กิโลวัตต์สูงสุด} \times \text{จำนวนชั่วโมงในเดือนนั้น}} \times 100\% \quad (2.4)$$

พิจารณาสมการตัวประกอบโหลดจะเห็นว่าตัวแปรที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ ตัวประกอบโหลดสูงหรือต่ำจะมี อยู่สองตัว คือจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) และจำนวนกิโลวัตต์สูงสุดหรือ ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak demand) ดังนั้นเราสามารถที่จะเพิ่มค่าประกอบโหลดให้สูงขึ้น ได้ 2 วิธีคือ

1. ลดจำนวนกิโลวัตต์สูงสุด (Peak demand) ลง

ลดการใช้จำนวนกิโลวัตต์ -ชั่วโมง (Unit) ลง เพื่อให้สมดุลกับจำนวน Peak demand ที่ลดลง อันจะ มีผลทำให้อัตราส่วนของค่าทั้งสองเพิ่มขึ้น แต่การลดจำนวนกิโลวัตต์-ชั่งโมง (Unit) จะมีผลต่อการ เพิ่มค่าตัวประกอบโหลดไม่มากนัก แต่จะสงผลโดยตรงต่อค่าไฟฟ้าที่ลดลง

การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเพาเวอร์แฟคเตอร์อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ต้องการกระแส 2 ส่วนด้วยกัน คือกระแสส่วนที่ทำให้เกิดการทำงาน (Active Current) เป็นกระแสส่วนที่ใช้ในการสร้างสนามแม่ เหล็ก ซึ่งมีความจำเป็นมากในอุปกรณ์ที่ต้องทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก เช่นหม้อแปลงมอเตอร์ฯลฯ ถ้าไม่มีสนามแม่เหล็กอุปกรณ์ดังกล่าวจะทำงานไม่ได้เลยเราเรียกกำพลังงานที่ต้องใช้ส่วนนี้ว่ากำลังงานรีแอกตีฟและมีหน่วยวัตต์เป็นวาร์ (VAR) หรือกิโลวาร์ (kVAR) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ดังกล่าวได้แสดงไว้ในภาพที่ 4



ความสัมพันธ์เชิงมุมของกระแสและแรงดันในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ความสัมพันธ์ของกำลังงานที่ทำให้เกิดงาน กำลังงานรีแอกตีฟ และกำลังงานปรากฏ

ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของกำลังงาน

(อมรรัตน์ แก้วประดับ, 2546, น. 9)

ความสัมพันธ์เชิงมุมของกระแสและความสัมพันธ์ของกำลังงานที่ทำให้เกิดงานแรงดันในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับกำลังงานรีแอกตีฟ และกำลังงานปรากฏจากรูปที่ 4 เราสามารถหาค่ากระแสทั้งหมดที่อุปกรณ์ไฟฟ้าดึงจากแหล่งจ่ายไฟได้ดังนี้

Total current = (Active current) + (Reactive Current)

$$I = (I \cos \theta) + (I \sin \theta) \quad (2.5)$$

ถ้าเอาแรงดัน V คูณตลอดทางด้านซ้ายมือและด้านขวามือของสมการที่ 2.5 เราจะได้ความสัมพันธ์ ระหว่างกำลังงานปรากฏ กำลังงานที่ทำให้เกิดงาน และกำลังงานรีแอกตีฟ ดังนี้

Apparent power = (Active power) + (Reactive power)

$$VI = (VI \cos \theta) + (VI \sin \theta) \quad (2.6)$$

เพาเวอร์แฟคเตอร์คือ อัตราส่วนของกำลังงานที่ทำให้เกิดงานต่อกำลังงานปรากฏในวงจรไฟฟ้าใดๆ มีค่าเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 แต่โดยปกติมักจะพูดกันเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

$$\text{เพาเวอร์แฟคเตอร์} = \frac{\text{กำลังงานที่ทำให้เกิดงาน}}{\text{กำลังงานปรากฏ}} = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}} \quad (2.7)$$

หรือจากรูปที่จะได้

$$\text{เพาเวอร์แฟคเตอร์} = \cos\theta \quad (2.8)$$

เพาเวอร์แฟคเตอร์อาจเป็นแบบตามหลัง หรือแบบนำหน้าก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของ กำลังงานที่ทำให้เกิดงานและกำลังงานรีแอกตีฟถ้ากำลังงานทั้งสองส่วนนี้ไหลไปในทิศทางเดียวกัน ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่จุดนั้นจะเป็นแบบตามหลัง แต่ถ้าไหลไปคนละทิศทางแล้วค่าแพาเวอร์แฟคเตอร์ ที่จุดนั้นจะเป็นแบบนำหน้าเนื่องจากตัวคะแปซิเตอร์เป็นแหล่งกำเนิดกำลังงานรีแอกตีฟเพียงอย่างเดียวมันจึงมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เป็นแบบนำหน้าเสมอสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำจะมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เป็นแบบตามหลังเพราะมันต้องการทั้งกำลังงานที่ทำให้เกิดงานและกำลังงานรีแอกตีฟ (ไหลเข้ามอเตอรทั้งสองส่วน) สำหรับซิงโครนัสมอเตอร์ที่ถูกกระตุ้นเกินขนาด (Overexcited) นั้นสามารถจ่ายกำลังงานรีแอกตีฟเข้าสู่ระบบไฟฟ้าได้แต่กำลงงานที่ทำให้เกิดงานต้องไหลเข้ามอเตอร์เสมอ ดังนั้น มันจึงมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เป็นแบบนำหน้าได้องค์ประกอบในการพิจารณาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นมากในชีวิตประจำวัน พลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยทั่วไปแปรสภาพมาจากพลังงานอื่น ซึ่งประสิทธิภาพในการแปรสภาพพลังงานรูปอื่นมาเป็นพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าจึงควรใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการจัดการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควรพิจารณาถึงองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. พลังงานไฟฟ้า เป็นปริมาณพลังงาน (Energy) ที่ถูกใช้ซึ่งประกอบด้วยกำลังไฟฟ้าใช้งานจริงคิดเป็นหน่วยกิโลวัตต์คูณด้วยระยะเวลาเป็นหน่วยชั่วโมง 1 กิโลวัตต์ -ชั่วโมง ก็คือ 1 หน่วยไฟฟ้าในใบแจ้งค่าไฟฟ้าโดยทั่วไปพลังงานที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของผลผลิต ดังนั้นในการพิจารณาถึงพลังงานไฟฟ้าในโรงงานจึงใช้หน่วยดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิต (Electrical Energy Consumption Index)

$$\text{ดัชนีพลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิต} = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (Kg)}}$$

การปรับปรุงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทำได้โดยการลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อผลผลิต ดังกล่าวโดยการเพิ่มผลผลิตที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่าปกติหรือพยายามลด ปริมาณพลังงานไฟฟ้าลงในกระบวนการผลิตที่กระทำอยู่ในปัจจุบัน

2. กำลังไฟฟ้าหรือพลังไฟฟ้าเป็นปริมาณทางไฟฟ้าส่วนที่ถูกแปลงเป็นพลังงานกลความร้อน เคมี ฯลฯ ซึ่งเป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริงมีหน่วยเป็นวัตต์ (W) หรือกิโลวัตต์ (kW) การควบคุมกำลังไฟฟ้าในโรงงานจะพิจารณากำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุด (Peak Demand) ทำได้โดยการปรับปรุงค่าตัวประกอบภาระ (Load Factor: LF)

$$\text{ตัวประกอบภาระไฟฟ้า (LF)} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (kWh)}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุด} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน}}$$

การปรับปรุงค่าตัวประกอบภาระพิจารณาจากเส้นกราฟของภาระไฟฟ้า (Load Factor) ที่แสดงภาพการใช้งานของอุปกรณ์ในช่วงเวลาดังกล่าว โดยพยายามลดกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นซึ่งสามารถกระทำได้ด้วยมือหรืออุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (Demand Controller)

3. ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าหรือบางครั้งอาจเรียกว่า เพาเวอร์แฟคเตอร์ คืออัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าใช้งานจริงต่อกำลังไฟฟ้าเสมือน

$$\text{ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า (kWh)}}{\text{กำลงไฟฟ้าเสมือน (kVA)}}$$

เครื่องใช้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นอุปกรณ์ประเภท Inductive Load การปรับปรุงแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นทำได้โดยการติดตั้งตัวเก็บประจุ (Capacitor) ขนานเข้ากับภาระไฟฟ้าในตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดพลังงานสูญเสียขณะใช้งานลดแรงดันตกและลดอัตราค่าไฟฟ้าเมื่อค่าตัวประกอบกำลงไฟฟ้ามีค่าสูงกว่า 85%

การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

โดยทั่วไปแล้วกำลังงานในระบบไฟฟ้ากระแสสลับสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนด้วยกันคือ กำลังงานจริง (Real Power) มีหน่วยวัดเป็นวัตต์ หรือกิโลวัตต์ (kW) เป็นกำลังงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงโดยอุปกรณ์ไฟฟ้าไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เช่น ความร้อน แสงสว่าง หรือ

กำลังงานกล และอีกส่วนหนึ่งคือกำลังงานรีแอกตีฟ (Reactive Power) มีหน่วยวัดเป็นวาร์ หรือกิโลวาร์ (VAR or kVAR) เป็นกำลังงานที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก เช่น หม้อแปลง มอเตอร์ฯ ต้องใช้กำลังงานรีแอกตีฟนี้สร้างสนามแม่เหล็ก ผลรวมของกำลังงานทั้งสองส่วนนี้เรียกว่า กำลังงานปรากฏ (Apparent Power) มีหน่วยวัดเป็นโวลต์ แอมแปร์ หรือ เควีเอ (VA or kVA) เป็นกำลังงานที่แหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าต้องจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และมีขนาดเท่ากับผลคูณของกระแสไฟฟ้าในวงจรกับแรงดันของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า อัตราส่วนของกำลังงานจริงต่อกำลังงาน ปรากฏเราเรียกว่า เพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) ซึ่งเป็นตัวบอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆใช้กำลังงานจริงเป็นสัดส่วนเท่าไรเมื่อเทียบกับกำลังงานปรากกฏ ดังนั้นในระบบไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูงจะมีความสามารถ หรือประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่าระบบไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำกว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้งานอยู่ในกิจการต่างๆ จะเป็นชนิดต้องการกำลังงานรีแอกตีฟจากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า มีเพียงเครื่องจักรซิงโครนัส (Synchronous Machines) และคาปาซิเตอร์กำลัง (Power Capacitor) เท่านั้นที่สามารถจ่ายกำลังงานรีแอกตีฟให้กับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกำลังรีแอกตีฟได้ ดังนั้นการติดตั้งคาปาซิเตอร์กำลัง ไม่ว่าจะเป็นคาปาซิเตอร์กำลังที่ใช้กับ ระบบแรงดันต่ำ (แรงดันไม่เกิน 1,000 โวลต์) หรือระบบแรงดันสูง เพิ่มเติมเข้าไปในระบบไฟฟ้า จึงเป็นวิธีการที่ประหยัดที่สุดในการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบไฟฟ้าที่กำลังใช้งานอยู่และมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำตัวคาปาซิเตอร์กำลังมีคุณสมบัติที่ดีอยู่หลายอย่างคือ นอกจากจะมีราคาถูกกว่าเครื่องจักรซิงโครนัสมาก แล้วยังติดตั้งใช้งานได้ง่าย ในทางปฏิบัติแทบจะไม่ต้องมีการบำรุงรักษาเลยเพราะไม่มี ส่วนที่มีการเคลื่อนไหว และประการสำคัญคือ มีกำลังงานสูญเสียในตัวเองต่ำมากในปัจจุบันสามารถผลิต คาปาซิเตอร์กำลังให้มีกำลังงานสูญเสียได้ต่ำกว่า 0.5 วัตต์ต่อกิโลวาร์ และมีให้เลือกใช้งานหลายขนาด เพื่อให้เหมาะกับการติดตั้งใช้งานในแต่ละแห่งสำหรับขนาดใหญ่ๆ (กิโลวาร์สูงๆ) จะได้จากการนำ คาปาซิเตอร์ตัวเล็กๆ มาต่อรวมกันเป็นกลุ่มแล้วบรรจุลงในภารชนะรองรับ สาเหตุที่ไม่ผลิตเป็นตัวใหญ่ๆ เลย เพราะเหตุผลทางด้านเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้มีค่าสูงขึ้น (คู่มือการฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส, 2558, น. 31) จะมีผลดีต่อระบบไฟฟ้าหลายประการดังนี้

1. ลดกระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในวงจรตั้งแต่แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจนถึงตำแหน่งที่จะติดตั้งคาปาซิเตอร์กำลัง

2. ลดกำลังงานสูญเสียในระบบไฟฟ้าลงซึ่งจะมีผลดีต่ออุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าต่างๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า สายเคเบิล สวิตช์ฯ

3. ลดแรงดันไฟฟ้าตกในระบบไฟฟ้าลงทำให้ระดับของแรงดันไฟฟ้ามีความมั่นคงมากขึ้นแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งปลายสุดของสายป้อนไม่ตกมากทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง

4. เพิ่มขีดความสามารถในการรับหรือจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้นทำให้สามารถขยายการใช้ไฟฟ้าหรือเพิ่มโหลดได้โดยโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มขนาดของอุปกรณ์รับจ่ายกำลังไฟฟ้า

5. ลดค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้กับการไฟฟ้าฯ อยู่ทุกเดือนซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกัน คือ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) เฉพาะส่วนที่เป็นพลังงานสูญเสียที่ลดลงและค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ เมื่อมีค่าต่ำกว่า 0.85 การติดตั้งตัวคาปาซิเตอร์กำลังเข้าไปในระบบไฟฟ้านั้น นอกจากจะมีผลดีแล้วก็อาจจะเกิดผลเสียได้ ถ้าไม่ได้ทำการพิจารณากันอย่างรอบคอบ เช่น อาจเกิดฮาร์โมนิกขึ้นในระบบไฟฟ้าเกิดแรงดันเกินพิกัด (Over Voltage)

ในการจัดการพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า นอกจากจะจัดการด้านระบบไฟฟ้ารวมเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแล้ว ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ใช้ก็นับว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญมากต่อค่าไฟฟ้าที่จ่ายในแต่ละเดือน ศักยภาพของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จะพิจารณาจากค่ากิโลวัตต์-ชั่วโมง (หน่วย) และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ

$$\text{ปริมาณของพลังงานที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้} = \frac{\text{ขนาดของอุปกรณ์ (kW)} \times \text{เวลาการทำงาน (h)}}{\text{ประสิทธิภาพ (n)}}$$

ดังนั้นการบริหารการจัดการเพื่อลดปริมาณพลังงานที่ใช้สามารถทำได้โดย

1. การลดขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการเลือกขนาดให้เหมาะสมหรือลดโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับภาระทางไฟฟ้า

2. การลดชั่วโมงการทำงาน เช่น ปิดเมื่อไม่ใช้งาน

3. การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง หรือดูแลบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงอยู่สม่ำเสมอการบริหารการจัดการพลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ได้ผลจะต้องมีการดำเนินการทั้ง 3 ข้อผสมกัน

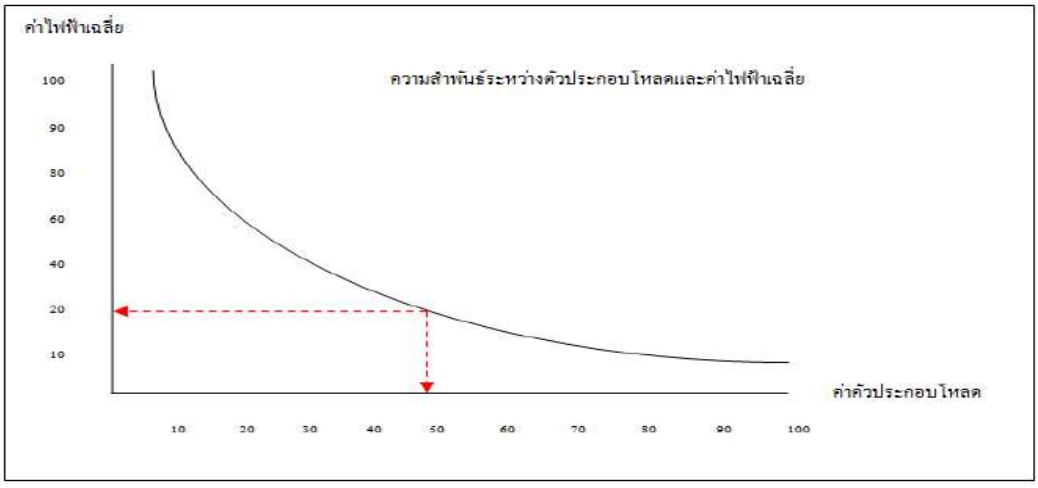
พงศ์พัฒน์ มั่งคั่ง (2537, น. 192) กล่าวถึงหลักเกณฑ์พื้นฐานสำคัญ 2 ประการ ที่ช่วยให้เกิดการใช้พลังงานจากทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพคือ

1. เปลี่ยนแปลงเทคนิคการผลิตเพื่อให้มีการใช้พลังงานที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมน้อยลงเช่นเครื่องมือควบคุมพิษจากรถยนต์ใช้พลังงานอื่นที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมน้อยลง

2. ลดปริมาณการใช้พลังงานเช่นใช้รถยนต์เท่าที่จำเป็นใช้รถสาธารณะและประหยัดการใช้น้ำการใช้ไฟฟ้าแนวทางในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดจำเป็นต้องทำความเข้าใจในกับตัวประกอบโหลด (Load Factor) ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดค่าความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยมีคำจำกัดความดังนี้

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 เดือน (kW)} \times 100\%}{\text{พลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ใน 1 เดือน (kW)}}$$

พิจารณาสมการตัวประกอบโหลดจะเห็นว่าตัวแปรที่ทำให้ตัวประกอบโหลดสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับ 2 ตัวคือจำนวนหน่วยพลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง) และจำนวนกิโลวัตต์สูงสุดที่ใช้หรือค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดจากการวิเคราะห์อัตราค่าไฟฟ้าที่ตัวประกอบโหลดต่างๆ สำหรับอัตราค่าไฟฟ้าของธุรกิจขนาดกลางประเภทที่ 3 เมื่อนำผลจากการวิเคราะห์อัตราค่าไฟฟ้าแล้วนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบโหลดรายเดือน (เปอร์เซ็นต์) และค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (สตางค์ต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบโหลดกับค่าไฟฟ้าเฉลี่ย

(อุมาพร อนุรักษ์ปรีดา, 2542, น. 7)

จะเห็นได้ว่าหากโรงงานที่มีตัวประกอบโหลดสูงจะทำให้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยต่ำลงด้วย ดังนั้น วิธีการที่จะเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้นสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. ลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ลง

2. ลดการใช้จำนวนกิโลวัตต์ชั่วโมงลง แต่การลดการใช้จำนวนกิโลวัตต์ชั่วโมงลงจะส่งผลต่อการเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดไม่มากนักแต่จะส่งผลโดยตรงต่อค่าไฟฟ้าที่ลดลง

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2540, น. 2) ให้แนวคิดว่า นอกจากการจัดการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าดังกล่าวข้างต้นยังสามารถปรับปรุงควบคุมสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนมากในโรงงานให้มีประสิทธิภาพได้ อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วย หม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊มลม (Air Compressor)

การประหยัดพลังงานหม้อแปลงไฟฟ้า

การประหยัดพลังงานในส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้าควรพิจารณาถึงการใช้หม้อแลงไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงานหม้อแปลงไฟฟ้าทั่วไปส่วนที่เป็นแกนเหล็ก (Core) ใช้เหล็กแผ่นชนิดผสมซิลิกอน จัดเรียงกันเป็นชั้นๆ ซึ่งมีค่ากำลังงานสูญเสียขณะไม่มีภาระประมาณ 0.3-0.5% แต่ปัจจุบันนี้มีการปรับปรุงที่เป็นแกนเหล็กให้มีค่ากำลังสูญเสียให้น้อยลงโดยใช้แกนเหล็กแผ่นชนิดผสมซิลิกอนแต่เป็นแบบที่มีทิศทางในการตอบสนอง (ได้จากการรีดเย็น) และใช้เป็นแกนเหล็กม้วนซึ่งทำให้ค่าการสูญเสียในขณะไม่มีภาระลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของแบบธรรมดาโดยทั่วไปหม้อแปลงไฟฟ้าจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อภาระของหม้อแปลงมีค่าประมาณ 60% ของพิกัดหม้อแปลง การปลดหม้อแปลงออกเมื่อไม่มีภาระเพื่อลดการสูญเสียในหม้อแปลง ให้หม้อแปลงที่มีตัวประกอบกำลังสูงรวมทั้งการจัดและเลือกใช้งานหม้อแปลงเมื่อมีมากกว่า 2 ตัว ปรับระดับแรงดันให้เหมาะสมกับอุปกรณ์โดยการปรับแท็ปของหม้อแปลงและใช้หม้อแปลงชนิดประหยัดพลังงานการพิจารณาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าใช้สัมการดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของหม้อแปลง} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าออก}}{\text{กำลังไฟฟ้าออก + กำลังสูญเสีย}} \times 100$$

หรือ

$$N_t = \frac{LR\cos\theta}{LR\cos\theta + W_i + L^2} \times 100$$

เมื่อ

N_t = ประสิทธิภาพหม้อแปลง

L = ค่าตัวประกอบภาระ

R = พิกัดหม้อแปลง

$\cos\theta$ = ค่าตัวประกอบกำลัง

W_i = กำลังสูญเสียในแกนเหล็ก

W_c = กำลังสูญเสียในขวดดวดทองแดง

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดเกิดขึ้นเนื่องจากการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าที่หม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งจำเป็นต้องทราบปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียที่หม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อใช้ในการพิจารณาแนวทางการประหยัดพลังงานการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าที่หม้อแปลงไฟฟ้าเกิดจากสาเหตุ 2 ประการคือ

1. การสูญเสียในแกนเหล็ก (Core Loss หรือ Iron Loss)

2. การสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดทองแดง (Copper Loss) การสูญเสียในแกนเหล็กจะเกิดขึ้นตลอดเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าเข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ (Primary) การสูญเสียในแกนเหล็กจะแปรผันตามกำลังสองของแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ (Primary Voltage) ส่วนการสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดทองแดงจะเกิดขึ้นเฉพาะช่วงเวลาที่มีภาระไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าและการสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดทองแดงจะแปรผันตามกำลังสองของกระแสทางด้านทุติยภูมิ (Secondary Current)

3. การสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายส่งการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าในสายส่งจะขึ้นอยู่กับความยาวของสายส่งและชนิดของสายไฟฟ้าที่

การเดินมอเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพ

การเตรียมและการเดินมอเตอร์ให้มีประสิทธิภาพ สามรถดำเนินการได้ดังนี้

1. ป้องกันการเดินเครื่องแบบเกินพิกัด รวมถึงส่วนตัวเครื่องสายไฟที่ร้อนเกินไป ถ้าเดินมอเตอร์แบบเกินพิกัดแล้วไม่เพียงแต่ประสิทธิภาพตกต่ำเท่านั่นยังอาจทำให้มอเตอร์ไหม้ซึ่งอาจเป็นต้นเหตุของอัคคีภัยได้ ฉะนั้นต้องระวังอย่าให้อุณหภูมิของมอเตอร์สูงมากเกินกว่าขีดจำกัด

ต้องควบคุมการเดินเครื่องแบบเกินพิกัดอย่างใกล้ชิดนอกจากนี้ยังต้องติดตั้งรีเลย์ (Relay) ที่มีขนาดเหมาะสมกับไม่ให้เกินพิกัดของนาดมอเตอร์ด้วย

2. ป้องกันการเดินตัวเปล่า การเดินตัวเปล่าของมอเตอร์จะทำให้การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นถ้ามีการเดินมอเตอร์ตัวเปล่าก็ตัดสวิทซ์เพื่อป้องกันการเดินตัวเปล่า

3. การตรวจสอบประจำและการซ่อมบำรุงในส่วนที่หมุนและส่วนที่ส่งแรงอุปกรณ์ส่งถ่ายพลังงานของมอเตอร์ให้แก่ภาระนั้นจะมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไปตามชนิดของอุปกรณ์ฉะนั้นให้เลือกชนิดที่เหมาะสมกับภาระและจะต้องป้องกันไม่ให้มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในการส่งถ่ายแรงจะต้องทำการตรวจสอบส่วนที่หมุนหรือส่วนที่ส่งแรง เช่น แบริ่ง (Bearing) หรือตลับลูกปืนเป็นประจำและมีการซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพดีอยู่เสมอและจะต้องป้องกันการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าอันเนื่องมาจากการหล่อลื่นการเสียดทานนอกจากนี้แล้วที่แบริ่ง (Bearing) หรือตลับลูกปืนนั้นอาจมีสิ่งเจือปนสิ่งสกปรกเข้าไปผสมในจาระบีหรือน้ำมันหล่อลื่นบางที่ส่วนจับแบริ่ง (Bearing) หรือตลับลูกปืนจะหลวมไปก็จะทำให้มีการสูญเสียพลังงานได้สิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องหมั่นดูแลอยู่เสมอ

4. ป้องกันการเดินมอเตอร์ในสภาพไม่ครบเฟส มอเตอร์แบบ 3 เฟส ถ้าหากเดินเครื่องแบบไฟหายไป 1 เฟส ก็จะทำให้มอเตอร์ขดลวดไหม้ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ดังนั้นจำเป็นจะต้องทำการตรวจสอบให้กระแสของแต่ละเฟสสมดุลกันอยู่เสมอ นอกจากนี้แล้วให้ทำการติดตั้งโอเวอร์โหลดเบรคเกอร์ (Over Load Breaker) เพื่อป้องกันมอเตอร์ถ้าเกิดว่ามีเฟสใดเฟสหนึ่งขาดหายไปด้วยสาเหตุอะไรก็ตามก็สามารถหยุดมอเตอร์ได้ทันท่วงที เพื่อป้องกันมอเตอร์ขดลวดไหม้และป้องกันอุบัติเหตุได้

การใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ (VSD) เพื่อลดอัตราการไหล

จากการสำรวจและตรวจวัดในระบบหากหากพบว่ามีการเดินปั๊มหรือพัดลมบางตัวที่มอเตอร์ขับได้เดินที่ความเร็วรอบที่พิกัดปกติ (N) ซึ่งจะได้อัตราการไหลมากกว่าที่ระบบต้องการและได้ปรับลดอัตราการไหลให้อยู่ในระดับที่ต้องการจากสภาวะดังกล่าวข้างต้น ถ้าเราควบคุมอัตราการไหลให้อยู่ในระดับที่ต้องการโดยการปรับลดความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ขับปั๊มหรือ Blower ลงแทนการปรับหรี่วาล์วหรือแดมเปอร์การวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากสูตร

$$\frac{Q_2}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \left[\frac{Q_2}{Q_1}\right]^n = \left[\frac{Q_2}{Q_1}\right]^n$$

เมื่อ

N_1 = ความเร็วรอบของมอเตอร์เดิม

N_2 = ความเร็วรอบของมอเตอร์ใหม่

Q_1 = อัตราการไหลเดิม

Q_2 = อัตราการไหลใหม่

P_1 = กำลังไฟฟ้าเดิม

P_2 = กำลังไฟฟ้าใหม่

จากสูตรจะเห็นได้ว่าเมื่อปรับความเร็วมอเตอร์ลงจะทำให้ลดการใช้กำลังมากเป็นกำลังสาม

การประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศ

ระบบอัดอากาศเป็นระบบหนึ่งที่มีการใช้งานในอุตสาหกรรมมากการทำงานของระบบอัดอากาศต้องใช้เครื่องอัดอากาศที่มีกำลังในการอัดสูงส่งผลให้มีต้นทุนในการผลิตสูงตามไปด้วยการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการสูญเสียจึงเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งจึงต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอยู่เสมอโดยเฉพาะการสูญเสียที่แหล่งกำเนิดโดยตรงซึ่งมักมีสาเหตุมาจากรอยรั่วหรือข้อต่อไม่แน่น วาล์วปิด เปิดลมที่ปิดไม่สนิทและท่อยางชำรุดการอัดอากาศ คือ อากาศที่ได้เพิ่มพลังงานในตัวอากาศแล้วและใช้อากาศอัดเป็นตัวกลางในการนำพาพลังงานไปยังจุดที่ใช้งานโดยผ่านท่อและได้ปรับสภาพให้เหมาะในการใช้งาน ณ จุดนั้นๆ ระบบอัดอากาศจึงเป็นกระบวนการทั้งหมดของระบบตั้งแต่อัดอากาศให้มีพลังปรับสภาพเก็บสะสมรอใช้งานส่งจ่ายโดยท่อจนถึงจุดที่จะใช้งานอัดอากาศแล้วปลดปล่อยพลังงานไปใช้ ณ ที่จุดที่ต้องการใช้งานดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เป็นระบบอำนวยความสะดวกในการผลิตไม่ใช่ตัวทำการผลิตแต่เป็นตัวช่วยระบบผลิต

2. เป็นตัวกลางในการขับดันอุปกรณ์ต่างๆ จึงใช้กับเครื่องมือกลอย่างกว้างขวางแทนเครื่องมือกลที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า

3. เป็นตัวกลางในการควบคุมอุปกรณ์ทั้งระยะใกล้หรือไกล

4. ปรับสภาพสถานะได้ง่ายยืดหยุ่นและคล่องตัวตอบสนองไวในการใช้งาน

5. ปลอดภัยจากไฟฟ้าลัดวงจร (ไฟรั่ว,ไฟช๊อต) อาจคร่าชีวิตผู้ปฏิบัติงานได้ปลอดภัยจาการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

6. ปริมาตรและแรงดันอากาศมีความสำคัญต่อผลผลิตอย่างมาก เช่น แรงดันตก ทำให้แรงกดบนชิ้นงานลดต่ำลง ทำให้ผลงานคลาดเคลื่อน ก่อเกิดสินค้าคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานเป็นการสูญเสียพลังงานโดยทั่วไปการดูแลบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ การจัดการเลือกเดินเครื่องจักรให้เหมาะกับภาระในการใช้งานการปรับตั้งแรงดันให้เหมาะสมในการใช้งาน และหมั่นตรวจระบบท่อให้ดีป้องกันการรั่ว จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายส่วนนี้ 20% ไม่ใช่เรื่องลำบากอันใดการทำความรู้จักรให้ดีขึ้นกับเครื่องอัดอากาศรูปแบบต่างๆ อุปกรณ์ต่อเนื่อง และระบบจ่ายอากาศอัด ขนาดท่อที่เหมาะสมระวังที่รั่วจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้

การดูแลระบบอัดอากาศอย่างถูกวิธีจะสามารถทำให้ใช้เครื่องอัดอากาศได้ยาวนานด้วยประสิทธิภาพสูงเหมือนใหม่ ปัจจุบันเครื่องอัดอากาศแบบทุ่นหมุน (Rotary) เช่น ทุ่นหมุนบานเลื่อน (Rotary Vane Type) หรือเกลียวหมุน (Screw) เป็นต้น โดยเฉพาะแบบใช้น้ำมันหล่อลื่นท่วมท้น (Oil Flush Type) เพื่อหล่อลื่นและน้ำมันหล่อลื่นจะเป็นตัวนำความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศไประบายทิ้งที่อุปกรณ์ผลัดความร้อนน้ำมัน (Oil Cooler) แล้วน้ำมันหล่อลื่นที่เย็นลงจะถูกนำกลับมาฉีดเข้าห้องอัดอากาศซ้ำแล้วซ้ำอีก ทำให้ห้องอัดอากาศทำงานที่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้การสึกหรอต่ำด้วย

การสูญเสียพลังงานในระบบอัดอากาศนั้นมีสาเหตุหลายประการ เพื่อให้พิจารณาปัญหาการประหยัดพลังงานอย่างเป็นระบบสามารถแบ่งระบบอัดอากาศออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. การผลิตอัดอากาศประเภทของเครื่องอัดอากาศ เครื่องอัดอากาศมีหลายประเภทในแต่ละประเภทเหมาะสมกับโหลดและการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องเลือกเครื่องอัดอากาศให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับลักษณะของโหลด

2. การส่งจ่ายอัดอากาศการประหยัดพลังงานที่สำคัญอันดับหนึ่งของระบบอัดอากาศคือ การป้องกันและซ่อมแซมการรั่วของระบบโดยทั่วไปการรั่วจะเกิดขึ้นกับข้อต่อและจุดที่ใช้งานข้อต่อและสายอ่อน คัปปลิงแบบ (Quick Connect) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ลมการรั่วของอัดอากาศถือว่าเป็นการสูญเสียพลังงานที่ร้ายแรงมาก ในทางปฏิบัติสำหรับระบบที่ดียอมให้มีการรั่วของอากาศได้ 5% ซึ่งเป็นการรั่วตามวาล์ว ช่องว่างอากาศ เป็นต้น

การวัดอัตราการรั่วของอากาศอัดทำได้โดยวิธีง่ายๆ โดยการใช้กำลังการผลิตของเครื่องอัดอากาศที่เราทราบและนาฬิกาจับเวลา หลังจากที่เลิกงานแล้วให้ปิดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้อากาศทั้งหมด เดินเครื่องอัดอากาศจนกระทั่งได้ความดันเต็มที่ตามปกติและหยุดอัดอากาศจับเวลา (t1) เนื่องจากมีการรั่วความดันระบบจะลดลง เครื่องอัดอากาศจะเริ่มอัดอากาศใหม่อีกให้จับเวลาช่วงที่เครื่องอัดอากาศหยุดอัดอากาศจนถึงเริ่มอัดอากาศใหม่อีกครั้งหนึ่งไว้ด้วย (t2) แล้วบันทึกเวลาและ

กิโลวัตต์ที่ตรวจวัดในช่วงมีโหลดและไม่มีโหลดสลับกันไปการบันทึกควรกระทำอย่างน้อย 4 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย อากาศที่รั่วและพลังงานที่สูญเสียสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

$$\% \text{ Leakage, } \% \quad L = \frac{T1}{(T1+T2)} \times 100$$

$$\text{Leakage, } L = \frac{QT1}{(T1+T2)} \quad \text{Litre / Sec}$$

$$\text{Energy Wasted, } E = \frac{Q\,(Pon - Poff)\,\%\,L.hr.T1}{100} \quad \text{kW – hr.}$$

เมื่อ

Q = กำลังการผลิตของเครื่องอัดอากาศ

T1 = เวลาที่เครื่องอัดอากาศมีโหลด

T2 = เวลาที่เครื่องอัดอากาศไม่มีโหลด

Pon = กิโลวัตต์ที่วัดได้ในช่วงที่มีโหลด

Poff = กิโลวัตต์ที่วัดได้ในช่วงที่ไม่มีโหลด

hr = จำนวนชั่วโมงการทำงาน

3. การใช้อากาศอัดอากาศอัดมีราคาแพงซึ่งการใช้อากาศที่ไม่ถูกต้องทำให้เกิดการสูญเสีย ควรละเว้นดังนี้

1. ใช้อากาศอัดทำความสะอาดในบริเวณที่สามารถทำความสะอาดด้วยวิธีอื่น
2. ใช้อากาศอัดเป็นอากาศสำหรับการเผาไหม้
3. ใช้อากาศอัดเป่าให้ชิ้นงานเย็นลง
4. ใช้อากาศอัดในการไล่ความชื้น
5. ใช้มอเตอร์ลมแทนที่จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM)

งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับไทรโบโลยีในงานบำรุงรักษาและวิศวกรรมการหล่อลื่นนั้น (สุรพล ราษฎรนุ้ย, 2545, น. 61) โดยแท้จริงแล้วมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าถึงการทำการชะลอการเสื่อมสภาพหรือชะลอการสึกหรอ (Wear and Degradation Retardation) โดยใช้การใช้สารหล่อลื่นซึงน่าจะเป็นส่วนที่วิศวกรบำรุงรักษาต้องตระหนักโดยในวงจรชีวิตเครื่องจักรสิ่งที่ควรปฏิบัติมี 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

1. การป้องกันการเสื่อมสภาพเช่นการหล่อลื่นการขันแน่นสลักเกลียวการทำความสะอาดการใช้งานให้ถูกต้องการควบคุมสภาพแวดล้อมความร้อนความชื้นไอกรดหรือฝุ่นละออง

2. การตรวจวัดการเสื่อมสภาพเช่นการตรวจเช็คความตึงสายพานการตรวจเช็คค่าทอร์คของสลักเกลียวยึดฐานเครื่องจักรและมอเตอร์การตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนมอเตอร์ไฟฟ้าการตรวจเช็คอุณหภูมิใช้งานของน้ำมัน ไฮดรอลิก อุณหภูมิ ของแบริ่ง การตรวจสอบคุณสมบัติของสารหล่อลื่น

3. การซ่อมปรับคืนสภาพการโอเวอร์ฮอลปั๊มไฮดรอลิกทุก 5 ปี การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอตามระยะเวลา ฯลฯ

4. การทดลองวิเคราะห์ผู้เข้าอบรมจะได้ทดลองใช้ซอฟแวร์จากตัวอย่างที่กำหนดภายใต้การให้คำแนะนำของวิทยากร

5. การเลือกงานบำรุงรักษาเป็นการสนทนาถึงกลยุทธ์การเลือกงานบำรุงรักษาสำหรับเครื่องจักรกับผู้เข้าร่วมอบรมและแสดงให้เห็นถึงวิธี การเลือกงานบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กรนอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นถึงแนวทางการกำหนดงานบำรุงรักษาแบบเฝ้าระวังเชิงป้องกันและการดำเนินงานบำรุงรักษาให้ตรงกับกลยุทธ์งานบำรุงรักษาที่กำหนดขึ้น

6. การทดลองเลือกงานบำรุงรักษาผู้เข้าอบรมจะได้ทดลองเลือกงานบำรุงรักษาจากตัวอย่างที่กำหนดให้เพื่อให้งานบำรุงรักษาที่เลือกสอดคล้องกับสาเหตุความเสียหายของเครื่องจักรอุปกรณ์นั้นๆทำให้สามารถลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นลงได้

7. การปิดงานบำรุงรักษาเป็นการสนทนาถึงข้อมูลที่จะเป็นและเป็นประโยชน์ในงานบำรุงรักษาการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบโดยเฉพาะการปรับปรุงข้อมูลในระบบจัดการข้อมูลงานบำรุงรักษา (Computerized Maintenance Management System: CMMS) เพื่อให้ก้าวไปสู่การบำรุงรักษาแบบเฝ้าระวังเชิงป้องกันอย่างสมบูรณ์แบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คืองานบำรุงรักษามีแผนที่กระทำไปโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะป้องกันมิให้เครื่องจักรชำรุดโดยการบำรุงรักษาแบบป้องกันก็จะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

7.1 การบำรุงรักษาขณะเดินเครื่อง (Running Maintenance) ซึ่งหมายถึงงานบำรุงรักษาทำได้โดยไม่ต้องหยุดเครื่องเช่นการหล่อลื่นเป็นต้น

7.2 การบำรุงรักษาขณะหยุดเครื่อง (Shutdown Maintenance) ซึ่งหมายถึงการหยุดโดยมีแผนกำหนดไว้แน่นอนเช่นการเปลี่ยนชิ้นส่วนการบำรุงรักษาป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาที่กระทำต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรและอุปกรณ์เสื่อมสภาพหรือชำรุดเสียหายหรือเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีซึ่งเป็นการดำเนินงานที่ทำเป็นประจำ (Routine Maintenance)

การบำรุงโดยการกำหนดแผนการดำเนินงานล่วงหน้าได้ (Schedule D maintenance) เป็นระบบการบำรุงรักษาที่สมบรูณ์ กว่าการบำรุงรักษาทุกประเภทที่กล่าวมาแล้วคือได้กล่าวถึงการให้เหตุผลของงานบำรุงรักษารวมทั้งการรับผิดชอบในด้านการค้นคว้าและวิจัยพัฒนาเพื่อหาทางปรับปรุงระบบการทำงานที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้นเป็นการบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันการหยุดของเครื่องจักรโดยเหตุฉุกเฉินสามารถทำได้ด้วยการตรวจสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ การทำความสะอาดและหล่อลื่นโดยถูกวิธีการปรับแต่งให้เครื่องจักรทำงานที่จุดทำงาน (Operating Point) ตามคำแนะนำของคู่มือรวมถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามที่กำหนดเวลา

ศึกษาดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

การพัฒนาแบบจำลองดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่าในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้จัดทำเกณฑ์ดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานใหม่โดยใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit: EU) และพัฒนาแบบจำลองการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาใหม่ซึ่งรายละเอียดในการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้ (อมรรัตน์ แก้วประดับ, 2546, น. 17)

เกณฑ์ดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน โดยเทคนิคหน่วยเทียบเท่า

1. ดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption: SEC) เป็นการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตซึ่งก็จะได้ค่าพลังงานที่ใช้ต่อ 1 หน่วยผลผลิตเป็นเท่าไร และจึงนำไปคิดต้นทุนค่าใช้พลังงานแต่ก็ไม่สามารถนำมาใช้ได้กับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เนื่องจากผลิตภัณฑ์ค่อนข้างหลากหลาย

2. ทำการปรับปรุงดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานโดยใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit: EU) โดยการปรับค่า Q ให้เป็นหน่วยเทียบเดียวกันซึ่งจะทำให้สามารถวิเคราะห์หาค่าใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตได้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

3. จากการได้ใช้เทคนิคหน่วยเทียบสำเร็จรูปเข้ามาแก้ปัญหาการหาค่าพลังงานต่อหน่วยผลผลิตซึ่งค่าที่ได้ออกมาใหม่มีการเปลี่ยนแปลงมีตั้งแต่ไม่ถึง 1% จนถึง 7% จากการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเดิมกับค่าใหม่

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเป็นค่าที่แสดงถึงการใช้พลังงานในการผลิตต่อผลผลิตที่ได้จาก การผลิตนั้นๆ ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้ในระยะเวลาหนึ่ง}}{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ในระยะเวลาเดียวกัน}}$$

โดยทั่วไปปริมาณพลังงานที่ใช้มักจะประกอบด้วยพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ปริมาณที่ป้อนให้กับกระบวนการผลิตอาจเป็นพลังงานความร้อนจากไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต จากเตา เผา หรือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ระยะเวลาที่ใช้เก็บข้อมูลอาจกำหนดเป็นวัน เดือน หรือ ปีก็ได้ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาดังกล่าว ในการหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของกระบวนการผลิตหนึ่งๆ อาจจำเป็นจะต้องมีการวัดและวิเคราะห์โดยละเอียดเนื่องจากค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเป็นค่าที่ขึ้นกับปริมาณของผลผลิตรวมที่ผลิตที่ได้และพลังงานที่ใช้ ผลิตดังกล่าวดังนั้นค่าที่ได้จึงสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการผลิตของอุตสาหกรรมต่างๆ ได้และถ้ามีการ เก็บข้อมูลไว้ทุกปีก็จะมีประโยชน์ในแง่ของประสิทธิภาพของการใช้พลังงานจากอดีตจนถึงปัจจุบันว่ามีการพัฒนาดีขึ้นหรือลดลงโดยสามารถอธิบายได้ว่า ถ้าหากค่าค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะมีค่าต่ำแสดงว่าประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในการผลิตของอุตสาหกรรมนั้นๆ มีค่าสูงขึ้นซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานมีค่าต่ำข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดวางนโยบายการใช้พลังงานในหน่วยงานทั้งในระยะสั้นและระยะยาวซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตรการรักษาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ซึ่งอาจครอบคลุมการปรับปรุงการผลิตการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าช่วยหรือการอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้องให้สามารถควบคุมจัดการการใช้ให้มีประสิทธิภาพ เป็นต้น หน่วยของค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะที่ใช้กันมีหลายอย่าง เช่นค่าของความร้อนเป็น เมกกะจูล (MJ) หรือ แคลลอรี่ (Cal) หรือเป็นค่าที่เปรียบเทียบเท่าน้ำมันดิบ (TOE) ต่อหนึ่งหน่วยผลิต เป็นต้น

ปัจจัยของค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะนั้นจะลดลงเมื่อโรงงานผลิตมากขึ้นเนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการผลิตมี 2 ส่วน คือ ส่วนที่แปรผันตามปริมาณการผลิต และส่วนที่คงที่ไม่ขึ้นกับผลผลิตเช่น ส่วนของสำนักงาน เป็นต้น เมื่อปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นการใช้พลังงานหารต่อหน่วยในส่วนนี้จะลด จึงทำให้ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะรวมลดลงนั่นคือในโรงงานเดียวกันยิ่งผลิตมากการใช้พลังงานจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละเดือนก็คือปริมาณผลผลิตแต่จะเห็นว่าแม้ในบางเดือนผลผลิตใกล้เคียงกันการใช้พลังงาน หรือ ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะก็มีความแตกต่างกันบ้างทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ เช่น ความยากง่ายของชิ้นงานในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันวัตถุดิบที่นำเข้ามาคุณภาพต่างกัน หรือ มีของเสียในเดือนนั้นมาก

หรือจำนวนวันหยุดมาก ฯลฯ ถ้าเราสามารถควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะก็จะค่อนข้างสม่ำเสมอ และอยู่ในค่าที่ต้องการ

ประโยชน์ของค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

ถ้าเรามีการเก็บข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละเดือนข้อมูลของเดือนใหม่ที่เข้ามาจะทำให้รู้ว่าเราใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือแย่ลงและถ้าแย่ลงคือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่เคยทำได้ก็จะต้องอธิบายหรือหาสาเหตุมาให้ได้ว่าความสิ้นเปลืองที่เกิดขึ้นเกิดจากอะไรบริษัทขนาดใหญ่หลายแห่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริษัทญี่ปุ่นจะกำหนดให้แต่ละหน่วยผลิตย่อย, แผนกมีเครื่องวัดการใช้พลังงานของตัวเองได้และคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของตัวเองเทียบกับชิ้นงาน หรือ OUTPUT ที่หน่วยงานนั้นทำได้ในแต่ละเดือนคือมีการเก็บข้อมูล SEC กันทุกระดับตั้งแต่ระดับแผนกจนถึงค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะรวมของบริษัททุกแผนกหน่วยงานจะต้องรายงานค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของตัวเองอย่างสม่ำเสมอ ในเดือนที่ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของบริษัทโด่งขึ้นมาก็จะดูรู้ว่าเกิดจากจุดไหนสิ่งที่ต้องทำไปพร้อมๆ กับการติดตามเฝ้าระวังค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะก็คือการตั้งเป้าหมาย หรือ Targeting จากข้อมูลในอดีตจะมีทั้งเดือนที่การใช้พลังงานดีและบางเดือนที่ไม่ดี หลายบริษัทใช้วิธีแบ่งเป็นเดือนที่ใช้พลังงานสูงกว่าค่าเฉลี่ย และพวกที่ใช้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยถ้าสนใจพวกที่ดีกว่าค่าเฉลี่ยแล้วหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มนี้ตั้งเป็นเป้าหมายของแต่ละหน่วยงานให้ปรับปรุงไปสู่ค่าเฉลี่ยของซีกที่ดีกว่าก็จะทำให้การใช้พลังงานของทั้งบริษัทปรับปรุงขึ้นด้วยจากการรวบรวมและวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานบางโรงงานสามารถบรรลุเป้าในการลดการใช้พลังงานต่อหน่วยลงได้ 3-5% โดยไม่ต้องลงทุนเปลี่ยนอุปกรณ์ได้เลย ทั้งนี้เพราะการใช้พลังงานเกิดจากองค์ประกอบ 2 ส่วน คือประสิทธิภาพเครื่องจักรอุปกรณ์และการใช้งาน

การคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน ค่านี้มีประโยชน์ที่จะช่วยบอกว่าโรงงานหนึ่งๆ ใช้พลังงานเฉลี่ยเท่าใดในการผลิตสินค้า 1 หน่วย การติดตามและควบคุ้มค่าค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของโรงงาน เป็นวิธีการจัดการการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ผลดีที่สุดวิธีหนึ่ง ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะหาได้โดยเอาพลังงานที่โรงงานใช้ในช่วงเวลาที่สนใจ ซึ่งมักจะเป็นเดือนหารด้วยผลผลิตในเดือนนี้สามารถคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของพลังงานไฟฟ้า (SECE) หรือ SEC ของพลังงานความร้อน (SECH) หรือ SEC ของการใช้พลังงานรวมขึ้นอยู่กับประเภทของพลังงานที่สนใจโดยทั่วไปเป็นค่าค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของการใช้พลังงานรวมทั้งหมดของพลังงาน

SECรวม = SECE+ SECH

ในกรณีที่หาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะรวมให้แปลงพลังงานไฟฟ้าในหน่วย kWh ให้เป็น MJ โดยคูณด้วย 3.6 และนำมารวมกับ MJ ของพลังงานความร้อน ซึ่งได้จากปริมาณเชื้อเพลิงคูณค่าความร้อนของเชื้อเพลิงนั้นๆ หน่วยพลังงานที่นิยมใช้ในการคำนวณค่า ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะมักจะเป็น MJ หรือ GJ ในขณะที่ปริมาณผลผลิตขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผลผลิต ที่นิยมใช้มักเป็นหน่วยน้ำหนัก เช่น ตัน เป็นต้นในกรณีที่โรงงานมีหลายผลผลิตและไม่มีเครื่องวัดการใช้พลังงานของแต่ละผลผลิตให้ตรวจสอบว่าการใช้พลังงานต่อหน่วยของผลผลิตได้สูงกว่าผลผลิตอื่นมากหรือไม่ถ้ามีเราสามารถคำนวณโดยใช้ผลผลิตนี้มาเป็นตัวแทนคิดเลขเพียงตัวเดียวก็ได้แต่ถ้าไม่มีความแตกต่างกันที่ชัดเจนประมาณว่าการใช้พลังงานของแต่ละผลผลิตใกล้เคียงกันและหน่วยนับผลผลิตเหมือนกันเช่นเป็นตันเหมือนกันอาจจะจับรวมกันเป็นปริมาณเดียวและคิดเลขก็ได้ในกรณีที่ผลผลิตหลายอย่างและหน่วยนับแตกต่างกันใช้พลังงานต่างกันการจับมารวมกันจะทำให้ค่า ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผิดความหมายไปให้คำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจากราคาผลผลิตรวมแทนโดยแทนที่จะใช้ปริมาณผลผลิตก็ใช้ราคาต่อหน่วยของแต่ละผลผลิต มาคิดหาราค่าสินค้ารวมที่ขายในเดือนนั้นและนำราคารวมนี้มาคิดค่า ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะราคาต่อหน่วยที่นำมาใช้คำนวณควรใช้ค่าเฉลี่ยกลางๆ และใช้ตัวเลขนี้คงที่ในทุกเดือนเพื่อไม่ให้ค่าค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเบี่ยงเบน

การคำนวณเกณฑ์การใช้พลังงานจำเพาะ

เกณฑ์การใช้พลังงานค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้แสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานเมื่อเทียบกับผลผลิตหรือการใช้ประโยชน์ของอาคารค่าเกณฑ์การใช้พลังงานทำให้รู้ถึงต้นทุนการใช้พลังงานในการใช้อาคารและเป็นข้อมูลการบริหารจัดการสำหรับใช้งานพื้นที่ของอาคารซึ่งในการวิเคราะห์หาค่าเกณฑ์ดังกล่าวจำเป็นต้องมีขั้นตอนในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานและลักษณะการใช้ประโยชน์ของอาคารเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าเกณฑ์การใช้พลังงานค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะที่เหมาะสมกับลักษณะของอาคารแต่ละประเภทการคำนวณเกณฑ์การใช้พลังงานค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะสามารถหาได้โดยนำค่าการใช้พลังงานที่โรงงานหรืออาคารใช้ในช่วงเวลาที่สนใจซึ่งมักจะคิดเป็นเดือนหารด้วยผลผลิต (กรณีโรงงาน) หรือการใช้ประโยชน์ของอาคารในเดือนนั้นๆ ดังสมการต่อไปนี้

$$SEC = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน}}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อหน่วย}}$$

การคำนวณเกณฑ์การใช้พลังงานสามารถคานวนในรูปของพลังงานไฟฟ้าหรือในรูปของพลังงานความร้อนหรือการใช้พลังงานรวมขึ้นอยู่กับประเภทของพลังงานที่จะนำเอามาคิดหรือต้องการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปใดโดยทั่วไปมักสนใจค่าเกณฑ์ของการใช้พลังงานรวม

ตัวอย่างการคิดค่าเกณฑ์ของการใช้พลังงานรวมเช่นโรงงานแห่งหนึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในเดือนหนึ่ง 1,000,000 หน่วย (kWh) และความร้อนที่ใช้ได้จากน้ำมันเตาปริมาณ 5,000 ลิตรต่อเดือนโดยกำหนดให้ค่าความร้อนของน้ำมันเตาเท่ากับ 39.77 MJ / Litre และผลิตสินค้า 1,000,000 kg สามารถคำนวณหาค่าเกณฑ์การใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้

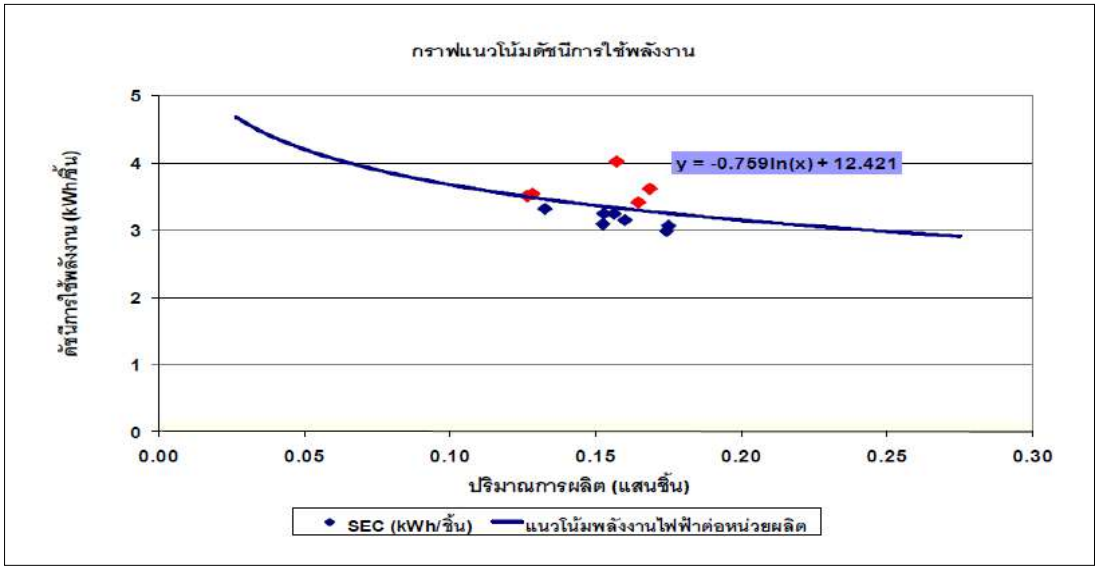
$$\text{เกณฑ์การใช้พลังงานไฟฟ้า} = \frac{1{,}000{,}000 \text{ kWh}}{1{,}000{,}000 \text{ kg}} = 1 \text{ kWh/kg}$$

$$\text{เกณฑ์การใช้พลังงานความร้อน} = \frac{5{,}000 \text{ Litre} \times 39.77 \text{ MJ/Litre}}{1{,}000{,}000 \text{ kg}} = 0.198 \text{ MJ / kg}$$

$$\text{เกณฑ์การใช้พลังงานรวม} = \frac{1{,}000{,}000 \text{ (kWh } 3.6 \text{ MJ/kWh)} + (5{,}000 \text{ Litre} \times 39.77 \text{ MJ/Litre})}{1{,}000{,}000 \text{ kg}} = 1.198 \text{ MJ/kg}$$

ในกรณีที่หาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะรวมหน่วยพลังงานที่นิยมใช้ในการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะมักจะเป็น MJ หรือ GJ ในขณะที่ปริมาณผลผลิตขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผลผลิตที่นิยมใช้มักเป็นหน่วยน้ำหนักเช่นตันเป็นต้นและในกรณีอาคารจะเทียบกับการใช้ประโยชน์ของอาคารซึ่งในที่นี้อาจหมายถึงขนาดของพื้นที่เช่าพื้นที่ดำเนินธุรกิจที่ใช้ประโยชน์หรือปริมาณของผู้ใช้บริการอาคารประเภทดังกล่าวเช่นอาคารโรงพยาบาลการหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจะเทียบกับจำนวนเตียงของคนไข้ที่ใช้บริการในเดือนนั้นๆ ในกรณีที่โรงงานมีหลายผลผลิตและไม่มีเครื่องวัดการใช้พลังงานของแต่ละผลผลิตให้ตรวจสอบว่าการใช้พลังงานต่อหน่วยของผลผลิตใดสูงกว่าผลผลิตอื่นมากหรือไม่ถ้ามีค่าสูงกว่ามากเราสามารถคำนวณโดยใช้ผลผลิตนั้นมาเป็นตัวแทนคิดเลขเพียงตัวเดียวก็ได้แต่ถ้าไม่มีความแตกต่างกันที่ชัดเจนประมาณว่าการใช้พลังงานของแต่ละผลผลิตใกล้เคียงกันและหน่วยนับผลผลิตเหมือนกันเช่นเป็นตันเหมือนกัน

อาจจะจับรวมกันเป็นปริมาณเดียวแล้วคิดเลขก็ได้ในกรณีที่ผลผลิตหลายอย่างและหน่วยนับแตกต่างกันใช้พลังงานต่างกันการจับมารวมกันจะทำให้ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผิดความหมายไปให้คำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจากราคาผลผลิตรวมแทนโดยแทนที่จะใช้ปริมาณผลผลิตก็ใช้ราคาต่อหน่วยของแต่ละผลผลิตมาคิดหาราคาสินค้ารวมที่ขายในเดือนนั้นและนำราคารวมนี้มาคิดค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ ราคาต่อหน่วยที่นำมาใช้คำนวณควรใช้ค่าเฉลี่ยกลางๆ และใช้ตัวเลขนี้คงที่ในทุกเดือนเพื่อไม่ให้ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของเราเบี่ยงเบนเนื่องจากราคาสินค้าในท้องตลาดในแต่ละเดือนปัจจัยที่มีผลกับค่าเกณฑ์การใช้พลังงานเมื่อเรานำค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละเดือนมาเขียนกราฟเทียบกับปริมาณผลผลิตของเดือนนั้นๆ จะได้กราฟแนวโน้มดัชนีการใช้พลังงานลักษณะดังตัวอย่างในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะและปริมาณผลผลิตในรอบ 12 เดือนของโรงงานแห่งหนึ่ง
(พศวีร์ ศรีโหมด, 2552, น. 8)

ถึงแม้ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละเดือนก็คือปริมาณผลผลิต แต่จะเห็นว่าในบางเดือนผลผลิตใกล้เคียงกัน การใช้พลังงานหรือค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะก็มีความแตกต่างกันบ้าง ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ เช่นความยากง่ายของชิ้นงานในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันวัตถุดิบที่นำเข้ามาคุณภาพต่างกันเชื้อเพลิงที่ใช้ความชื้นต่างกัน หรือ มีของเสียในเดือนนั้นมาก ฯลฯ ถ้าเราสามารถควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะก็จะค่อนข้างสม่ำเสมอ และอยู่ในค่าที่ต้องการถ้าเรามีการเก็บข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่

ละเดือนและเขียนกราฟไว้ข้อมูลของเดือนใหม่ที่เข้ามาจะทำให้รู้ว่าเราใช้พลังงานมีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือแย่ลงและถ้าแย่ลงคือมีค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะสูงกว่าเส้นเฉลี่ยที่เคยทำได้ก็จะต้องอธิบายหรือหาสาเหตุมาให้ได้ว่าความสิ้นเปลืองที่เกิดขึ้นเกิดจากตรงไหนการวิเคราะห์ค่าเกณฑ์การใช้พลังงานจะช่วยให้สามารถทราบว่าอาคารมีต้นทุนในการใช้พลังงานและมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดโดยสามารถนาค่าเกณฑ์การใช้พลังงานของอาคารของเราไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ของอาคารอื่นๆ ที่ทำธุรกิจประเภทเดียวกันซึ่งถ้าค่าเกณฑ์ของอาคารของเรามีค่าสูงกว่าก็จะทำให้ทราบได้ว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำซึ่งจำเป็นจะต้องทำการปรับปรุงและดำเนินแผนการจัดการพลังงานให้เหมาะสม

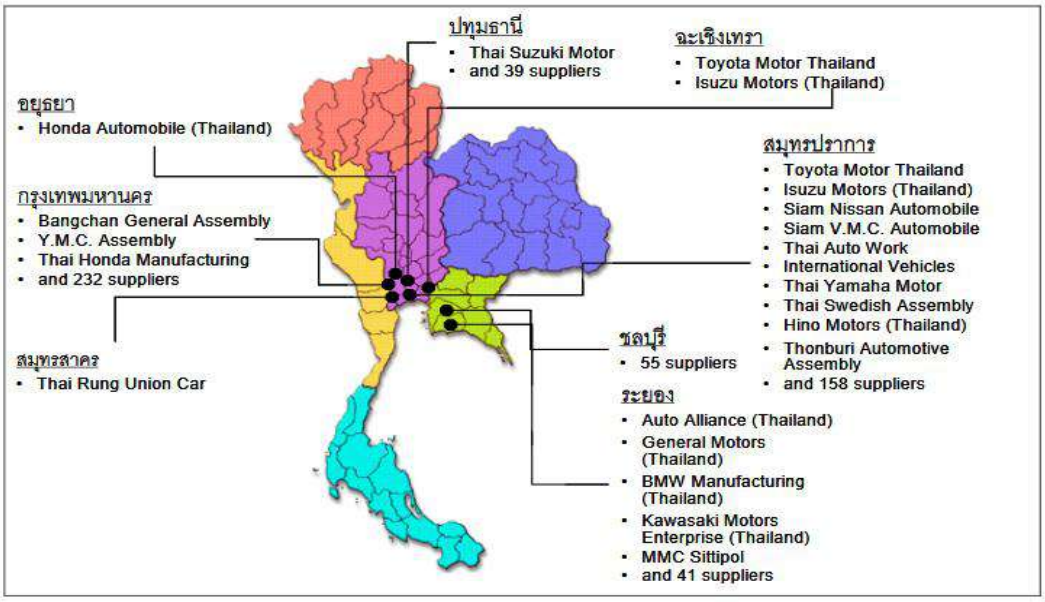
แนวคิดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

โดยทั่วไปแล้วของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของรถยนต์จะจัดอยู่ในระบบของลำดับขั้น (Tier)โดยผู้ประกอบรถยนต์เป็นผู้ออกแบบและประกอบรถยนต์ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 จะเป็นผู้ผลิตและส่งชิ้นส่วนโดยตรงให้แก่ผู้ประกอบรถยนต์ ส่วนผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 จะเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนเดี่ยวที่ง่ายต่อการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่ประกอบหนึ่งของของชิ้นส่วนที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 เป็นผู้ผลิต ส่วนผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 3 และ 4 นั้นจะเป็นผู้ส่งวัตถุดิบให้อีกทอดหนึ่งซึ่งอาจเป็นชิ้นส่วนที่สามารถใช้กับอุตสาหกรรมอื่นได้ด้วยแต่เมื่อพิจารณาสถานการณ์ของผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ไทยในขณะนี้แล้วพบว่าชิ้นส่วนและวัสดุที่ผลิตและส่งตรงให้แก่ผู้ประกอบยานยนต์มีตั้งแต่ชิ้นส่วนใหญ่ เช่น แชสซีส์ เป็นต้นชิ้นส่วนเดี่ยวซึ่งเป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วนใหญ่ได้แก่ชิ้นส่วนโลหะแผ่นปั๊มขึ้นรูป (Press parts) เป็นต้นจนถึงวัตถุดิบ เช่น แผ่นเหล็กเป็นต้นหรืออีกความหมายหนึ่งก็คือผู้ประกอบรถยนต์มีทั้งผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 12 3 หรือ 4 ที่ผลิตชิ้นส่วนและจัดหาวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการส่งให้ด้วยผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 (First tier suppliers หรือ Direct suppliers) ประกอบด้วยผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ผลิตชิ้นส่วนส่งให้ผู้ประกอบรถยนต์ (Original Equipment Manufacturer, OEM) โดยตรงผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 และ 3 (Second and Third tier suppliers หรือ Indirect suppliers) หรือกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบ (Raw material suppliers) เป็นผู้ทำหน้าที่ผลิตชิ้นส่วนส่งให้แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 และกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนรายย่อยที่รับจ้างผลิตชิ้นส่วนให้กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 อย่างไรก็ตามผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายมีการผลิตชิ้นส่วนหลายประเภท ผู้ผลิตรายหนึ่งอาจเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 สำหรับชิ้นส่วนประเภทหนึ่งแต่เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 หรือ 3 สำหรับชิ้นส่วนประเภทอื่นดังนั้นผู้ผลิตบางรายอาจเป็นทั้งผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 และผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 และ 3 ในเวลาเดียวกันนอกจากนี้ยังรวมถึงผู้ผลิตวัตถุดิบหรือจัดหาวัตถุดิบเพื่อขายวัตถุดิบให้แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วนระดับผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1

และผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 และ 3 จนถึงผู้ประกอบรถยนต์ ผู้ผลิตชิ้นส่วนตามกลุ่มการใช้งานของชิ้นส่วนได้ 8 กลุ่ม (สถาบันยานยนต์, 2545, น. 6) คือ

1. กลุ่มชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (Engine)
2. กลุ่มชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า (Electric Part)
3. กลุ่มชิ้นส่วนระบบถ่ายทอดกำลังและขับเคลื่อน (Transmission)
4. กลุ่มชิ้นส่วนระบบกันสะเทือนและเบรก (Break and Suspension)
5. กลุ่มชิ้นส่วนตัวถัง (Body)
6. กลุ่มตกแต่งภายใน (Interior)
7. กลุ่มแม่พิมพ์ (Mold and Die)
8. กลุ่มอื่นๆ รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มใน 7 กลุ่มแรกได้ เช่นชิ้นส่วนพลาสติก, น๊อต, ชิ้นส่วนยางแผ่นเหล็กเป็นต้น

ดังนั้นผู้ผลิตชิ้นส่วนไทยอาจมีบทบาทใหม่โดยแบ่งเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนหลัก (Components part industry) ผู้ผลิตชิ้นส่วนสนับสนุน (Supporting Industry) ผู้ผลิตวัตถุดิบ (Raw Materials Industry) ซึ่งอาจตรงกับโครงสร้างของอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยในปัจจุบันมากกว่า ผู้ผลิตชิ้นส่วนและโรงงานประกอบรถยนต์นั้นมีการกระจายตัวอยู่ในหลายจังหวัด (ไทยแลนด์ อินดัสตรี ดอทคอม, 2551, น. 8) ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 สถานที่ตั้งบริษัทผู้ประกอบยานยนต์และผู้ผลิตชิ้นส่วน

(Vanichseni Development of Automotive Industry Master Plan, 2545, P. 4)

บริษัทในกลุ่มเครือผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ชั้นนำของประเทศไทยก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2520 มีส่วนช่วยในการขับเคลื่อนภาคอุตสาหกรรมที่สำคัญของไทย มีฐานการผลิตครอบคลุมพื้นที่อุตสาหกรรมหลักที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ พระนครศรีอยุธยา, ปทุมธานี, กรุงเทพฯ ฉะเชิงเทรา, สมุทรปราการ,สมุทรสาคร, ชลบุรี,แหลมฉบัง, ระยอง, นครนายก และสมุทรปราการ รวมไปถึงฐานการผลิตในต่างประเทศได้แก่ จีน, อินเดีย, อินโดนีเซีย, ญี่ปุ่น, มาเลเซีย, อเมริกา, และเวียดนาม พร้อมทั้งขยายการลงทุนไปในธุรกิจประเภทอื่นอย่างต่อเนื่องในฐานะผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ แนวหน้าของประเทศไทย บริษัทในกลุ่มเครือผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้มุ่งมั่นพัฒนาคุณภาพด้านการผลิตและบริการ ด้วยการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพคุณภาพ อาทิ การผลิตชิ้นส่วนการขึ้นรูปชิ้นส่วนการประกอบชิ้นส่วนพลาสติกประเภทฉีดและเป่าอลูมิเนียมฉีดสายไฟรถยนต์ แชสซี (Chassis) แม่พิมพ์โลหะและพลาสติก อุปกรณ์จับประกอบชิ้นงานรวมถึงเครื่องจักรในงานสายการผลิตขั้นพื้นฐานทั้งนี้เพื่อให้ลูกค้ามั่นใจได้ว่าจะได้รับสินค้าที่ตรงกับความต้องการอย่างแท้จริงและมีประสิทธิภาพแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคตการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจึงได้กำหนดแผนการจัดการด้านไฟฟ้าโดยจำแนกกลุ่มการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยออกเป็นภาคอุตสาหกรรมประมาณร้อยละ 45 ภาคธุรกิจประมาณร้อยละ 30 ภาคที่อยู่อาศัยประมาณร้อยละ 25 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในโรงงานอุตสาหกรรมทุกโรงงานก็พยายามหาทางในการลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้าซึ่งสินค้าที่โรงงานอุตสาหกรรมผลิตออกมานั้นก็หลีกเลี่ยงไม่พ้นที่จำเป็นจะต้องใช้พลังงานด้านต่างๆ ในการผลิตสินค้าเช่นต้นทุนค่าไฟฟ้าค่าน้ำค่าน้ำมันค่าก๊าซและอื่นๆ บริษัทในกลุ่มเครือผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้มุ่งมั่นในการพัฒนาปรับปรุงศักยภาพการผลิต พร้อมทั้งยกระดับการบริหารงานขององค์กรให้อยู่ในระดับแนวหน้าของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยโดยใช้ทรัพยากรที่มีอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลรวมถึงการพัฒนาทางด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทำให้บริษัทสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสำหรับเป็นวัตถุดิบสำคัญในภาคอุตสาหกรรมยานยนต์อิเล็กทรอนิกส์ให้เติบโตไปอย่างมั่นคงตลอดระยะเวลากว่า 3 ทศวรรษ

ทั้งนี้เพื่อให้ลูกค้ามั่นใจได้ว่าจะได้รับสินค้าที่ตรงกับความต้องการอย่างแท้จริงซึ่งจะเห็นว่าต้นทุนแต่ละอย่างมีผลโดยตรงกับราคาสินค้าเพราะถ้าโรงงานอุตสาหกรรมสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายลงได้ก็จะทำให้สินค้ามีราคาถูกลงทำให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งในตลาดได้ ซึ่งนั่นหมายถึงโอกาสทางธุรกิจหรือทางด้านการตลาดส่งผลทำให้มีผลกำไรที่เพิ่มขึ้นด้วยในกระบวนการผลิตของบริษัทในกลุ่มเครือผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้นำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ประเภทชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ซึ่งถือว่าเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักในกระบวนการผลิตการบริหารจัดการด้านพลังงานหากมีการบริหารจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าอย่างมี

ประสิทธิภาพและช่วยกันประหยัดพลังงานไฟฟ้าแล้วจะส่งผลให้ต้นทุนด้านการผลิตลดลงและยังเป็นการช่วยชาติประหยัดพลังงานด้วย

กระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์โดยศึกษาแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในไลน์ผลิตและเครื่องจักรอุปกรณ์ผลิตโดยการสำรวจและวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต ขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน. Armature WM มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 จากสมมุติฐานข้างต้นแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าสรุปได้โดยสังเขปรายละเอียดกำลังผลิตไฟฟ้าแยกตามประเภทโรงไฟฟ้าจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าของโรงงานซึ่งมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าจำนวน 3 ตัว ซึ่งมีรายละเอียดเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้าดังแสดงตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายละเอียดเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

ลำดับ	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า	ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	อัตราการใช้ไฟฟ้า
1	893-002600	23059761	☐ ปกติ	ขนาด 630 kVA จำนวน 1 ตัว
			☐ TOD	ขนาด 500 kVA จำนวน 1 ตัว
			☑ TOU	ขนาด kVA จำนวน ตัว
			☐ ปกติ	ขนาด kVA จำนวน ตัว
			☐ TOD	ขนาด kVA จำนวน ตัว
			☐ TOU	ขนาด kVA จำนวน ตัว
		รวม		1130 kVA

ตารางที่ 7 ขนาดและชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนส่วนรถยนต์

ขนาดหม้อแปลง kVA	สัญลักษณ์	ชนิด (Oil Type; Dry Type)	แรงดัน (kV)
630	TR1	Oil Type	22
500	TR2	Oil Type	22

ที่มา : หม้อแปลงไฟฟ้าบริษัทผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

จากตารางที่ 6-7 รายละเอียดเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งในโรงงานผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบอุปกรณ์ส่งไฟฟ้ากำลังไปยังในส่วนของกระบวนการผลิตต่างๆ ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 หม้อแปลงไฟฟ้า

(หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์)

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องจักรของกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์แบบเลือกเฉพาะเจาะจงซึ่งมีทั้งหมด 3 เครื่องพบว่าการใช้พลังงานแบ่งออกเป็นสัดส่วนของการใช้พลังงานทั้งหมด 3 ผลิตภัณฑ์ และ 3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ไว้ในตารางและกราฟการใช้พลังงานเครื่องจักรผลิต 4 ล้อไว้ดังนี้

1. ขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

2. มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

3. มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

ส่วนประกอบของขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ผลิตมาเพื่อจะใช้ทำส่วนประกอบของมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 และมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 ขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

(ผลิตภัณฑ์ขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM บริษัทผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์)

จากภาพที่ 9 แสดงถึงรายละเอียดชิ้นส่วนส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ของบริษัทผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอท (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ละจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ

2. แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลานี้วางอยู่บนแบริ่ง (bearings) หรือตลับลูกปืนเพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่ง

3. แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งนำมาสร้างแรงบิด แกนเหล็กอาร์มาเจอร์คอมมิวเตเตอร์ขดลวดอาร์มาเจอร์แกนเพลา

4. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์มาเจอร์ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลาเป็นรูปกลมทรงกระบอกมีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่านเพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยังขดลวดอาร์มาเจอร์พื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก

มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

ส่วนประกอบมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ได้นำส่วนประกอบของขดลวด อาร์มาเจอร์ Armature WM ผลิตมาเพื่อจะใช้ทำผลิตภัณฑ์ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ปัดนำฝน มีดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

(ผลิตภัณฑ์มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 บริษัทผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์)

จากภาพที่ 10 ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 และส่วนประกอบ อุปกรณ์ชนิดต่างๆ ที่จะนำมารวมกันเป็นชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน บริษัทผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

1. สเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจร และยึดส่วนประกอบอื่นๆให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนา ม้วนเป็นรูปทรงกระบอกขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือแกนขั้วแม่เหล็กและขดลวดส่วนแรกแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์ นี้เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและ โรเตอร์

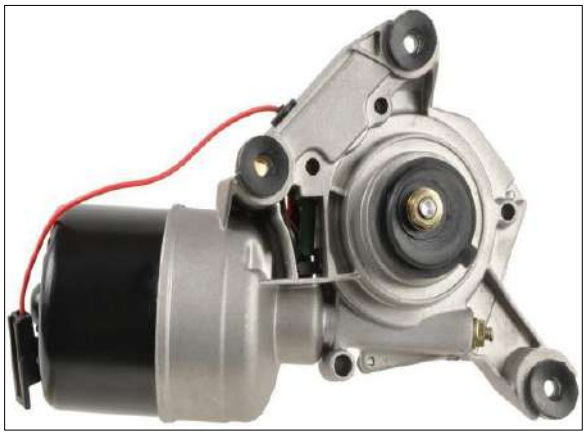
ใกล้ชิดกันมากที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็ก จากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุด แล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน (Torque) ส่วนที่สอง ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆ แกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของขดลวดอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

2. โรเตอร์ (Rotor) ตัวหมุนนี้ทำ ให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball - Bearing) ซึ่งประซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์

3. แปรงถ่าน (Carbon Brushes) ทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมพื้นผ้าในซองแปรงมีสปริงกดอยู่ด้านบนเพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแสและส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดอาร์มาเจอร์กับวงจรไฟฟ้าจากภายนอกคือถ้าเป็นมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอรร์ให้ลวดอาร์มาเจอร์เกิดแรงบิดทำ ให้มอเตอร์หมุน

มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ส่วนประกอบของมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 จะมีส่วนประกอบที่เหมือนกันกับมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 จะต่างที่รูปร่างที่มีขนาดเล็กกว่าเท่านั่นเอง ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

(ผลิตภัณฑ์มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 บริษัทผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์)

จากภาพที่ 10 ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 มีส่วนประกอบชนิดต่างๆ ที่จะนำมารวมกันเป็นชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝนลักษณะจะเหมือกันกับชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

ชิ้นส่วนอุปกรณ์ทุกอย่างเหมือนจะแตกต่างกันที่รูปทรงจะสั้นกว่าชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 เท่านั้นเอง ซึ่งรถยนต์ในแต่ละรุ่นจะใช้ขนาดไม่เท่ากันจะแตกต่างกันออกไป

ขั้นตอนการผลิตมอเตอร์ของชุดปัดน้ำ

ขั้นตอนการผลิตอุปกรณ์มอเตอร์ของชุดปัดน้ำฝนในรถยนต์จะเป็นลักษณะสายการผลิตแบบการประกอบโดยจะเริ่มจากการประกอบชุดเฟรมแล้วนำไปประกอบกับชุดแปรงถ่านจากนั้นนำชุดประกอบอาร์เมเจอร์ซึ่งจะมาจากมีอีกสายการผลิตมาประกอบเข้ากับชุดประกอบเฟรมนำเฟือง Armature WM มาใส่กับชุดประกอบเฟรมทำการปิดชุดประกอบเฟรมด้วยฝาปิดสุดท้ายนำชุดประกอบสเตเตอร์ (Stater) เข้ามาประกอบหลังจากที่ประกอบเป็นชุดมอเตอร์เสร็จแล้วจะทำการตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์โดยการตรวจสอบคุณลักษณะของมอเตอร์ด้วยเครื่องตรวจสอบเฉพาะของมอเตอร์ตรวจสอบระดับความเข้มเสียงของมอเตอร์โดยใช้เครื่องวัดระดับความเข้มเสียงเพื่อที่จะไม่ให้ระดับความเข้มเสียงมากกว่า 50 เดซิเบล และตรวจสอบลักษณะภายนอกของมอเตอร์ตามที่มาตรฐานได้กำหนดไว้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุชิต เผชิญสุขชนะโชค (2550) การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมรองเท้า กรณีศึกษาบริษัท เจเอเอส ฟุตแวร์ จำกัดเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานผลิตรองเท้า ซึ่งในปี 2549 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 111,600 kWh คิดเป็นค่าเงิน 204,00 บาท ในปีดังกล่าวนี้มีการผลิต 144,000 คู่ คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อรองเท้า 1 คู่ 0.5 kW ซึ่งคิดเป็นประมาณ 2% ของต้นทุนทั้งหมด ซึ่งกระบวนการผลิตของโรงงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ กระบวนการผสมกระบวนการฉีด และกระบวนการประกอบ สำหรับในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เน้นที่การศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน จากการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานอย่างละเอียดพบว่าสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงานมากคือ (1) ระบบแสงสว่าง (2) ระบบเครื่องจักรกลและ (3) ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ต่ำมีค่า 0.81 จึงได้เสนอมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งนำไปปฏิบัติโรงงานสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 23,976 kWh คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 47,592 บาท อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเป็น 0.1 kW ต่อการผลิตรองเท้าแตะ 1 คู่ โดยใช้เงินลงทุน 18,000 บาทถ้าคิดอายุโครงการ 5 ปี จะมีจุดคุ้มทุน (BEP) 5 เดือน และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) 21.8%

สุธน พิทักษ์ (2550) ได้ศึกษาการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษาตัวอย่างบริษัทอี พี อี แพคเกจจิ้ง (ประเทศไทย) จำกัดดำเนินการอนุรักษ์พลังงานเฉพาะพลังงานไฟฟ้าซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในส่วนของ Office สำนักงานและในส่วนที่ใช้ในกระบวนการผลิตซึ่งประกอบด้วยโรงงาน

ฉีดขึ้นรูปโฟม (Molding) ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการ 3 เดือน และ 6 เดือน โดยในมาตรการ การตรวจสอบบำรุงรักษาใช้เวลาในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า 3 เดือน และมาตรการ การปรับปรุงกระบวนการผลิต ใช้เวลาต่อเนื่องอีก 3 เดือน และหาค่าดัชนีพลังงานจำเพาะ (SEC) ว่าลดลงหลังจากดำเนินการใช้มาตรการการตรวจสอบบำรุงรักษาในเดือนที่3 และใช้มาตรการ การปรับปรุงกระบวนการผลิต ในเดือนที่ 6 ผลการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายใต้ 2 มาตรการ คือ มาตรการ การตรวจสอบบำรุงรักษา และมาตรการ การปรับปรุงกระบวนการผลิต ทำให้สามารถอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของ บริษัท อีพีอี แพคเกจจิ้ง (ประเทศไทย) จำกัด ทำให้ต้นทุนในการผลิตสินค้าต่อหน่วยลดต่ำลงสามารถแข่งขันในทางการตลาดได้และส่งผลให้มีกำไรเพิ่มขึ้นตลอดจนพนักงานมีความตระหนักถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

อมรรัตน์ แก้วประดับ (2546) ศึกษาหาแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทโลหะโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานจากผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานพบว่ามีลักษณะการใช้พลังงานใน 2 ส่วนด้วยกันคือ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน ส่วนแรกเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ ระบบแสงสว่าง (lighting system) 3.36% ระบบปรับอากาศ (air-conditioning system) 14.41% กระบวนการผลิต (process) 81.74% และอื่นๆ 0.48% พบว่าการใช้พลังงานสูงมากในกระบวนการผลิต ส่วนที่สองเป็นการใช้พลังงานความร้อนจากเตาหลอม จากการศึกษาและวิเคราะห์สมดุลพลังงานในเตาหลอมสามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของเตาหลอมได้เท่ากับ 25.46% จากผลการสำรวจการใช้พลังงานในโรงงานพบว่าสามารถวิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ได้จากการใช้พลังงานในอดีตมีค่าเฉลี่ย 38.97 GJ/Ton อลูมิเนียมซึ่งเป็นช่วงก่อนทำการศึกษา สำหรับในช่วงทำการศึกษา พบว่ามีค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ย 31.61 GJ/Ton อลูมิเนียม ซึ่งเป็นช่วงที่มีการแนะนำให้ดำเนินการด้านประหยัดพลังงานและทางโรงงานได้ดำเนินการแล้วบางส่วน และพบว่าสามารถหาค่า SEC ได้จากกระบวนการผลิตโดยทำการวิเคราะห์ค่า SEC จากกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์ทั้ง 7 ชนิด ดังนี้ Bush, Superload, T-55, Franfe KD, LG-7, LG-4 , Finnew ค่า SEC ที่ได้มีค่าดังนี้ Bush 27.02 GJ/Ton อลูมิเนียม, Superload 28.10 GJ/Ton อลูมิเนียม, T-55 28.92 GJ/Ton อลูมิเนียม, FranfeKD 29.42 GJ/Ton อลูมิเนียม , LG-7 32.67 GJ/Ton อลูมิเนียม, LG-4 34.97 GJ/Ton อลูมิเนียม, Finnew 48.50 GJ/Ton อลูมิเนียม แนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานนี้มีทั้งวิธีต้องลงทุนและไม่ต้องลงทุน จากผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานพบว่ามีศักยภาพในการประหยัดพลังงานทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน แนวทางการจัดการและประหยัดพลังงานที่ไม่ต้องลงทุนได้แก่ แนวทางการย้ายสถานที่ตั้งเครื่องอัดอากาศสามารถประหยัดพลังงานได้ 2,349 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 5,684.58 บาทต่อปี แนวทางการลด

แรงดันอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศ สามารถประหยัดพลังงานได้ 3,780 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 9,147.60 บาทต่อปี แนวทางการปรับความตึงสายพานมอเตอร์เครื่องอัดอากาศ สามารถประหยัดพลังงานได้ 2,502.58 kWh /ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 6,056.23 บาทต่อปี แนวทางการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสามารถประหยัดพลังงานได้ 95 kW/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 18,644.70 บาทต่อปี โดยพิจารณาลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจาก Load Curve นี้โดยพยายามรักษาระดับความต้องการไฟฟ้าสูงสุดโดยให้มีผลกระทบต่อการดำเนินการน้อยที่สุด สามารถประหยัดพลังงานได้ 6,832.63 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 16,534.97 บาทต่อปี โดยลงทุน 2,500 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 0.15 ปี และอัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 591.16 แนวทางการแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สามารถประหยัดพลังงานได้ 568.29 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 1,375.25 บาทต่อปี โดยลงทุนติดตั้งคาปาซิเตอร์ 12,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 8.73 ปี และอัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 12.53

พศวีร์ ศรีโหมด (2554) การศึกษาและดำเนินการจัดทำข้อมูลเกณฑ์การใช้พลังงานของอาคารเรียนต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยศรีปทุมจากการรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทาเกณฑ์การใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 2 แบบโดยใช้อาคารเรียนในมหาวิทยาลัยศรีปทุมทั้ง 3 อาคารเป็นกรณีศึกษาสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยเกณฑ์การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อจานวนผู้ใช้อาคาร (SEC1) ของอาคาร 5 มีค่าสูงกว่าอาคารอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ย 2.06 หน่วยต่อคน ส่วนอาคาร 1 มีค่าเฉลี่ยที่ 1.22 หน่วยต่อคน และอาคาร 9 มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันกับอาคาร 1 เท่ากับ 1.18 หน่วยต่อคน และค่าเฉลี่ยเกณฑ์การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ปรับอากาศที่ใช้งานจริง (SEC2) ของอาคาร 5 มีค่าสูงกว่าอาคารอื่นๆ โดยมีเฉลี่ย 1.20 หน่วยต่อตรม ส่วนอาคาร 1 มีค่าเฉลี่ยที่ 0.86 หน่วยต่อตรม และอาคาร 9 มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันกับอาคาร 1 เท่ากับ 0.78 หน่วยต่อตรม ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าในการเปิดใช้งานอาคาร 5 จะมีค่าสูงกว่าอาคารเรียนอื่นๆโดยดำเนินการศึกษาในอาคารเรียนจำนวน 3 อาคารคือ อาคาร ดร.สุข พุคยาภรณ์ (อาคาร 1) อาคาร 30 ปีศรีปทุม (อาคาร 9) และอาคารสยามบรมราชกุมารี (อาคาร 5) และจัดทำข้อมูลเกณฑ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารได้ 2 รูปแบบ คือ 1. เกณฑ์การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อจำนวนผู้ใช้อาคารและ 2. เกณฑ์การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ปรับอากาศที่ใช้งานจริง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าเกณฑ์การใช้พลังงานของอาคาร 5 มีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า อาคาร 1 และอาคาร 9 ทั้ง 2 แบบ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าอาคาร 5 มีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าสูงกว่าอาคารเรียนอื่นๆ ซึ่งจากข้อมูลเกณฑ์การใช้พลังงานที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการต้นทุนการใช้พลังงานและการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยในอนาคตต่อไป

พงศ์พัฒน์ มั่งคั่ง (2537) กล่าวถึงหลักเกณฑ์พื้นฐานสำคัญ 2 ประการ ที่ช่วยให้เกิดการใช้พลังงานจากทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพคือ

1. เปลี่ยนแปลงเทคนิคการผลิตเพื่อให้มีการใช้พลังงานที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมน้อยลงเช่น เครื่องมือควบคุมพิษจากรถยนต์ใช้พลังงานอื่นที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมน้อยลง

2. ลดปริมาณการใช้พลังงานเช่นใช้รถยนต์เท่าที่จำเป็นใช้รถสาธารณะและประหยัดการใช้น้ำการใช้ไฟฟ้า

บุตรบำรุง ธรรมโชติ (2541) การประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชณ์กรณีศึกษาอาคารพหลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารพหลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย เพื่อนำเสนอวิธีการประหยัดพลังงานฟ้าที่เป็นไปได้และนำผลที่ได้จากงานวิจัยไปใช้จริงโดยทำการประเมินผลการประหยัดพลังงานของอาคารใน 2 ระบบ คือ ระบบไฟฟ้าและระบบปรับอากาศ ขั้นตอนของการศึกษาวิจัยได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงจากอาคารจริงแล้วนำมาประเมินผลหาแนวทางที่จะปรับปรุงระบบต่อไปและหลังจากที่ได้มีการปรับปรุงระบบไปแล้วก็ได้มีการเก็บข้อมูลอีกครั้ง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้ประมาณการไปในตอนแรกหลังจากที่มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งในระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอื่นๆ ภายในอาคารเพื่อศึกษาหาแนวทางในการผลของการดำเนินการประหยัดพลังงานตาม 6 แนวทาง ด้านบนเมื่อใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เก็บจริงเป็นข้อมูลพบว่าทั้ง 6 แนวทาง ก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่ากระแสไฟฟ้าก่อนปรับปรุงมีค่าโดยเฉลี่ย 2,814,996 บาทต่อเดือน เมื่อปรับปรุงตาม 6 แนวทาง ด้านบนแล้วค่ากระแสไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 2,630,686 บาทต่อเดือน หรือลงลงประมาณ 184,310 บาทต่อเดือน ซึ่งประมาณ 6.5%

อุมาพร อนุรักษ์ปรีดา, สุวรรณา ภู่พิมาย (2542) ได้ทำการวิจัยศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าและเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมโรงงานอุตสาหกรรมผลิตจักรเย็บผ้าไฟฟ้า ซึ่งยังไม่มีการวางแผนการจัดการด้านพลังงานดังนั้นจึงเกิดการสูญเสียพลังงานในระบบต่างๆ ในโรงงานโดยไม่จำเป็นหลังจากนำข้อมูลมาศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนภายใน ได้เสนอแนวทางให้กับทางโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าว

สุรพล ราษฎรนุ้ย (2545) ได้ทำการวิจัยศึกษาการวิเคราะห์สารหล่อลื่นใช้แล้วเพื่อประเมินสภาพรองลื่นในโรงงานอุตสาหกรรม ไว้ดังนี้ 1. เสาะหาแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายจากการซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์แบบฉุกเฉิน (Breakdown Maintenance: BM) และการบำรุงรักษาเชิง

ป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) 2. พัฒนาแนวทางใหม่ในการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์สำหรับรองลื่นอุตสาหกรรม 3. ประเมินสภาพรองลื่นสำงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) การวิเคราะห์สารหล่อลื่นใช้แล้วเพื่อประเมินสภาพรองลื่น 1. เสาะหาแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายจากการซ่อมบำรุง เครื่องจักรและอุปกรณ์แบบฉุกเฉิน (Break down Maintenance: BM) และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) 2. พัฒนาแนวทางใหม่ในการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์สำหรับรองลื่นอุตสาหกรรม 3. ประเมินสภาพรองลื่นหลังทำการหล่อลื่นแล้ว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ นำผลการศึกษาที่ได้มาหาแนวทางที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ เริ่มต้นด้วยการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตโดยการตรวจวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้าและจดบันทึกค่าเพื่อที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลที่หาได้รวมถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรในการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของกระบวนการในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเพื่อวิเคราะห์แนวทางในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการดำเนินการซึ่งผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

ข้อมูลที่ได้จากเอกสารต่างๆ ในการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ เก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (Load Profile) บันทึกข้อมูล

2. ศึกษาดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

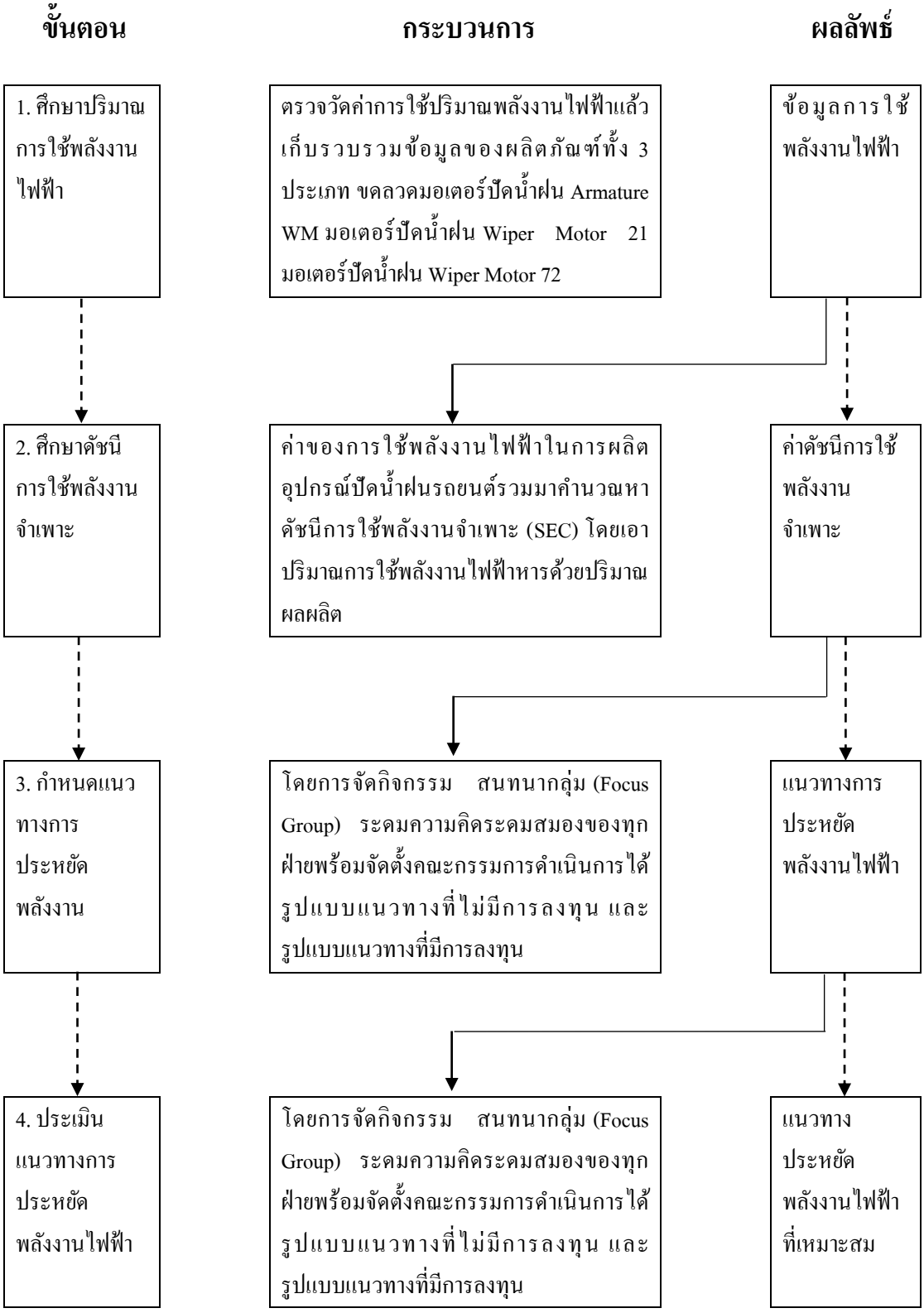
ผลจากการสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ที่ใช้ ณ เวลาเดียวกัน ชั่วโมง วัน เดือน ปี มาหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละผลิตภัณฑ์

3. กำหนดแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ขั้นตอนออกแบบแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ จากการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่มตั้งคณะกรรมการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขในส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้โหลดเยอะเกินความจำเป็นจึงได้ออกแบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในรูปแบบแนวทางที่ไม่มีการลงทุน และรูปแบบแนวทางที่มีการลงทุน

4. ประเมินแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

นำผลที่ได้จาการดำเนินการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามาวิเคราะห์เพื่อประเมินความเหมาะสมหาข้อสรุปตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยที่กำหนดไว้



ภาพที่ 12 กระบวนการดำเนินการวิจัย

การศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าประชากรในการวิจัยคือเครื่องจักรหลักในส่วนปฏิบัติงานสายการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ โดยพิจารณาจากข้อมูลการตรวจสอบในส่วนงานที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณสูง และวิเคราะห์พลังงานเบื้องต้นในแต่ละลักษณะจะมีวิธีเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบข้อมูลจะต่างกันด้วย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วนคือ

1. ข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ ได้แก่ ใบเสร็จค่าไฟฟ้า ตารางแผนผังกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ และการจดบันทึกประจำวันการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละปี นำไปใช้ในการทำบัญชีพลังงานของแต่ละเครื่องจักรในสายการผลิตเพื่อประเมินศักยภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า

2. ข้อมูลจากการสำรวจ ในปริมานการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้และอุปกรณ์ที่สำคัญของเครื่องจักรหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ ซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือวัดในการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันไป เช่น ค่าแรงดันไฟฟ้า (V) ค่ากำลังไฟฟ้า (kW) ค่ากระแสไฟฟ้า (A) ช่วงเวลาในการทำงานของเครื่องจักร (hr.) ของส่วนปฏิบัติงานทั้งหมด 3 ผลิตภัณฑ์ ในสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ มีดังนี้

1. กระบวนการผลิตขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM
2. กระบวนการผลิตมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21
3. กระบวนการผลิตมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สำรวจตรวจสอบการปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเริ่มต้นด้วยการศึกษาแผนผังวงจรอุปกรณ์ซึ่งใช้รับ-จ่าย แผงควบคุมไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงในสายการผลิต

2. เก็บข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า รายการอุปกรณ์เครื่องจักร คู่มือเครื่องจักร รวมทั้งสถิติต่างๆ โดยแยกตามชนิดของการใช้งานเพื่อนำไปใช้ในการทำบัญชีพลังงานการใช้ไฟฟ้า

3. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยการคำนวณจากตัวประกอบโหลดต่างๆ ซึ่งใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในการวัดค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต

เครื่องที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบบันทึกที่ใช้สำรวจรายการเครื่องจักรอุปกรณ์หลักในกระบวนการผลิตซึ่งจะประกอบด้วยส่วนของรายการเครื่องจักรและส่วนพิกัดของเครื่อง

2. แบบบันทึกหน่วยข้อมูลของแต่ละกระบวนการทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ในการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปี

3. แบบบันทึกการตรวจวัดส่วนของค่าตัวประกอบโหลดในการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

4. เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดทางไฟฟ้า

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รวบรวมจำนวนวันในการทำงาน และชั่วโมงการทำงาน จำนวนพนักงานต่อไลน์ผลิต แล้วมาวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณการการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมดต่อปี

2. นำข้อมูลจากการรวบรวมปริมาณค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนผลิตทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ นำมาประเมินค่าสถิติถึงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า

ศึกษาดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

โดยศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนนำผลจากการสำรวจข้อมูลมาประเมินและวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจากการใช้พลังงานของโหลดที่ใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์มีดังนี้

ขั้นตอนการหาค่าดัชนีกรใช้พลังงานจำเพาะ

1. แยกสัดส่วนระหว่างพลังงานที่ใช้ต่อผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบที่ใช้ ณ เวลาเดียวกัน ชั่วโมง วัน เดือน ปี จากการหาค่าพลังงานไฟฟ้าเพื่อหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละผลิตภัณฑ์

2. เอาพลังงานที่ใช้ในช่วงเวลาที่สนใจซึ่งมักจะเป็นเดือนหารด้วยผลผลิตในเดือนนี้มาคำนวณหาค่าดัชนีพลังงานจำเพาะของการใช้พลังงานรวมขึ้นอยู่กับประเภทของพลังงานที่เอามาคิด โดยทั่วไปจะเป็นค่าของการใช้พลังงานรวม การคำนวณหาค่าปริมาณการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption) ใช้ สมการดังนี้

$$SEC = \frac{\text{Energy}}{\text{Product}}$$

SEC แทน ค่าพลังงานจำเพาะ (กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ต่อ กิโลกรัม)

Energy แทน พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ - ชั่วโมง)

Product แทน ผลผลิต (กิโลกรัม-ชิ้น)

3. การคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะหาได้จากปริมาณการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่สนใจ (รายปี) หารด้วยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน การคำนวณ ของพลังงานไฟฟ้า หรือของพลังงานความร้อน ตัวอย่างการคิดค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตเท่ากับ

SEC = ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ - ชั่วโมง) × 3.6 (เมกะจูล/กิโลวัตต์ - ชั่วโมง) + ปริมาณพลังงานความร้อน (เมกะจูล) / ปริมาณผลผลิต (หน่วย)

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ตารางเก็บรวบรวมทึกข้อมูลการคำนวณหาค่าปริมาณการใช้พลังงานจำเพาะ
2. ตารางแผนผังการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์
3. ตารางปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิต

การวิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

1. วิเคราะห์หาสภาพการใช้พลังงานโดยรวมของอุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต
2. ประเมินปริมาณพลังงานไฟฟ้าแปรผันตามปริมาณการผลิตที่
3. ประเมินปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในรอบวันจนถึงรอบปี
4. วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า

กำหนดแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

จากการเก็บรวบข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ต่อหน่วยผลผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์นำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยเทคนิควิธีการจัดการในด้านต่างๆ และมีการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบโดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group) จากการสัมภาษณ์กลุ่ม (Group Interview) การระดมความคิดในแต่ละหน่วยงานเพื่อที่จะหาแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเลือกใช้วิธีอย่างเหมาะสมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยการประชุมจัดตั้งคณะทำงานเกี่ยวกับการประหยัดใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อเลือกวิธีที่จะลดการ

สูญเสียพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยมีรูปแบบแนวทางดังต่อไปนี้

1. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน

1.1 แนวทางปรับลดแรงดันแนวทางปรับลดแรงดันหม้อแปลง 630 kVA ของไลน์ผลิตของชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 และ มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 เนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต ไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับงานจึงทำการปรับแรงดันไฟฟ้าและปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) และสำรวจจำนวนชนิดและพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA) เกี่ยวกับงานที่ใช้ไม่ให้แรงดันไฟฟ้าในระดับที่สูงเกินพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.2 แนวทางปรับลดแรงดันแนวทางปรับลดแรงดันหม้อแปลง 500 kVA ของไลน์ผลิตของชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM เนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต ไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับงานจึงทำการปรับแรงดันไฟฟ้าและปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) และสำรวจจำนวนชนิดและพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA) เกี่ยวกับงานที่ใช้ไม่ให้แรงดันไฟฟ้าในระดับที่สูงเกินพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3 การปรับตั้งลดค่าแรงดันของปั๊มลมที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การสำรวจระบบอัดอากาศ ปั๊มลม (Air Compressor) สำรวจปริมาณที่ใช้งานแรงดันลมให้เหมาะสม บันทึกรายในการใช้งานการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาเดินเครื่องโดยการปรับลดแรงดันให้เหมาะให้เหมาะสมจากของเดิม 8 บาร์ ตั้งไว้ที่ 6.5 บาร์

2. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่มีการลงทุน

2.1 แนวทางการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์สายพานลำเลียงเพื่อทำการปรับรอบให้เหมาะสมกับปริมาณในการใช้งาน

การวิเคราะห์แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

1. จัดลำดับความสำคัญของการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละจุด

2. เลือกทำการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในจุดที่มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากและเป็นจุดที่ไม่มีระบบย่อยๆ มาก

3. หลังจากเลือกจุดที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้แล้วเลือกสาเหตุที่จะแก้ไขเพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า

4. ประเมินปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่จะประหยัดได้หลังจากการแก้ไขแต่ละสาเหตุแล้ว

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ในแต่ละปีเพื่อเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการตัดสินใจในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยเลือกเอาวิธีแก้ที่สามารถให้ผลตอบแทนได้เร็วที่สุดหรือให้ผลตอบแทนได้มากที่สุด

6. วิเคราะห์ประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าในจุดที่มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

ประเมินแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ผลที่ได้จากการนำแนวทางไปปฏิบัติปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ใช้กับมาตรฐานหรือเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ควรจะใช้ซึ่งได้จากการคำนวณทางสถิติหาค่าเฉลี่ยมาทำเป็นแผนภูมิการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วย ก่อนที่จะนำแนวทางไปปฏิบัติแล้วเปรียบเทียบผลก่อนและหลังในระหว่างปี 2559 และ 2560 แล้ววิเคราะห์ข้อมูลผลที่จะได้นำเสนอแนวทางต่อผู้บริหารระดับสูงตรวจสอบและพิจารณาที่จะนำมาใช้ปฏิบัติ

เครื่องมือในการประเมิน

1. แผนภูมิปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอด 1 รอบ ของเวลาที่ใช้เครื่องจักรแต่ละเครื่อง
2. แผนภูมิปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์
3. แผนภูมิปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตภัณฑ์ได้รับ
4. แผนภูมิปริมาณดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของแต่ละเครื่องจักรหลักในแต่ละผลิตภัณฑ์ ก่อนและหลัง จากนำรูปแบบแนวทางไปปฏิบัติ
5. โปรแกรมสำเร็จรูป

ขั้นตอนในการประเมินแนวทาง

ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลจากผลที่ได้ มาตรวจสอบจำนวนความสมบูรณ์จากนั้นจึงจัดแยกกลุ่มแยกประเภทและประมวลผลข้อมูลตามความเหมาะสมโดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานเพื่ออธิบายผลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องจักรแต่ละประเภทโดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage)
2. วิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานเพื่อกำหนดรูปแบบแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องจักรแต่ละประเภทโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean)
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ก่อนและหลัง เพื่อโดยใช้ค่า (t-test)

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินแนวทาง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของตัวแปรสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันโดยใช้สูตรหาค่าที (t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531, น. 173)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่พิจารณาใน t–distribution

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

$s_1^2, \ s_2^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

$n_1, \ n_2$ แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

ในการแปลความหมายการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

$\bar{X}$	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ยหรือค่าเฉลี่ย (Mean)
SD	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
t	หมายถึง	ค่าทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม ค่าสถิติ (t-test)
t–test	หมายถึง	ค่าที่พิจารณาใน t–distribution
n	หมายถึง	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด
N	หมายถึง	จำนวนประชากรทั้งหมด
Sig.	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่คำนวณได้
*	หมายถึง	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
**	หมายถึง	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์จากเอกสารและการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้านำผลที่สำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปี 2559 ที่ผ่านมาทำการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตต่อหน่วยและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบมาหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเพื่อหาแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในการลดต้นทุนรายจ่ายในด้านพลังงานไฟฟ้า จากข้อมูลดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

ผลการสำรวจข้อมูลเวลาการทำงานในโรงงานของบริษัทผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์นิคมอุตสาหกรรมท่าเรือแหลมฉบัง จ.ชลบุรี มีการแบ่งสัดส่วนแผนผังข้อมูลการใช้ไฟฟ้าไว้ดังนี้

ส่วนสำนักงาน	จำนวนชั่วโมงการทำงาน	8.5	ชั่วโมง/วัน
	จำนวนวันในการทำงาน	251	วัน/ปี
	รวมจำนวนชั่วโมงการทำงาน	8.5	ชั่วโมง/วัน
ส่วนของโรงงาน	จำนวนชั่วโมงการทำงาน	17	ชั่วโมง/วัน
	จำนวนวันในการทำงาน	251	วัน/ปี
	รวมจำนวนชั่วโมงการทำงาน	4,267	ชั่วโมง/วัน
ในด้านค่าพลังงาน			
	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน 1,300,000 บาท		
ในด้านกระบวนการผลิต			
	พนักงานต่อไลน์ผลิต	42	คน
	มีพนักงานทั้งหมด	824	คน
	เวลาในการทำงาน	8	ชั่วโมง 08.00-17.30
	โอที	2	ชั่วโมง 18.00-20.00
	ทำงาน 2 กะ เช้า - ดึก		

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลปริมาณเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในสายการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ 4 ล้อ แบบเลือกเฉพาะเจาะจงซึ่งมีทั้งหมด 3 ผลิตภัณฑ์ แบ่งออกเป็นสัดส่วนในแต่ละกระบวนการผลิตไว้ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM
2. กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21
3. กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ตรวจวัดหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการผลิตจนสิ้นสุดกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ และจดบันทึกค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่วัดได้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

ขั้นตอนในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM เริ่มต้นกระบวนการตั้งแต่ Core Unit pressing ไปจนสิ้นสุดกระบวนการของขั้นตอนสุดท้าย Balancing Adjust การออกมาเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์ โดยตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

กระบวนการผลิต	เครื่องจักร	กำลังไฟฟ้า
Core Unit pressing	M-142	1.73 kW
Coating	M-175	55.94 kW
Commutator Pressing	M-243	1.73 kW
Coil Winding	M-275,144	1.53 kW
Pusing	M-145	1.38 kW
Commutator Cutting	M-148	6.93 kW
Armature Checker	M-150	1.04 kW
Balancing	M-149	5.2 kW
Ball Bearing Press	M-048	0.07 kW
Finish		รวม 75.55 kW

จากตารางที่ 8 อธิบายให้เห็นถึงขั้นตอนในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ ดังต่อไปนี้ประกอบ Core เข้ากับแท่ง Shaft ด้วยเครื่อง M-142 แล้วอบ Coating ด้วยเครื่อง M-175 ประกอบ Commutator เข้ากับ Core Unit ด้วยเครื่อง M-143 พันลวดทองแดงด้วยเครื่อง M-144, 275 ย้ำลวดเข้ากับ Commutator ด้วยเครื่อง M-145 กลึงฉนวนที่หุ้ม Commutator ออกให้นำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Commutator Cutting M-148 ตรวจเช็คค่าทางไฟฟ้าของ Armature ด้วยเครื่อง Armature Checker M-150 ทดสอบความสมดุลของตัว Armature ด้วยเครื่อง Balancing M-149 ประกอบ Ball Bearing ด้วยเครื่อง M-048 สิ้นสุดกระบวนการ

จากแผนผังในกระบวนการผลิตโดยรวมทุกขั้นตอนของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมีการประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ดังต่อไปนี้

ใช้งานปีละ 251 วัน วันละ 17 ชั่วโมง (กะเช้า + กะดึก) ชั่วโมงรวมต่อปี 4,267 ชม /ปี

พลังงานไฟฟ้าโดยรวม = 75.55 kW

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = $75.55 \times 17 \times 251$ kW/ปี

จะมีช่วงหยุดเครื่องเพื่อเปลี่ยนชิ้นงาน ในช่วง Preventive Maintenance (PM) ประจำเดือน ดังนั้นเวลาที่ใช้งานจริงประมาณร้อยละ 68 % ของเวลาที่ใช้ทั้งหมด

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อปี = $75.55 \times 17 \times 251 \times 0.68$ kW/ปี

= 219,212 kW/ปี

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

ขั้นตอนในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 เริ่มต้นกระบวนการตั้งแต่ หยอดจาระบี 1 ไปจนสิ้นสุดกระบวนขั้นตอนสุดท้าย Manual Check การออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ โดยตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

กระบวนการผลิต	เครื่องจักร	กำลังไฟฟ้า
หยอดจาระบี 1	M-142	1.73 kW
หยอดจาระบี 2	M-175	1.73 kW
Terminal Clinching	M-243	0.95 kW
หยอดกาวร้อน	M-275,144	3.46 kW
ยึดสกรู M5	M-145	0.44 kW

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กระบวนการผลิต	เครื่องจักร	กำลังไฟฟ้า
Magnetizing	M-046	2.17 kW
หยอดจาระบี	M-175	0.5 kW
Leak Test	M-209	1.1 kW
Adjusting Thrust Screw	M-168	1.73 kW
Manual Check	M-170	1.73 kW
Finish		รวม 15.54 kW

จากตารางที่ 9 อธิบายให้เห็นถึงขั้นตอนในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ตั้งแต่เริ่มต้นด้วยหยอดจาระบี 1 และ 2 ด้วยเครื่อง M-142 และ M-175 ประกอบ Terminal ด้วยเครื่อง M-243 แล้วหยอดกาวร้อนด้วยเครื่อง M-275,144 ยึดกรู M5 ด้วยเครื่อง M-145 แล้วทำให้เป็นแม่เหล็กด้วยเครื่อง Magnetizing M-046 หยอดจาระบีแท่ง Shaft ที่เครื่อง M-175 เช็คการรั่วที่เครื่อง M-209 ปรับค่าทางไฟฟ้าด้วยเครื่อง M-168 Manual Check ที่เครื่อง M-170 สิ้นสุดกระบวนการ

จากแผนผังในกระบวนการผลิตโดยรวมทุกขั้นตอนของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ในจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมีการประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ดังต่อไปนี้

ใช้งานปีละ 251 วัน วันละ 17 ชั่วโมง (กะเช้า + กะดึก) ชั่วโมงรวมต่อปี 4,267 ชม/ปี

พลังงานไฟฟ้าโดยรวม = 15.54 kW

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = $15.54 \times 17 \times 251$ kW/ปี

จะมีช่วงหยุดเครื่องเพื่อเปลี่ยนชิ้นงานในช่วง Preventive Maintenance (PM) ประจำเดือน ดังนั้นเวลาที่ใช้งานจริงประมาณร้อยละ 68% ของเวลาที่ใช้ทั้งหมด

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อปี = $15.54 \times 17 \times 251 \times 0.68$ kW/ปี

= 45,090 kW/ปี

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ขั้นตอนในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 เริ่มต้นกระบวนการตั้งแต่ Plan Metal Press ไปจนสิ้นสุดกระบวนขั้นตอนสุดท้าย Press Pipe การออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ โดยตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสายการผลิตชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

กระบวนการผลิต	เครื่องจักร	กำลังไฟฟ้า
Plan Metal Press	M-238	0.37 kW
Shaft Pininon Press	M-235	0.37 kW
Ball Press	M-234	0.44 kW
หยอดจาระบี 1	M-095	0.37 kW
หยอดจาระบี 2	M-217	0.4 kW
หยอดกาว Yoke	M-265	2.7 kW
Tightening Screw	M-355	2.46 kW
Magnetizing	M-266	3.46 kW
Load Characteristic	M-047	0.08 kW
Manual Check	M-104	0.05 kW
Press Cap	M-295	2.2 kW
Press Pipe	M-218	1.73 kW
เช็คองศา	M-172	3.3 kW
หยอดจาระบี 3	M-201	0.68 kW
Movement	M-257	0.37 kW
Finish		รวม 18.96 kW

จากตารางที่ 10 อธิบายให้เห็นถึงขั้นตอนในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ตั้งแต่เริ่มต้น Press บูชชิ่งเข้ากับ Frame ด้วยเครื่อง Plan Metal Press M-238 และ Press แท่ง Shaft เข้ากับ Frame ด้วยเครื่อง Shaft Pininon Press M-235 Press บอล เข้ากับ Frame ด้วยเครื่อง M-234 หยอดจาระบี PIN ที่เครื่อง M-095 และหยอดจาระบี Pinion ที่เครื่อง M-217 หยอดกาว Yoke ที่เครื่อง M-265 และไขสกรูที่เครื่อง M-355 ทำแม่เหล็กที่เครื่อง M-266 และตรวจเช็คค่าทางไฟฟ้าที่เครื่อง M-047 Manual Check ที่เครื่อง M-104 ประกอบยางหุ้ม Shaft ที่เครื่อง M-295 ประกอบ Pipe ให้ล็อคกับ Bracket ที่เครื่อง M-218 ตรวจเช็คองศาการหมุนที่เครื่อง M-172 และหยอดจาระบีที่เครื่อง M-201 ตรวจเช็คลักษณะการเคลื่อนที่ของ Wiper Motor ด้วยเครื่อง M-257 สิ้นสุดกระบวนการ

จากแผนผังในกระบวนการผลิตโดยรวมทุกขั้นตอนของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ในจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมีการประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ดังต่อไปนี้

ใช้งานปีละ 251 วัน วันละ 17 ชั่วโมง (กะเช้า + กะดึก) ชั่วโมงรวมต่อปี 4,267 ชม /ปี

กำลังงานไฟฟ้าโดยรวม = 18.96 kW

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = $18.96 \times 17 \times 251$ kW/ปี

จะมีช่วงหยุดเครื่องเพื่อเปลี่ยนชิ้นงานในช่วง Preventive Maintenance (PM) ประจำเดือน ดังนั้นเวลาที่ใช้งานจริงประมาณร้อยละ 68% ของเวลาที่ใช้ทั้งหมด

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อปี = $18.9 \times 17 \times 251 \times 0.68$ kW/ปี

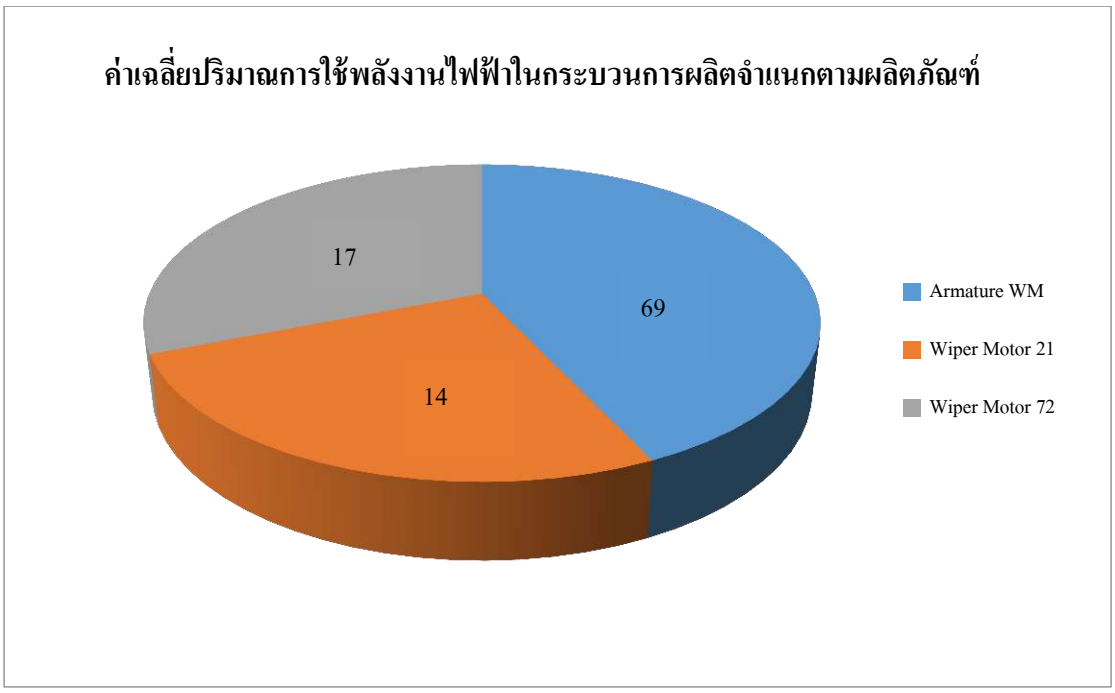
= 55,013 kW/ปี

ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์

ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่จำแนกตามผลิตภัณฑ์จากแผนผังในกระบวนการผลิตโดยรวมทุกขั้นตอนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์แบ่งออกเป็นสัดส่วนในแต่ละกระบวนการผลิตทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ มาหาค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม (กิโลวัตต์ ต่อปี)	ร้อยละ
Armature WM	219,212	69
Wiper Motor 21	45,090	14
Wiper Motor 72	55,013	17
รวม	319,3155	100



ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 11 และภาพที่ 13 แสดงถึงปริมาณค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตรวม ของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 219,212 กิโลวัตต์ ต่อปี คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 69 ลองลงมาคือผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 55,013 กิโลวัตต์ ต่อปี คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 17 ปริมาณค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุดคือผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 45,090 กิโลวัตต์ ต่อปี คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 14 ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต 319,315 กิโลวัตต์ ต่อปี

ผลการศึกษาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

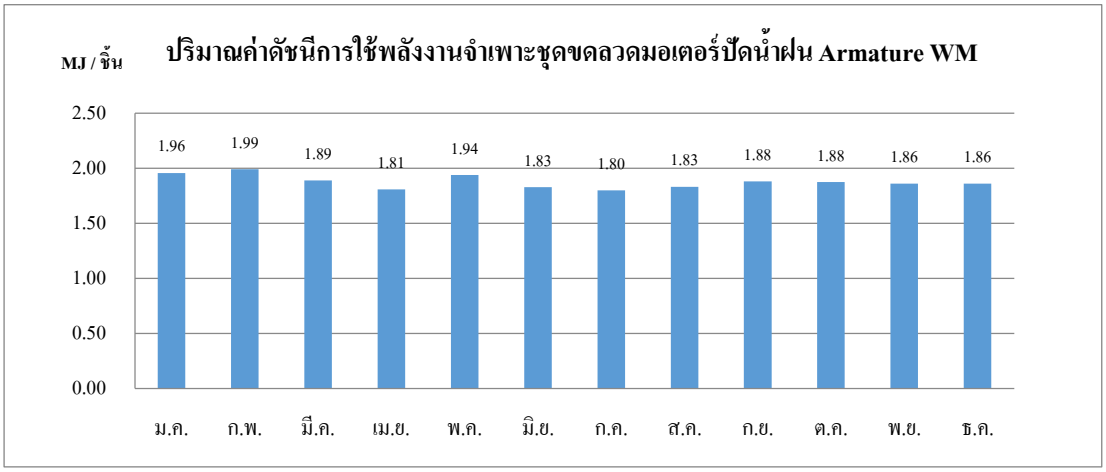
หลังจากได้รายละเอียดจากการเก็บข้อมูลค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ ถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตในรอบปี 2559 ดังต่อไปนี้

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

ค่าปริมาณผลผลิต และค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า นำมาหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละเดือนแล้วหาค่าเฉลี่ยรวม ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดขดลวดมอเตอร์ปั๊ดน้ำฝน Armature WM

เดือน	ปริมาณ ผลผลิต (ชิ้น)	ปริมาณพลังงานที่ใช้ ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ความร้อน (เมกะจูล)	ค่าดัชนีพลังงานจำเพาะ (SEC) (เมกะจูล/ชิ้น)
ม.ค.	61,114	33,242.00	0.00	1.96
ก.พ.	46,404	25,687.00	0.00	1.99
มี.ค.	38,011	19,945.20	0.00	1.89
เม.ย.	25,725	12,919.05	0.00	1.81
พ.ย.	37,326	20,096.30	0.00	1.94
มิ.ย.	65,461	33,242.00	0.00	1.83
ก.ค.	60,340	30,144.45	0.00	1.80
ส.ค.	59,411	30,220.00	0.00	1.83
ก.ย.	63,663	33,242.00	0.00	1.88
ต.ค.	66,984	34,904.10	0.00	1.88
พ.ย.	61,388	31,731.00	0.00	1.86
ธ.ค.	64,314	33,242.00	0.00	1.86
รวม	650,141	338,615.10	0.00	22.53
เฉลี่ย	54,178	28,217.93	0.00	1.87



ภาพที่ 14 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดขดลวดมอเตอร์ปั๊ดน้ำฝน Armature WM

จากตารางที่ 12 และภาพที่ 14 แสดงถึงปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ในรอบปี 2559 เดือนที่มีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตสูงสุดคือเดือน กุมภาพันธ์ มีปริมาณผลผลิต 46,404 ชิ้น มีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 25,687.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าดัชนีพลังงานจำเพาะสูงสุดอยู่ที่ 1.99 เมกะจูล/ชิ้น เดือนที่มีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตต่ำสุดคือเดือน เมษายน มีปริมาณผลผลิต 25,725 ชิ้น มีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 12,919.05 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่ำสุดอยู่ที่ 1.81 เมกะจูล/ชิ้น และค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตรวมอยู่ที่ 54,178 ชิ้น ค่าเฉลี่ยปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 28,217.93 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะรวมอยู่ที่ 1.87 เมกะจูล/ชิ้น

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

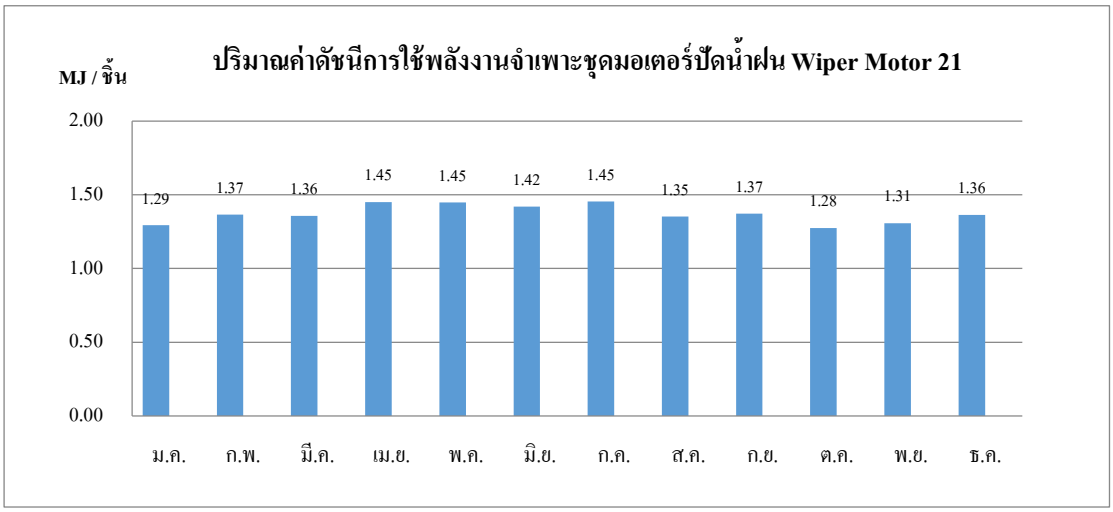
ค่าปริมาณผลผลิต และค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า นำมาหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละเดือนแล้วหาค่าเฉลี่ยรวม ดังแสดงตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

เดือน	ปริมาณ ผลผลิต (ชิ้น)	ปริมาณพลังงานที่ใช้ ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ความร้อน (เมกะจูล)	ค่าดัชนีพลังงานจำเพาะ (SEC) (เมกะจูล/ชิ้น)
ม.ค.	18,172	6,526.80	0.00	1.29
ก.พ.	16,702	6,340.32	0.00	1.37
มี.ค.	12,702	4,786.32	0.00	1.36
เม.ย.	14,654	5,905.20	0.00	1.45
พ.ย.	15,420	6,200.46	0.00	1.45
มิ.ย.	19,070	7,521.36	0.00	1.42
ก.ค.	14,540	5,874.12	0.00	1.45
ส.ค.	16,547	6,216.00	0.00	1.35
ก.ย.	14,351	5,470.08	0.00	1.37
ต.ค.	18,422	6,526.80	0.00	1.28
พ.ย.	12,577	4,568.76	0.00	1.31

ตารางที่ 13 (ต่อ)

เดือน	ปริมาณผลผลิต (ชิ้น)	ปริมาณพลังงานที่ใช้ ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ความร้อน (เมกะจูล)	ค่าดัชนีพลังงานจำเพาะ (SEC) (เมกะจูล/ชิ้น)
ธ.ค.	9,025	3,418.80	0.00	1.36
รวม	182,182	69,355.02	0.00	16.46
เฉลี่ย	15,182	5,779.59	0.00	1.37



ภาพที่ 15 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

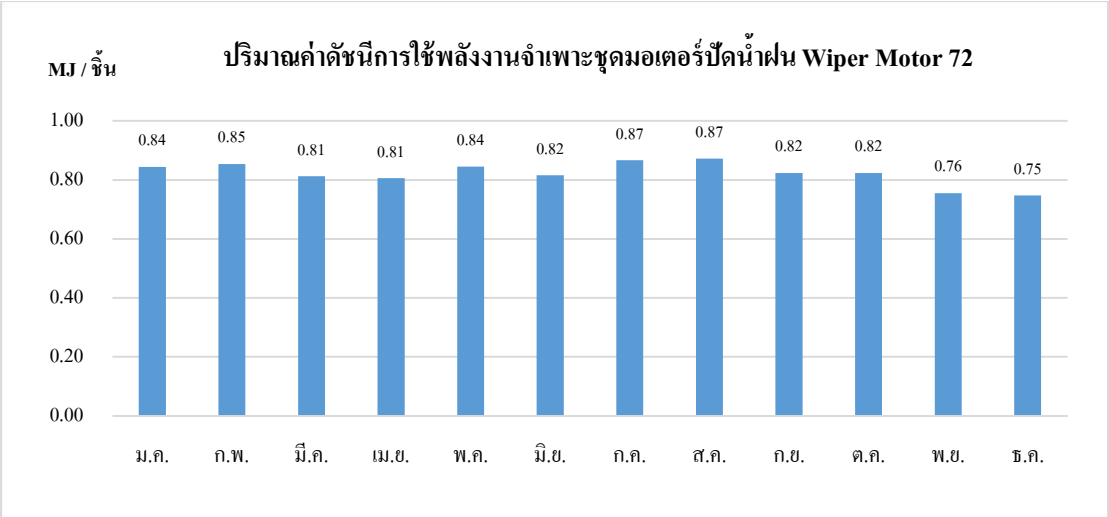
จากตารางที่ 13 และภาพที่ 15 แสดงถึงปริมาณใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ชุด มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ในรอบปี 2559 เดือนที่มีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตสูงสุดคือเดือน พฤษภาคม มีปริมาณผลผลิต 15,420 ชิ้น มีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 6,200.46 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะสูงสุดอยู่ที่ 1.45 เมกะจูล/ชิ้น เดือนที่มีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตต่ำสุดคือเดือน ตุลาคม มีปริมาณผลผลิต 18,422 ชิ้น มีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 6,526.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าดัชนีพลังงานจำเพาะต่ำสุดอยู่ที่ 1.28 เมกะจูล/ชิ้น และค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตรวมอยู่ที่ 15,182 ชิ้น ค่าเฉลี่ยปริมาณพลังงานที่ใช้ไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 5,779.59 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะรวมอยู่ที่ 1.37 เมกะจูล/ชิ้น

ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ค่าปริมาณผลผลิต และค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า นำมาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในแต่ละเดือนแล้วหาค่าเฉลี่ยรวม ดังแสดงตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

เดือน	ปริมาณ ผลผลิต (ชิ้น)	ปริมาณพลังงานที่ใช้ ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ความร้อน (เมกะจูล)	ค่าดัชนีพลังงานจำเพาะ (SEC) (เมกะจูล/ชิ้น)
ม.ค.	32,364	7,584.00	0.00	0.84
ก.พ.	21,740	5,157.12	0.00	0.85
มี.ค.	22,184	5,005.44	0.00	0.81
เม.ย.	25,758	5,763.84	0.00	0.81
พ.ย.	24,569	5,763.84	0.00	0.84
มิ.ย.	25,767	5,839.68	0.00	0.82
ก.ค.	23,156	5,574.24	0.00	0.87
ส.ค.	28,185	6,825.60	0.00	0.87
ก.ย.	32,838	7,508.16	0.00	0.82
ต.ค.	34,804	7,963.20	0.00	0.82
พ.ย.	37,963	7,963.20	0.00	0.76
ธ.ค.	40,210	8,342.40	0.00	0.75
รวม	349,538	79,290.72	0.00	9.86
เฉลี่ย	29,128	6,607.56	0.00	0.82



ภาพที่ 16 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

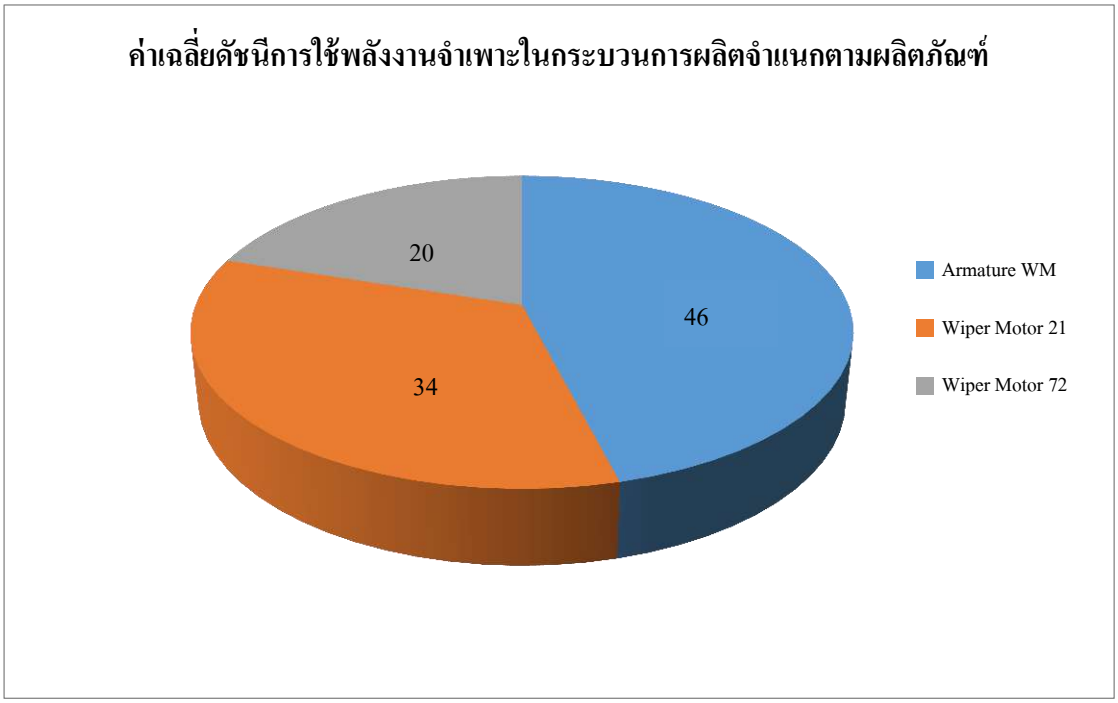
จากตารางที่ 14 และภาพที่ 16 แสดงถึงปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ชุด มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ในรอบปี 2559 เดือนที่มีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมากที่สุดคือเดือน สิงหาคม มีปริมาณผลผลิต 28,185 ชิ้น มีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 6,825.60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะสูงสุดอยู่ที่ 0.87 เมกะจูล/ชิ้น เดือนที่มีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม มีปริมาณผลผลิต 40,210 ชิ้น มีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 8,342.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่ำสุดอยู่ที่ 0.75 เมกะจูล/ชิ้น และค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตรวมอยู่ที่ 29,128 ชิ้น ค่าเฉลี่ยปริมาณพลังงานที่ใช้ไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 6,607.56 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะรวมอยู่ที่ 0.82 เมกะจูล/ชิ้น

ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์

ข้อมูลปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์ ปี 2559 ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)	ร้อยละ
Armature WM	22.53	46
Wiper Motor 21	16.46	34
Wiper Motor 72	9.86	20
รวม	48.85	100



ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยดัชนีพลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 15 และภาพที่ 17 แสดงถึงปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจำแนกตามผลิตภัณฑ์ปี 2559 โดยเปรียบเทียบปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังจำเพาะของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดนำฝน Armature WM มีปริมาณของค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะสูงสุดอยู่ที่ 22.53 เมกะจูล/ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 46 ลองลงมาคือผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 มีปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะอยู่ที่ 16.46 เมกะจูล/ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 34 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่ำสุดคือผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะอยู่ที่ 9.86 เมกะจูล/ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 20

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ในการหาแนวทางที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มีการจัดประชุมในแต่ละฝ่ายในสายการผลิต และหน่วยงานฝ่ายซ่อมบำรุง เป็นการประชุมในด้านการจัดการหลังงานในกิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus Group) โดยเชิญแต่ละฝ่ายแต่ละหน่วยงานมาระดมสมองความคิดเพื่อที่จะหารูปแบบแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยโฟกัสไปที่ด้านกระบวนการผลิตก่อนเป็นอันดับแรกเพราะเนื่องมาจากเครื่องจักรหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิต

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน

โดยการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกินความจำเป็น เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายต้านพลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการลดต้นทุนค่าใช้จ่าย ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน

รายการ	ปัญหา / สภาพการณ์ที่ไม่เหมาะสมในงานบำรุงรักษา	สมมติฐานการปรับปรุง	แนวทางปรับปรุงและได้ผลเรื่องการประหยัดพลังงาน
1	หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ขนาด 630 kVA ออกแบบระบบไฟฟ้าแรงดันสูงเกินความต้องการใช้งานทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโดยไม่จำเป็น	ปรับลดแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดความสูญเสียในแกนเหล็กและยังยืดอายุการทำงานของตัวอุปกรณ์	เพื่อลดความสูญเสียในแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้าทำให้ยืดอายุใช้งานลดเวลาการบำรุงรักษาหม้อแปลงตามแผนลงได้ผลเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ตามมา

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการ	ปัญหา / สภาพการณ์ที่ไม่เหมาะสมในงานบำรุงรักษา	สมมติฐานการปรับปรุง	แนวทางปรับปรุงและได้ผลเรื่องการประหยัดพลังงาน
2	หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ขนาด 500 kVA ออกแบบระบบไฟฟ้าแรงดันสูงเกินความต้องการใช้งานทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโดยไม่จำเป็น	ปรับลดแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดความสูญเสียในแกนเหล็กและยังยืดอายุการทำงานของตัวอุปกรณ์	เพื่อลดความสูญเสียในแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้าทำให้ยืดอายุใช้งานลดเวลาการบำรุงรักษาหม้อแปลงตามแผนลงได้ผลเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ตามมา
3	การปรับตั้งค่าแรงดันของปั๊มลมในระบบอัดอากาศ Air Compressors ที่ใช้ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์	เนื่องจากในส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต อุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์จำเป็นต้องใช้ระบบลม Pneumatic ที่มีแรงดันสูงตั้งไว้ที่ 6.5 บาร์ (Bar)	ปรับลดแรงดันลงให้เหมาะสมกับงานไม่ให้เกินความจำเป็นและหาเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของเครื่องอัดอากาศในระบบเพื่อลดการสูญเสียพลังงานในระบบช่วยลดโหลดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้ปั๊มลมโดยใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศคอยตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา
4	ตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ (Machine)	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ในส่วนต่างๆของเครื่องจักรหลักเสื่อมสภาพใช้อุปกรณ์ที่ไม่มีความเสถียร	ตรวจสอบเครื่องจักร อุปกรณ์เครื่องจักร ทำการบำรุงรักษา (PM) เช็คและทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ประจำเดือน

จากตารางที่ 16 เป็นแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุนในเรื่องของการแก้ปัญหาหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยมีการปรับลดแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดความสูญเสียในแกนเหล็กและยังยืดอายุการทำงานของตัวอุปกรณ์ การปรับตั้งลดค่าแรงดันของปั๊มลมเครื่องจักรที่ใช้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องใช้ระบบลม (Pneumatic) ที่มีแรงดันสูง จึงได้มีการปรับลด Pressure ลมลงโดยปรับลดลงตั้งไว้ที่ 6.5 บาร์ (Bar) สืบเนื่องมาจากเครื่องจักรหลักในกระบวนการผลิตต้องการแค่นั้นก็พอ ในส่วนของเครื่องจักรผลิต (Machine) โดยการตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องจักรเสื่อมสภาพ ใช้อุปกรณ์ที่ไม่มีความเสถียร

1. แนวทางปรับลดแรงดันหม้อแปลง 630 kVA

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงานโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก จากการตรวจสอบของทีมงานซ่อมบำรุงพบว่าโรงงานมีหม้อแปลงไฟฟ้าจำนวน 1 ชุด ที่มีแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิสูง ระบบไฟฟ้าที เข้าตู้ 3 เฟส 4 สาย แรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย 380โวลท์ ปัญหาของอุปกรณ์และระบบก่อนปรับปรุง จากการสำรวจของทีมงานซ่อมบำรุงงานพบว่าหม้อแปลงไฟฟ้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าในระดับสูงเกินพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์มากขึ้นและยังทำให้อายุการทำงานของอุปกรณ์สั้นลงอีกด้วยในการปรับลดแรงดันไฟฟ้ามีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ลดลงโดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านทุติยภูมิก่อนและหลังปรับลด

2. ทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงแต่ละชุดทุกวันก่อนและหลังปรับลด

3. ตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ปลายทางระหว่างเฟสควรอยู่ประมาณ 380โวลท์ หรือระหว่างเฟสกับนิวตรอล (Neutron) ควรอยู่ที 220โวลท์ โดยอ้างอิงกับพิกัดแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์

4. คำนวณผลประหยัดก่อนและหลังปรับลดแรงดันไฟฟ้านั้น การทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ชั่วโมงการทำงานและการผลิตควรอยู่ในสภาวะเดียวกัน

สถานที่ : ตู้ MDB หม้อแปลง TR1 ไลน์ผลิตของชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 และ มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า	=	630 kVA
Core Loss หม้อแปลง	=	1.25 kW
แรงดันไฟฟ้าพี่พิกัด	=	400 Volt (V3)
แรงดันไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง	=	405 Volt (V1)

แรงดันไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 395 Volt (V2)

ชั่วโมงการทำงานต่อ 1 ปี = 17 × 251

= 4,267 ชั่วโมง ต่อปี

Core Loss หม้อแปลงไฟฟ้าที่ลดลง = Core Loss ที่พิกัด × $(V1/V3)^2$- $(V2/V3)^2$ × ซม.การทำงาน

= 1.25 × $(405/400)^2$- $(395/400)^2$ × 4,267

= 266 kWh ต่อปี

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 266 kWh ต่อปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 266 × 3.02

= 805 บาทต่อปี

2. แนวทางปรับลดแรงดันหม้อแปลง 500 kVA

ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงานโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก จากการตรวจสอบของทีมงานซ่อมบำรุงพบว่าโรงงานมีหม้อแปลงไฟฟ้าจำนวน 1 ชุด ที่มีแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิสูง ระบบไฟฟ้าที เข้าตู้ 3 เฟส 4 สาย แรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย 380โวลท์ ปัญหาของอุปกรณ์และระบบก่อนปรับปรุง จากการสำรวจของทีมงานซ่อมบำรุงงานพบว่าหม้อแปลงไฟฟ้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าในระดับสูงเกินพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์มากขึ้นและยังทำให้อายุการทำงานของอุปกรณ์สั้นลงอีกด้วยในการปรับลดแรงดันไฟฟ้ามีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ลดลงโดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านทุติยภูมิก่อนและหลังปรับลด

2. ทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงแต่ละชุดทุกวันก่อนและหลังปรับลด

3. ตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ปลายทางระหว่างเฟสควรอยู่ประมาณ 380โวลท์ หรือระหว่างเฟสกับนิวตรอล (Neutron) ควรอยู่ที 220โวลท์ โดยอ้างอิงกับพิกัดแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์

4. คำนวณผลประหยัดก่อนและหลังปรับลดแรงดันไฟฟ้านั้น การทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ชั่วโมงการทำงานและการผลิตควรอยู่ในสภาวะเดียวกัน

สถานที่ : ตู้ MDB หม้อแปลง TR2 ไลน์ผลิตของชุดขดลวดมอเตอร์ Armature WM

ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า = 500 kVA

Core Loss หม้อแปลง = 1.15 kW

แรงดันไฟฟ้าพี่พิกัด = 400 Volt (V3)

แรงดันไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 405 Volt (V1)

แรงดันไฟฟ้าหลังการปรับปรุง	=	395 Volt (V2)
ชั่วโมงการทำงานต่อ1 ปี	=	17×251
	=	4,267 ชั่วโมง ต่อปี
Core Loss หม้อแปลงไฟฟ้าที่ลดลง	=	Core Loss ที่พิกัด $\times (V1/V3)^2 - (V2/V3)^2$ $\times$ ชม.การทำงาน
	=	$1.15 \times (404/400)^2 - (390/400)^2 \times 4,267$
	=	245 kWh ต่อปี
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	245 kWh ต่อปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	245×3.02
	=	740 บาทต่อปี

3. แนวทางปรับปรับตั้งแรงดันของเครื่องอัดอากาศ

โรงงานมีเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) จำนวน 3 เครื่องขนาด 235 kW ความสามรถในการส่งลมอัด 32.6 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ทำหน้าที่ในการจ่ายลมอัดให้สายการผลิตทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ และชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องใช้ระบบลมปัญหาของอุปกรณ์ระบบก่อนปรับปรุง จากการสำรวจการใช้ลมอัดของโรงงานพบว่าโรงงานปรับตั้งแรงดันของเครื่องอัดอากาศไว้ที่ 8 บาร์ ซึ่งเป็นแรงดันที่ค่อนข้างจึงทำการสำรวจเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ลมอัดโดยละเอียด พบว่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ต้องการแรงดันอากาศอัดเพียง 6.5 บาร์ ดังนั้นหากทำการปรับลดแรงดันอากาศอัดแล้วจะช่วยประหยัดพลังงานได้ แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1. ตรวจสอบการตั้งแรงดันของเครื่องอัดอากาศ ซึ่งพบว่าปัจจุบันตั้งอยู่ที่ 8 บาร์

2. ตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ และระยะเวลาในการเดิน-หยุดเครื่อง

3. ตรวจสอบแรงดันของอากาศที่เครื่องจักรแต่ละเครื่อง พบว่าเครื่องจักรต้องการแรงดันสูงสุดเพียง 4.5 บาร์

4. ทำการค่อยๆ ปรับลดแรงดันอากาศอัดที่ผลิตลงครั้งละ 0.1 บาร์ เพื่อทดสอบหาแรงดันที่เพียงพอต่อความต้องการ

5. วิเคราะห์ผลประหยัดที่ได้

จากข้อมูลบันทึกในตัวเครื่องในช่วงที่เครื่องจักรในสายการผลิตทำงานพบว่ามีการใช้งานในช่วงดังกล่าว 120 ชั่วโมงเป็นช่วง load 84 ชั่วโมง Unload 36 ชั่วโมง หรือคิดเป็นช่วง Load 16.8 ชั่วโมงต่อวันช่วง Unload 7.2 ชั่วโมงต่อวัน ช่วง Load มีการใช้กำลังไฟฟ้า 235 kW ช่วง Unload 94

kW โรงงานทำการปรับลดแรงดันอากาศใช้งานจากเดิม 8 บาร์ เป็น 6.5 บาร์ โรงงานทำงาน 24 ชั่วโมง/วัน 251 วัน/ปี ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.71 บาท/kWh จากสูตร

$$W_1 = \left[kW_{load} \frac{t_{load}}{(t_{load} + t_{unload})} + kW_{unload} \frac{t_{unload}}{(t_{load} + t_{unload})} \right]$$

kW_{load} คือ กำลังไฟฟ้าตรวจวัดช่วงเครื่องอัดอากาศทำงานช่วงที่มี Load

kW_{unload} คือ กำลังไฟฟ้าตรวจวัดช่วงเครื่องอัดอากาศทำงานช่วงที่ Unload

t_{load} คือ ระยะเวลาที่เครื่องอัดอากาศทำงานช่วงที่มี Load

t_{unload} คือ ระยะเวลาที่เครื่องอัดอากาศทำงานช่วง Unload

k คือ อัตราส่วนความร้อนจำเพาะสำหรับอากาศ มีค่าเท่ากับ 1.4

i คือ จำนวนขั้นตอนการอัด (stage) ของเครื่องอัดอากาศ

ความดันสัมบูรณ์ของอากาศอัด หลังปรับลดแรงดัน ($P_{2\,out}$) เท่ากับ 8.0 + 1.013 = 9.013 บาร์

ความดันสัมบูรณ์ของอากาศอัด ก่อนปรับลดแรงดัน ($P_{1\,out}$) เท่ากับ 6.5 + 1.013 = 7.513 บาร์

ความดันสัมบูรณ์ของอากาศอัด หลังปรับลดแรงดัน (P_{in}) เท่ากับ = 1.013 บาร์

$$W_1 = \left[235 \times \frac{16.8}{(16.8 + 7.2)} + 94 \frac{7.2}{(16.8 + 7.2)} \right]$$

กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (W_1) = 192.7 kW

$$W_2 = W_1 \frac{[(P_{2out} / P_{in})^{(k-1)/(ik)} - 1]}{[(P_{1out} / P_{in})^{(k-1)/(ik)} - 1]}$$

W_2 คือ กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยหลังปรับลดแรงดันอากาศอัด (กิโลวัตต์)

W_1 คือ กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนปรับลดแรงดันอากาศอัด (กิโลวัตต์)

$P_{2\,out}$ คือ ความดันสัมบูรณ์ของอากาศอัด หลังปรับลดแรงดัน (บาร์)

$P_{1\,out}$ คือ ความดันสัมบูรณ์ของอากาศอัด ก่อนปรับลดแรงดัน (บาร์)

P_{in} คือ อัตราส่วนความร้อนจำเพาะสำหรับอากาศ มีค่าเท่ากับ 1.4

k คือ ความดันสัมบูรณ์ของอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ (บาร์)

i คือ จำนวนขั้นตอนการอัด (stage) ของเครื่องอัดอากาศ

กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง (W_2) = 171.5 kW

$$W_2 = 192.7 \times \frac{[(7.513/1.013)^{(1.4-1)/(1\times1.4)} - 1]}{[(9.013/1.013)^{(1.4-1)/(1\times1.4)} - 1]}$$

กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง (W_2) = 171.5 kW

สามารถลดกำลังไฟฟ้าได้ = 192.7 – 171.5 kW

= 21.2 kW

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh) = กำลังไฟฟ้าที่ลดลง × จำนวนชั่วโมงทำงาน × จำนวนวันทำงาน

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 21.2 × 17 × 251

= 90,460 kWh ต่อปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 90,460 × 2.71

= 245,146 บาท ต่อปี

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่มีการลงทุน

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ มีแนวในรูปแบบที่มีการลงทุนเพื่อเป็นการลดในด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยใช้ในแนวทางลดโหลดของมอเตอร์ไฟฟ้าของสายพานลำเลียงโดยในกระบวนการผลิตทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีปริมาณมากทั้งในด้านการผลิต และการลำเลียงผลิตภัณฑ์ ซึ่งเสนอให้มีแนวทาง ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่มีการลงทุน

รายการ	ปัญหา / สภาพการณ์ที่ไม่เหมาะสมในงานบำรุงรักษา	สมมติฐานการปรับปรุง	แนวทางปรับปรุงและได้ผลเรื่องการประหยัดพลังงาน
1	ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ทั้ง 3 ชนิด จำเป็นต้องใช้สายพานลำเลียง เพื่อลำเลียงผลิตภัณฑ์	สามารถแก้ปัญหาในเรื่องของการ Full Load ของการลำเลียงผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงวิธีการสตาร์ท ในการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์	ติดตั้ง VSD Inverter เพื่อช่วยสนับสนุน Function Soft start ทำให้ลดเวลาแก้ไขบำรุงรักษาจากปัญหากระแสสูง และได้ผลเรื่องการประหยัดพลังงานตามมาจากการปรับความเร็วรอบมอเตอร์โดย VSD Inverter

จากตารางที่ 17 เป็นแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่มีการลงทุนในเรื่องของการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ เรื่อง Full Load กระสูง ในเรื่องของการลำเลียงผลิตภัณฑ์ด้วยการปรับปรุงวิธีการสตาร์ทเพื่อลดกระแสลง

1. แนวทางการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์สายพานลำเลียง

ปัจจุบันโรงงานมีการติดตั้งมอเตอร์สายพานลำเลียงสำหรับป้อนชิ้นงานในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ จำนวนมากซึ่งในการออกแบบใช้สำหรับป้อนชิ้นงานในสายการผลิตปัจจุบันมีการใช้งานอยู่เป็นจำนวนมาก ตลอดเวลาที่มีการผลิตทำให้เกิดปัญหาเรื่องกระแสสูงตอนเดินเครื่องทำการทดลองติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์สายพานลำเลียงและทำการปรับรอบให้เหมาะสมกับการใช้งาน จากข้อมูลเบื้องต้นมอเตอร์พิกัด 1.5 kW 4 pole 1450 rpm ความสัมพันธ์ของกำลังงานต่อความเร็วรอบที ลดลงของมอเตอร์พัดลม ซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$P_2 = \left[\frac{N_2}{N_1} \right]^3 \times P_4$$

กำหนดให้

P_1 = กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง Load 100 % (kW)

P_2 = กำลังไฟฟ้าหลังจากปรับลดความเร็วรอบลง (kW)

N_1 = ความเร็วรอบที Load 100% (rpm)

N_2 = ความเร็วรอบหลังจากปรับลดความเร็วรอบลง (rpm)

กำลังไฟฟ้า (P_1) = 1.5 kW

ค่าความเร็วรอบที ปรับ (N_2) 552 rpm

กำลังไฟฟ้า (P_1) = $(900/1450)^3 \times 1.5$ kW

= 0.359 kW

ชั่วโมงการใช้งาน 17 ชั่วโมง/วัน 251 วัน/ปี

พลังงานไฟฟ้าที ประหยัดได้ = $(1.5–0.359) \times 17 \times 251$

= 4,907 kWh ต่อปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย = 2.95 Baht / kWh

จำนวนเงินทีประหยัดได้ = $4,907 \times 2.95$ บาท ต่อปี

= 14,475 บาท ต่อปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้ง VSD ประมาณ 15,000 บาท ระยะเวลาคืน 0.71 ปี

ประเมินแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

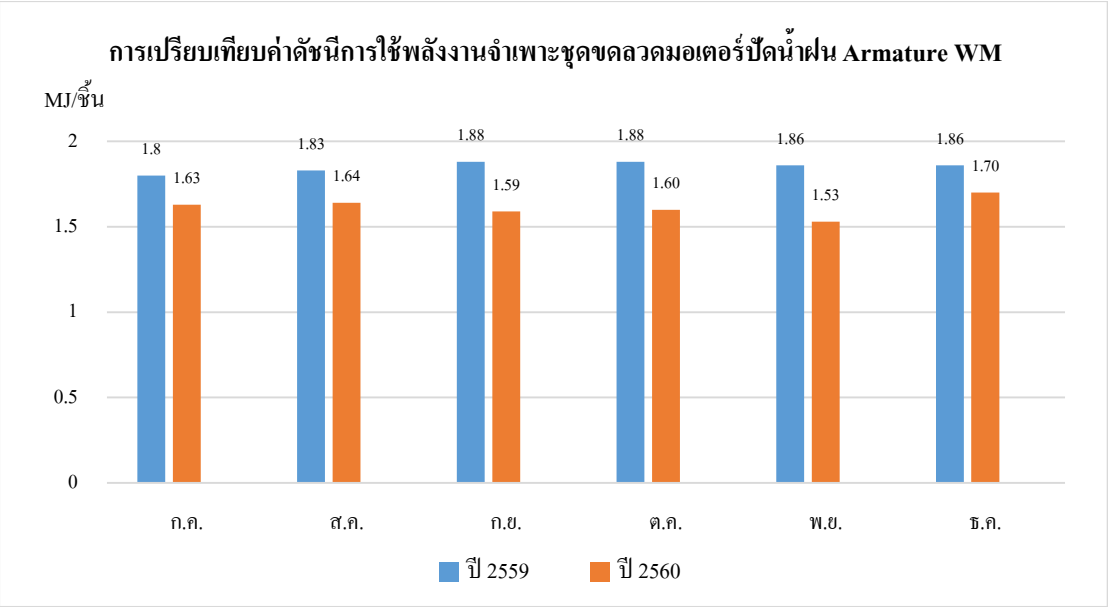
การเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในรอบปี

เปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิตในรอบปี 2 ปีโดยก่อนนำเสนอแนวทางไปปฏิบัติข้อมูลจากการสำรวจในระหว่าง 6 เดือน ของปี 2559 และหลังจากการนำแนวทางไปปฏิบัติโดยข้อมูลจากการสำรวจในระหว่าง 6 เดือน ระหว่างปี 2560 มาเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ข้อมูลผลดำเนินงานที่ได้ เพื่อนำเสนอแนวทางต่อผู้บริหารระดับสูงตรวจสอบเพื่อพิจารณาที่จะนำมาใช้ปฏิบัติต่อไป

1. ปริมาณการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดขวดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ดังตารางแสดงที่ 17

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

เดือน	ปี 2559 ปริมาณผลผลิต (ชิ้น)	ปี 2559 ไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ปี 2559 SEC (เมกะจูล/ชิ้น)	ปี 2560 ปริมาณผลผลิต (ชิ้น)	ปี 2560 ไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ปี 2560 SEC (เมกะจูล/ชิ้น)
ก.ค.	60,340	30,144.45	1.80	96,246	43,516.80	1.63
ส.ค.	59,411	30,220.00	1.83	87,628	39,890.40	1.64
ก.ย.	63,663	33,242.00	1.88	90,078	39,890.40	1.59
ต.ค.	66,984	34,904.10	1.88	94,005	41,703.60	1.60
พ.ย.	61,388	31,731.00	1.86	93,702	39,890.40	1.53
ธ.ค.	64,314	33,242.00	1.86	88,141	41,703.60	1.70
รวม	376,100	193,483.55	11.11	549,800	246,595.20	9.69
เฉลี่ย	62,683	32,247.25	1.85	91,633	41,099.20	1.61



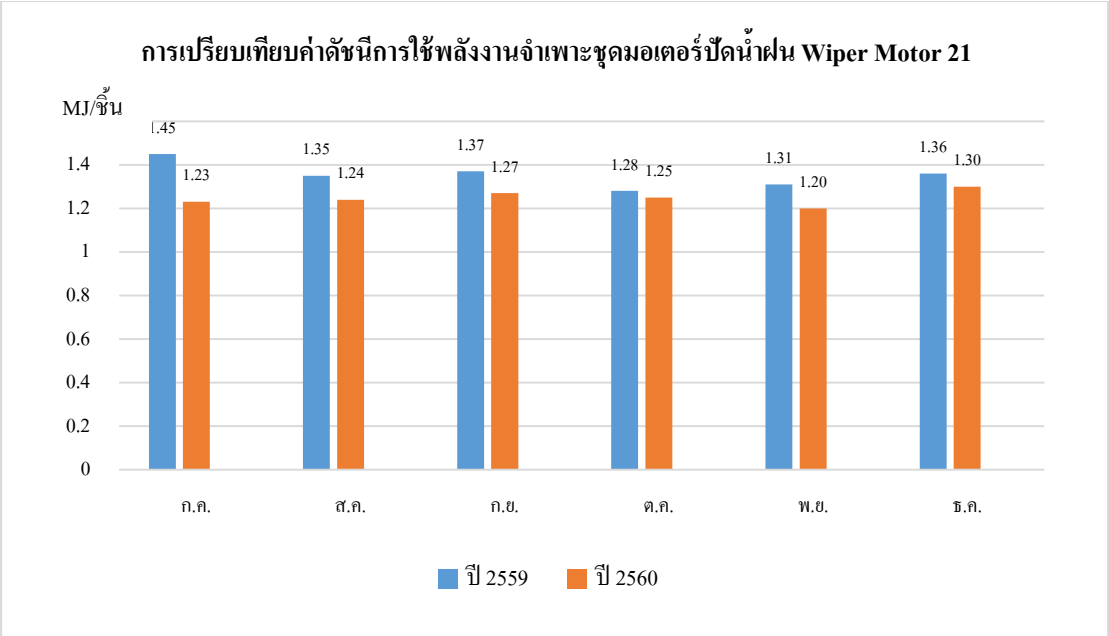
ภาพที่ 18 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

จากตารางที่ 18 และภาพที่ 18 แสดงถึงปริมาณการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM โดยก่อนนำแนวทางไปปฏิบัติข้อมูลจากการสำรวจในช่วงระยะเวลา 6 เดือน ระว่างเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม ของปี 2559 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยรวมอยู่ที่ 11.11 เมกะจูล/ชิ้น ปริมาณค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 1.85 เมกะจูล/ชิ้น และหลังจากการนำแนวทางไปปฏิบัติโดยข้อมูลจากการสำรวจในช่วงระยะเวลา 6 เดือน ระว่างเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม ของปี 2560 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยรวมอยู่ที่ 9.69 เมกะจูล/ชิ้น ปริมาณค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 1.61 เมกะจูล/ชิ้น

2. ปริมาณการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ดังตารางแสดงที่ 19

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

เดือน	ปี 2559 ปริมาณผลผลิต (ชิ้น)	ปี 2559 ไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ปี 2559 SEC (เมกะจูล/ชิ้น)	ปี 2560 ปริมาณผลผลิต (ชิ้น)	ปี 2560 ไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ปี 2560 SEC (เมกะจูล/ชิ้น)
ก.ค.	14,540	5,874.12	1.45	17,187	5,874.12	1.23
ส.ค.	16,547	6,216.00	1.35	15,120	5,221.44	1.24
ก.ย.	14,351	5,470.08	1.37	15,466	5,470.08	1.27
ต.ค.	18,422	6,526.80	1.28	13,161	4,568.76	1.25
พ.ย.	12,577	4,568.76	1.31	22,634	7,521.36	1.20
ธ.ค.	9,025	3,418.80	1.36	19,945	7,179.48	1.30
รวม	85,462	32,074.56	8.12	103,513	35,835.24	7.49
เฉลี่ย	14,243	5,345.76	1.35	17,252	5,972.54	1.24



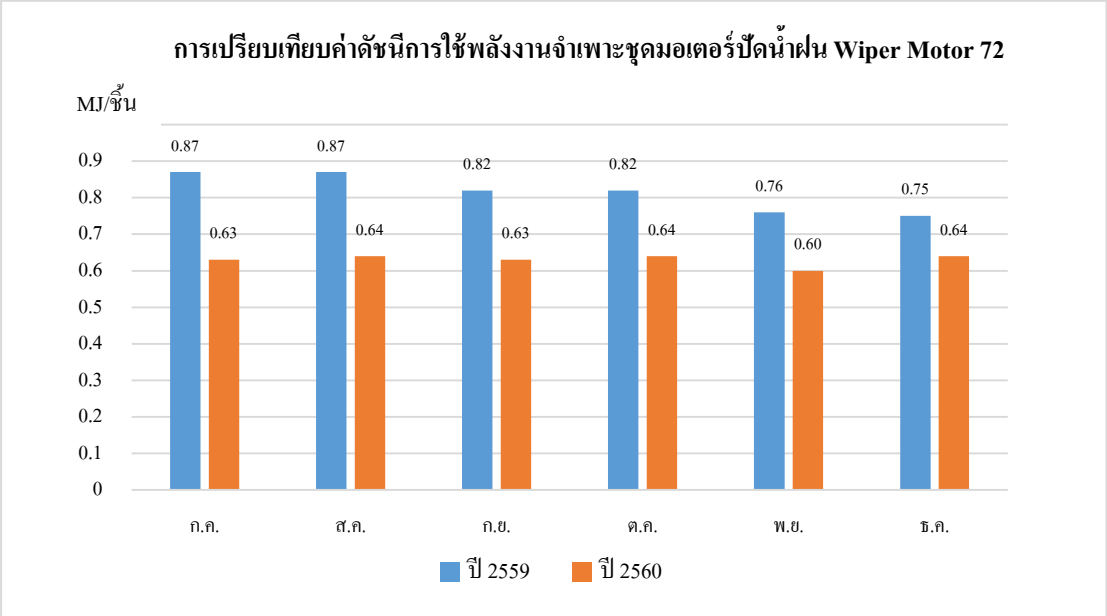
ภาพที่ 19 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

จากตารางที่ 19 และภาพที่ 19 แสดงถึงปริมาณการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 โดยก่อนนำแนวทางไปปฏิบัติข้อมูลจากการสำรวจในช่วงระยะเวลา 6 เดือน ระว่างเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม ของป 2559 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยรวมอยู่ที่ 8.12 เมกะจูล/ชิ้น ปริมาณค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 1.35 เมกะจูล/ชิ้น และหลังจากการนำแนวทางไปปฏิบัติโดยข้อมูลจากการสำรวจในช่วงระยะเวลา 6 เดือน ระว่างเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม ของปี 2560 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยรวมอยู่ที่ 7.49 เมกะจูล/ชิ้น ปริมาณค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 1.24 เมกะจูล/ชิ้น

3. ปริมาณการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ดังตารางแสดงที่ 20

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

เดือน	ปี 2559			ปี 2560		
	ปริมาณผลผลิต (ชิ้น)	ไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	SEC (เมกะจูล/ชิ้น)	ปริมาณผลผลิต (ชิ้น)	ไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	SEC (เมกะจูล/ชิ้น)
ก.ค.	23,156	5,574.24	0.87	57,341	10,010.88	0.63
ส.ค.	28,185	6,825.60	0.87	51,725	9,157.68	0.64
ก.ย.	32,838	7,508.16	0.82	56,899	10,010.88	0.63
ต.ค.	34,804	7,963.20	0.82	54,038	9,555.84	0.64
พ.ย.	37,963	7,963.20	0.76	60,112	10,010.88	0.60
ธ.ค.	40,210	8,342.40	0.75	51,863	9,176.64	0.64
รวม	197,156	44,176.80	4.89	331,978	57,922.80	3.78
เฉลี่ย	32,859	7,362.80	0.81	55,329	9,653.80	0.63



ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

จากตารางที่ 20 และภาพที่ 21 แสดงถึงปริมาณการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 โดยก่อนนำแนวทางไปปฏิบัติข้อมูลจากการสำรวจในช่วงระยะเวลา 6 เดือน ระว่างเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม ของปี 2559 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยรวมอยู่ที่ 4.89 เมกะจูล/ชิ้น ปริมาณค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 0.81 เมกะจูล/ชิ้น และหลังจากการนำแนวทางไปปฏิบัติโดยข้อมูลจากการสำรวจในช่วงระยะเวลา 6 เดือน ระว่างเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม ของปี 2560 ปริมาณค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยรวมอยู่ที่ 3.78 เมกะจูล/ชิ้น ปริมาณค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 0.63 เมกะจูล/ชิ้น

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในรอบปี

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะและเชื้อเพลิงต่อหน่วยผลผลิต ในรอบปี 2 ปีในระยะเวลา 6 เดือน ก่อนและหลังการนำแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าไปปฏิบัติ โดยการเปรียบเทียบในระหว่างปี 2559 และ 2560 โดยใช้สูตรหาค่าที (t–test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบดังตารางที่ 21-23

1. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM โดยหาค่าที (t–test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังตารางแสดงที่ 20

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC	N	$\overline{X}$	SD	t	Sig
ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC ปี 2559	6	1.85	0.031	8.049	.000**
ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC ปี 2560	6	1.61	0.056		

หมายเหตุ : ** หมายถึงระดับนัยสำคัญที่ .01

จากตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปริมาณกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ก่อนนำแนวทางไปปฏิบัติค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยอยู่ที่ 1.85 กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อชิ้น ซึ่งผลที่จะได้จากการดำเนินงานค่าดัชนีพลังงานจำเพาะเฉลี่ยอยู่ที่ 1.61 กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อชิ้น ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยลดลง 0.24 กิโลวัตต์ – ชั่วโมงต่อชิ้น

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 โดยหาค่าที (t–test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังตารางแสดงที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC	N	$\overline{X}$	SD	t	Sig
ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC ปี 2559	6	1.35	0.058	3.973	.011*
ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC ปี 2560	6	1.24	0.034		

หมายเหตุ : * หมายถึงระดับนัยสำคัญที่ .05

จากตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ก่อนนำแนวทางไปปฏิบัติค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยอยู่ที่ 1.35 กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อชิ้น ซึ่งผลที่จะได้จากการดำเนินงานค่าดัชนีพลังงานจำเพาะเฉลี่ยอยู่ที่ 1.24 กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อชิ้น ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยลดลง 0.11 กิโลวัตต์ – ชั่วโมงต่อชิ้น

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 โดยหาค่าที (t–test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังตารางแสดงที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC	N	$\overline{X}$	SD	t	Sig
ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC ปี 2559	6	0.81	0.051	9.511	.000**
ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ SEC ปี 2560	6	0.63	0.015		

หมายเหตุ : ** หมายถึงระดับนัยสำคัญที่ .01

จากตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปริมาณกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ก่อนนำแนวทางไปปฏิบัติค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยอยู่ที่ 0.81 กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อชิ้น ซึ่งผลที่จะได้จากการดำเนินงานค่าดัชนีพลังงานจำเพาะเฉลี่ยอยู่ที่ 0.63 กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อชิ้น ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยลดลง 0.18 กิโลวัตต์ – ชั่วโมงต่อชิ้น

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากแนวทางดำเนินการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและศึกษาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ซึ่งผลที่ได้จากการดำเนินการโดยค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยลดลง 0.24 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อชิ้น ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสามารถลดลงได้ร้อยละ 14.9

2. กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ซึ่งผลที่ได้จากการดำเนินการโดยค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยลดลง 0.11 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อชิ้น ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสามารถลดลงได้ร้อยละ 8.8

3. กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ซึ่งผลที่ได้จากการดำเนินการโดยค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยลดลง 0.18 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อชิ้น ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสามารถลดลงได้ร้อยละ 28.5

อภิปรายผล

ผลจากปัญหาที่เกิดขึ้นปริมาณที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานต่อหน่วยผลผลิตค่อนข้างสูงจึงได้นำแนวทางมาปรับปรุงประยุกต์ใช้ในรูปแบบแนวทางที่ไม่มีการลงทุนและรูปแบบแนวทางที่มีการลงทุนในการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์โดยจะเน้นปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้งานเกินพิกัดและอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพที่ทำให้เกิดการสูญเสียและสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ (สุธน พิทักษ์, 2550, น. 66) และอ้างอิงจากสูตร (พวง รัตน์ ทวีรัตน์, 2531, น. 173) ใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของตัวแปรสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันแล้วนำค่ามาทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม (t–test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

1.1 ผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 219,212 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 69

1.2 ผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 มีปริมาณการใช้พลังงานงานไฟฟ้าอยู่ที่ 45,090 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นร้อยละ 14

1.3 ผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 55,013 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 17

2. ผลการศึกษาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์

2.1 ผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM สูงสุดอยู่ที่ 22.53 เมกะจูล/ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 46

2.2 ผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 สูงสุดอยู่ที่ 16.46 เมกะจูล/ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 34

2.3 ผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 สูงสุดอยู่ที่ 9.86 เมกะจูล/ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 20

3. ผลการสรุปแนวทาง

3.1 แนวประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน

3.1.1 แนวทางปรับลดแรงดันหม้อแปลง 630 kVA หม้อแปลง (TR1) ไลน์ผลิตของผิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 และ มอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 หม้อแปลงไฟฟ้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าในระดับสูงเกินพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์มากขึ้น ผลการประหยัดพลังงาน แรงดันไฟฟ้าพี่พิกัด 400 Volt (V3) แรงดันไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง 405 Volt (V1) แรงดันไฟฟ้าหลังการปรับปรุง 395 Volt (V2) ชั่วโมงการทำงานต่อ ปี 4,267 ชั่วโมง ต่อปี Core Loss หม้อแปลงไฟฟ้าที่ลดลง 1.25 พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 266 kWh /ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 805 บาทต่อปี

3.1.2 แนวทางปรับลดแรงดันหม้อแปลง 500 kVA หม้อแปลง (TR2) ไลน์ผลิตของผิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM หม้อแปลงไฟฟ้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าในระดับสูงเกินพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์มากขึ้นผลการประหยัดพลังงานแรงดันไฟฟ้าพี่พิกัด 400 Volt (V3) แรงดันไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง 405 Volt (V1) แรงดันไฟฟ้าหลังการปรับปรุง 395 Volt (V2) ชั่วโมงการทำงานต่อ 1 ปี 4,267 ชั่วโมงต่อปี (Core Loss) หม้อแปลงไฟฟ้าที่ลดลง 1.15 kWh/ปี พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 245 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 740 บาทต่อปี

3.1.3 แนวทางปรับปรับตั้งแรงดันของเครื่องอัดอากาศปรับตั้งแรงดันไว้ที่ 8 บาร์ ซึ่งเป็นแรงดันที่ค่อนข้างจึงทำการสำรวจเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ลมอัดโดยละเอียด พบว่า

เครื่องจักรและอุปกรณ์ต้องการแรงดันอากาศอัดเพียง 6.5 บาร์ ตรวจสอบแรงดันของอากาศที่เครื่องจักรแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าต้องการแรงดันสูงสุดเพียง 4.5 บาร์ ทำงาน 17 ชั่วโมงต่อวัน 251 วัน/ปี ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.71 บาท/kW กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง 171.5 kW สามารถลดกำลังไฟฟ้าได้ 21.2 kW พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 90,460 kWh/ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ 245,146 บาทต่อปี

3.1.4 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป้าหมายหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อให้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตมีความพร้อมใช้งานสูงสุดโดยหลีกเลี่ยงปัญหาและลดเวลาการหยุด

3.2 แนวประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่มีการลงทุน

3.2.1 การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์สายพานลำเลียง ทำการทดลองการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ผลการประหยัดพลังงานชั่วโมงการใช้งาน 17 ชั่วโมง/วัน 251 วัน/ปี พลังงานไฟฟ้าที ประหยัดได้ 4,907 kWh/year ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.95 Baht/kWh จำนวนเงินทีประหยัดได้ 14,475 Baht/year การลงทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้ง (VSD) Inverter ประมาณ 15,000 บาท ระยะเวลาคืน 0.71 ปี

4. สรุปผลการเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

4.1 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM ซึ่งผลที่จะได้จากการดำเนินงานโดยหาค่าทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม ใช้ทีเทส (t–test) เพื่อทดสอบสมมติฐานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.2 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 ซึ่งผลที่จะได้จากการดำเนินงานโดยหาค่าทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม ใช้ทีเทส (t–test) เพื่อทดสอบสมมติฐานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 ซึ่งผลที่จะได้จากการดำเนินงานโดยหาค่าทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม ใช้ทีเทส (t–test) เพื่อทดสอบสมมติฐานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้บริหารนำผลการวิจัยไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าตามความเหมาะสม

2. ผู้บริหารระดับสูงควรให้ความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เท่ากับงานของการผลิต เพราะการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เป็นการลดต้นทุนการผลิต

3. ควรมีการจัดอบรมเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในระดับผู้ปฏิบัติงานให้ทราบถึงแนวทางวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานจะได้มีความเข้าใจในเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น

4. ควรมีการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน เช่นการรณรงค์ให้มีกิจกรรมเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อกระตุ้นให้เห็นความสำคัญและประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินการดังกล่าว

5. ควรมีโครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องการไม่ทำตามแผนหรือล่าช้าอาจส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อการดำเนินงานลดต้นทุนการผลิต

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าควรจะมีการดำเนินการต่อไปดังต่อไปนี้

1. ควรมีการทดลองรูปแบบของแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าชนิดอื่นๆ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงอันจะส่งผลในการลดต้นทุนการผลิตสินค้า

2. ควรมีการศึกษาหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในส่วนต่างๆ เพิ่มขึ้นเช่นด้านพลังงานความที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ในการผลิตพลัง

3. ควรมีการศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองในการลดต้นทุนการซื้อไฟฟ้าที่ใช้เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนสูงซึ่งสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนร่วม

4. ควรมีการศึกษาหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานประเภทอื่นๆ เนื่องจากในโรงงานมีการใช้พลังงานหลายประเภทเพราะฉะนั้นควรมีการศึกษาหาแนวทางในการประหยัดพลังงานให้ครอบคลุมพลังงานทุกชนิด

5. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการศึกษาหาแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้ากับบริษัทอื่นที่เป็นอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน

บรรณานุกรม

สุธน พิทักษ์. (2550). **การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมกรณีศึกษา บริษัทอีพีอีแพคเกจจิ้ง (ประเทศไทย) จำกัด**. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. น. 4-6

อมรรัตน์ แก้วประดับ. (2546). **การวิเคราะห์ประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทโลหะ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานคณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 2

พศวีร์ ศรีโหมด. (2554). **การศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอาคารเรียนมหาวิทยาลัยศรีปทุม**. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีปทุม. น. 4

ศิริศักดิ์ กิตติสารกุล. (2528). **การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานผลิตอะไหล่รถยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.คณะพลังงานและวัสดุ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 7-86.

จุติพรรษ์ อนิวรรตกูล. (2539**). ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในอุตสาหกรรมอาหาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะพลังงานและวัสดุ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 1-3.

สุดสาคร นุ้ยดี. (2538). **การศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานและลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานปลาทูน่ากระป๋อง.** สายวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานคณะพลังงานและวัสดุสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 13

ชัชชัย จันทะสีลา. (2549). **การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับสถานพยาบาล กรณีศึกษาอาคารสิริธรโรงพยาบาลขอนแก่น**.วิทยานิพนธ์ปริญญาคุรุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า). บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 24

วิษณุ ปั้นพันธุ์. (2543). **การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานรีดเหล็กเส้น.**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะพลังงานและวัสดุ.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 16-28.

ทศพร ปรีดาพันธุ์. (2538). **การประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมปลาป่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะพลังงานและวัสดุ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 12-20.

บรรณานุกรม (ต่อ)

เกษมสุข เอื้อบุณยะนันท์. (2544). **การประหยัดพลังงานในโรงงานผลิตยาแผนโบราณ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 13-16.

ธนะ ปรีชาหาญ. (2536). **การประหยัดพลังงานในโรงงานผลิตสายไฟฟ้า.** สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานคณะพลังงานและวัสดุ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น. 14

พีรพงษ์ แก้ววิมลรัตน์. (2553). **การพัฒนาแบบจำลองดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่าในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์**. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยพลังงานปีที่ 7. น. 2

อุมาพร อนุรักษ์ปรีดา, สุวรรณา ภูพิมาย. (2542).**วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อเสนอแนวทางอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัวอย่าง**. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. น. 13

วิวัตน์ ตัณฑพานิชกุล และคณะ. (2523). **เทคนิคการประประหยัดพลังงาน.** กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). น. 9

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2531). **วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. สำนักทดสอบทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญผล. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. น. 173

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2543). **รูปแบบการประหยัดพลังงาน.** กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. น. 35

www.eppo.go.th 20 มิถุนายน (2548)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2543). **รายงานการตรวจวิเคราะห์ประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 20 แห่ง**. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. น. 19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2531). **การศึกษาการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรม.**ศูนย์วิจัยและอบรมพลังงาน. น. 222-298.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการศึกษาปริมาณการผลิต

ผลการศึกษาปริมาณการผลิต

1. ปริมาณการผลิตในรอบปี 2559 ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM

ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมในสายการผลิตรอบปี 2559 ของผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM เป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนสำคัญที่จะใช้ประกอบชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝนมีลักษณะเป็นแกนเหล็กวัตถุดิบที่ใช้คือเหล็ก, ทองแดง จากตารางข้อมูลจะแสดงถึงเดือนที่ผลิต ชั่วโมงการทำงาน ปริมาณผลผลิตต่อหน่วย และกำลังการผลิตติดตั้ง

เดือนที่ผลิต	ชั่วโมงทำงาน	ปริมาณผลผลิตต่อหน่วย (ชิ้น)	กำลังผลิตติดตั้ง
ม.ค.	440	61,114	100,000
ก.พ.	340	46,404	100,000
มี.ค.	264	38,011	100,000
เม.ย.	171	25,725	100,000
พ.ค.	266	37,326	100,000
มิ.ย.	440	65,461	100,000
ก.ค.	399	60,340	100,000
ส.ค.	400	59,411	100,000
ก.ย.	440	63,663	100,000
ต.ค.	462	66,984	100,000
พ.ย.	420	61,388	100,000
ธ.ค.	440	64,314	100,000
รวม	4482	650,141	1,200,000

2. ปริมาณสายการผลิตในรอบปี 2559 ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21

ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมในสายการผลิตรอบปี 2559 ของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 เป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนสำคัญของรถยนต์ ในการขับเคลื่อนใบพัดปัดน้ำฝนหน้ารถยนต์วัตถุดิบที่ใช้คือ อลูมิเนียม, เหล็ก, ลวดทองแดง, ยาง จากตารางข้อมูลจะแสดงถึง เดือนที่ผลิต ชั่วโมงการทำงาน ปริมาณผลผลิตต่อหน่วย และกำลังการผลิตติดตั้ง

เดือนที่ผลิต	ชั่วโมงทำงาน	ปริมาณผลผลิตต่อหน่วย (ชิ้น)	กำลังผลิตติดตั้ง
ม.ค.	420	18,172	50,000
ก.พ.	408	16,702	50,000
มี.ค.	308	12,702	50,000
เม.ย.	380	14,654	50,000
พ.ค.	399	15,420	50,000
มิ.ย.	484	19,070	50,000
ก.ค.	378	14,540	50,000
ส.ค.	400	16,547	50,000
ก.ย.	352	14,351	50,000
ต.ค.	420	18,422	50,000
พ.ย.	294	12,577	50,000
ธ.ค.	220	9,025	50,000
รวม	4463	182,182	600,000

3. ปริมาณสายการผลิตในรอบปี 2559 ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72

ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมในสายการผลิตรอบปี 2559 ของผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 เป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนสำคัญของรถยนต์ ในการขับเคลื่อนใบพัดปัดน้ำฝนหน้ารถยนต์จะมีลักษณะรูปร่างเล็กว่าผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 วัตถุดิบที่ใช้คือ อลูมิเนียม, เหล็ก, ลวดทองแดง, ยาง จากตารางข้อมูลจะแสดงถึงเดือนที่ผลิต ชั่วโมงการทำงาน ปริมาณผลผลิตต่อหน่วย และกำลังการผลิตติดตั้ง

เดือนที่ผลิต	ชั่วโมงทำงาน	ปริมาณผลผลิตต่อหน่วย (ชิ้น)	กำลังผลิตติดตั้ง
ม.ค.	400	32,364	60,000
ก.พ.	242	21,740	60,000
มี.ค.	264	22,184	60,000
เม.ย.	304	25,758	60,000
พ.ค.	304	24,569	60,000
มิ.ย.	308	25,767	60,000
ก.ค.	294	23,156	60,000
ส.ค.	360	28,185	60,000
ก.ย.	396	32,838	60,000
ต.ค.	420	34,804	60,000
พ.ย.	420	37,963	60,000
ธ.ค.	440	40,210	60,000
รวม	4252	349,538	720,000

4. สรุปปริมาณในสายการผลิตในรอบปี 2559

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณในสายการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ 4 ล้อ แบบเลือกเฉพาะเจาะจงซึ่งมีทั้งหมด 3 ผลิตภัณฑ์ ในแต่ละเดือนในรอบปี 2559 แบ่งออกเป็นสัดส่วนในแต่ละกระบวนการผลิตมีอัตรากำลังการผลิตรวมทั้งหมด และผลผลิตจริงรวมทั้งหมด ดังตารางที่ 4

ลำดับที่	ชื่อผลิตภัณฑ์	กำลังการผลิต (ชิ้น/ปี)	เฉลี่ย	ร้อยละ	ผลผลิตจริง (ชิ้น/ปี)	เฉลี่ย	ร้อยละ
1	Armature WM	1,200,000	100,000	48	650,141	54,178	55
2	Wiper Motor 21	600,000	50,000	24	182,182	15,181	15
3	Wiper Motor 72	720,000	60,000	28	349,538	29,128	30
รวม		2,520,000	210,000	100	1,181,861	98,487	100

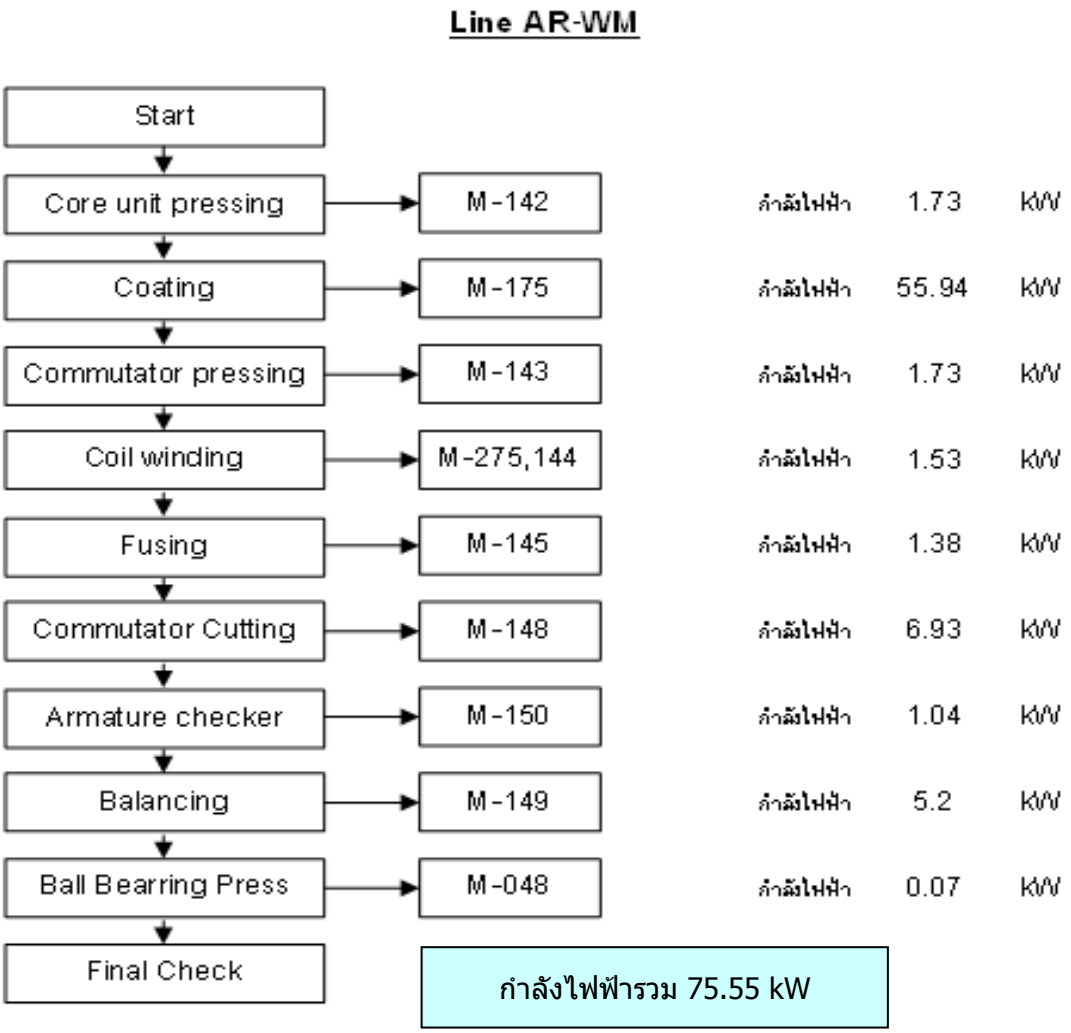
ปริมาณในสายการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์ในปี 2559 โดยการเปรียบเทียบกำลังการผลิตและผลผลิตจริงจากข้อมูลพบว่าผลิตภัณฑ์ชุดขดลวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM มีหน่วยกำลังการผลิตสูงที่สุด 1,200,000 ชิ้น/ปี เฉลี่ยอยู่ที่ 100,000 ร้อยละ 48 และผลผลิตจริง 650,141 ชิ้น/ปี เฉลี่ยอยู่ที่ 54,178 ร้อยละ 55 หน่วยกำลังการผลิตลองลงมาคือผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72 มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 720,000 ชิ้น/ปี เฉลี่ยอยู่ที่ 60,000 ร้อยละ 28 และผลผลิตจริง 349,538 ชิ้น/ปี เฉลี่ยอยู่ที่ 29,128 ร้อยละ 30 และหน่วยกำลังการผลิตต่ำสุดคือผลิตภัณฑ์ชุดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 21 มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 600,000 ชิ้น/ปี เฉลี่ยอยู่ที่ 50,000 ร้อยละ 24 ผลผลิตจริง 182,182 ชิ้น/ปี เฉลี่ยอยู่ที่ 15,181 ร้อยละ 15

ภาคผนวก ข

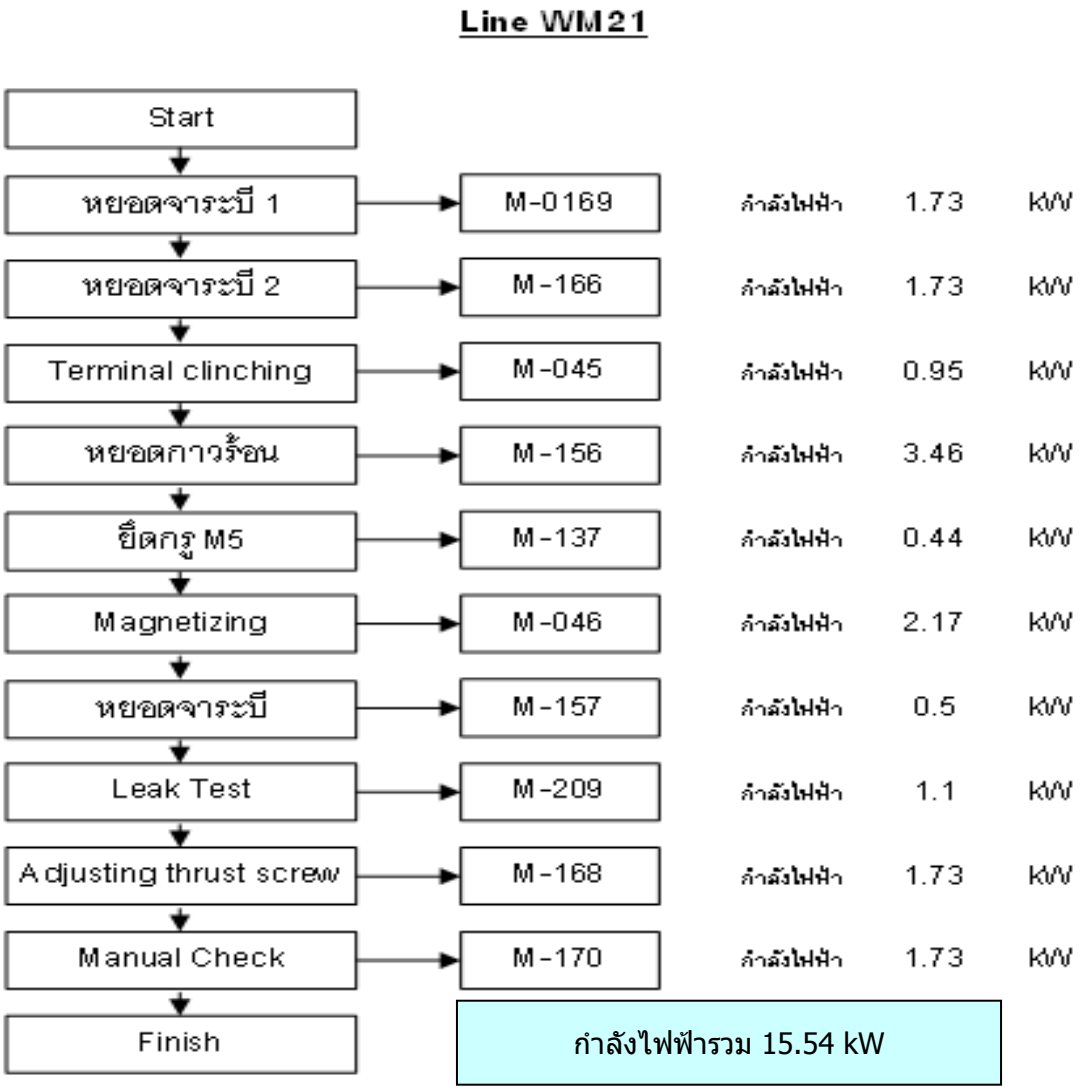
ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

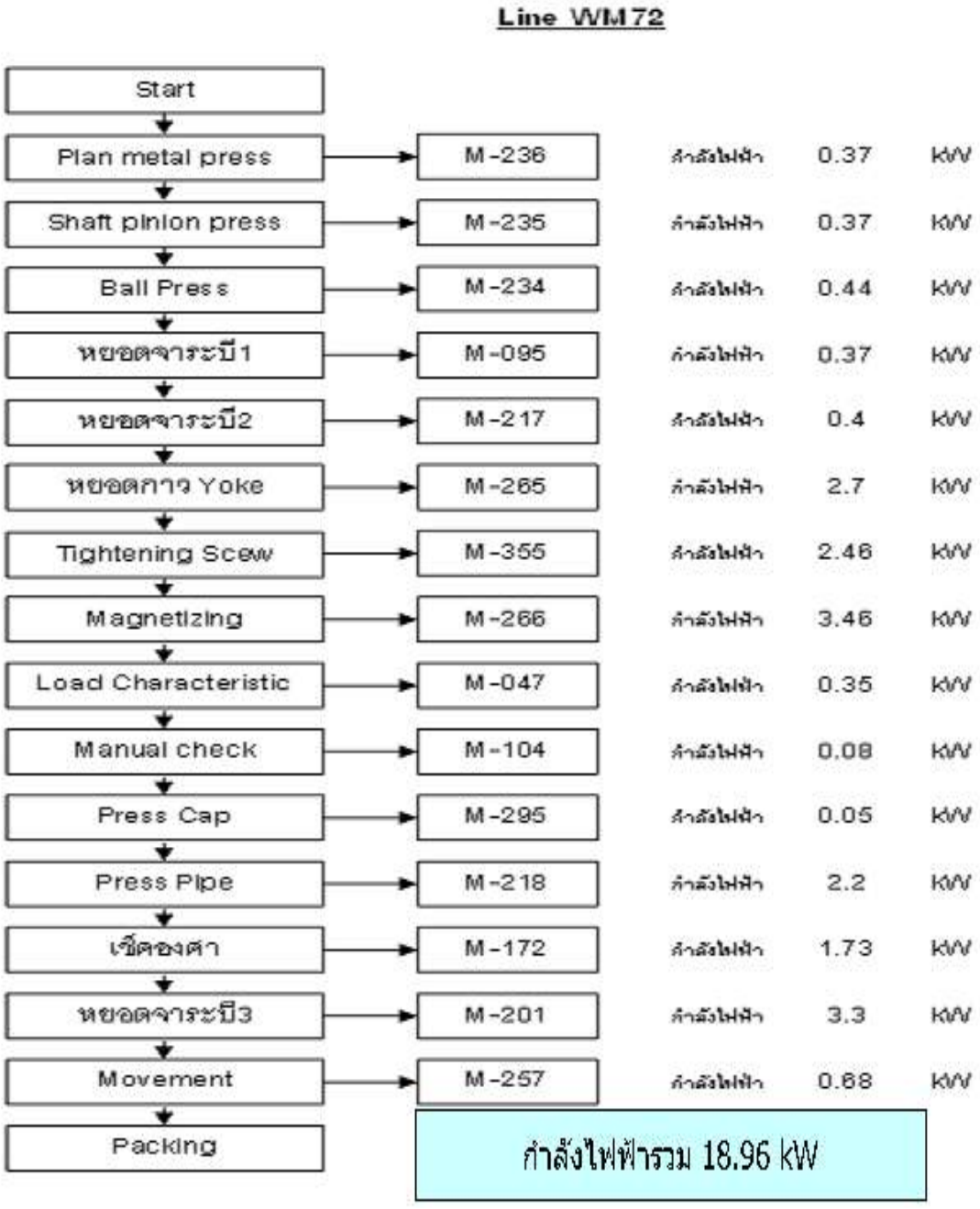
1. ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตขดขวดมอเตอร์ปัดน้ำฝน Armature WM



2. ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor21



3. ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตมอเตอร์ปัดน้ำฝน Wiper Motor 72



อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าไฟฟ้าไฟฟ้า

อัตราการใช้ไฟฟ้า 4.2.2 **หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า** 893-002600 **หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า** 23059761

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซนต์)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่าย (บาท)			
ม.ค.	890	834	864	118,308	416,860	776,347	1,370,335	62.95	3.29
ก.พ.	922	860	776	122,561	428,780	808,200	1,420,774	69.20	3.31
มี.ค.	896	872	920	119,105	497,700	937,254	1,623,414	74.66	3.26
เม.ย.	922	892	908	122,561	414,560	750,511	1,344,964	62.45	3.24
พ.ค.	940	916	888	124,954	493,440	881,297	1,565,579	70.56	3.17
มิ.ย.	964	906	842	128,145	478,240	903,725	1,577,938	68.90	3.30
ก.ค.	924	894	842	122,827	486,600	878,320	1,553,345	70.78	3.19
ส.ค.	902	886	854	119,903	448,860	831,853	1,463,122	66.89	3.26
ก.ย.	886	874	834	117,776	439,200	831,381	1,450,775	68.85	3.30
ต.ค.	890	860	830	118,308	456,040	836,799	1,473,818	68.87	3.23
พ.ย.	886	842	822	117,776	426,800	805,270	1,410,557	66.90	3.30
ธ.ค.	882	860	854	117,244	431,500	792,766	1,401,263	65.76	3.25
รวม				1,449,468.72	5,418,580.00	10,033,722.92	17,655,883.23	-	-
เฉลี่ย				120,789.06	451,548.33	836,143.58	1,471,323.60	68.06	3.26

หมายเหตุ: กรณีอัตรา ปกติ ให้กรอกค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (On Peak) ในช่อง P

กรณีอัตรา TOD: P หมายถึง On Peak / PP หมายถึง Partial Peak / OP หมายถึง Off Peak

กรณีอัตรา TOU: P หมายถึง Peak / OP1 หมายถึง Off Peak1 / OP2 หมายถึง Off Peak2

ภาคผนวก ค
แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

คณะกรรมการในการทำงานของกิจกรรม สนทนากลุ่ม (Focus Group)

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน้าที่ในกลุ่ม	ตำแหน่งงาน	การศึกษา
1	นาย ศรีรุ้ง แซ่เจ๋ง	หัวหน้ากลุ่ม	Supervisor	ป. ตรี
2	นาย นฤสิทธ์ ควรนฤพันธ์	รองหัวหน้า	Technician	ปวส.
3	นาย ชัยชาญ แก้วเปี้ย	กรรมการ	Technician	ปวส.
4	นาย สถาพร โทนลักษณ์	กรรมการ	Technician	ปวส.
5	นาย ธีรศักดิ์ ลีคะ	กรรมการ	Technician	ปวส.
6	นาย อานนท์ นักเคน	กรรมการ	Technician	ปวส.
7	นาย ผดุงศักดิ์ กังวลงาน	กรรมการ	Technician	ปวส.

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ผลการประชุมจากหน่วยงานในกิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus Group) จากการหาแนวทางที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าและหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ 2 แนวทาง

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน

รูปแบบการประหยัดพลังงาน	ผลการอนุมัติแผน	หมายเหตุ
1. หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ขนาด 630 kVA ออกแบบระบบไฟฟ้าแรงดันสูงเกินความต้องการใช้งานทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโดยไม่จำเป็น	ดำเนินการได้ตามความเหมาะสม	ต้องรอแผนซ่อมบำรุงประจำเดือนเนื่องจากต้องผลิตอย่างต่อเนื่อง
2. หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ขนาด 500 kVA ออกแบบระบบไฟฟ้าแรงดันสูงเกินความต้องการใช้งานทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโดยไม่จำเป็น	ดำเนินการได้ตามความเหมาะสม	ต้องรอแผนซ่อมบำรุงประจำเดือนเนื่องจากต้องผลิตอย่างต่อเนื่อง
3. การปรับตั้งค่าแรงดันของปั๊มลมในระบบอัดอากาศ Air Compressors ที่ใช้ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์	ดำเนินการได้ตามความเหมาะสม	ต้องรอแผนซ่อมบำรุงประจำเดือนเนื่องจากต้องผลิตอย่างต่อเนื่อง
4. ตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ (Machine)	ดำเนินการได้ตามความเหมาะสม	ต้องรอแผนซ่อมบำรุงประจำเดือนเพื่อให้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตสามารถเดินเครื่องอย่างเต็มประสิทธิภาพ

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ไม่มีการลงทุน

รูปแบบการประหยัดพลังงาน	ผลการอนุมัติแผน	หมายเหตุ
1. ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ปัดน้ำฝนรถยนต์ทั้ง 3 ชนิด จำเป็นต้องใช้สายพานลำเลียง เพื่อลำเลียงผลิตภัณฑ์	ดำเนินการได้ตามความเหมาะสม	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้ง VSD Inverter อยู่ที่ประมาณ 15,000 บาท

ภาคผนวก ง
เครื่องที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การใช้เครื่องมือวัด

Power Meter

ใช้วัดค่ารวมระหว่าง แรงดันไฟฟ้า โวล์ (Volt) และกระแสไฟฟ้า แอมป์ (Amp) รวมกัน ค่าที่ได้ออกมาเป็น Kilowatts Hour (Kwh)

Amp Meter

ใช้วัดโหลดกระแสไฟฟ้า แอมป์ (Amp)

Multi Meter

ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า โวล์ (Volt)

Tacho Meter

ใช้วัดความเร็วรอบ มีหน่วยเป็น (RPM) Revolutions Per Minute รอบต่อวินาที

Pressure Gauge Meter

ใช้วัดแรงดันลม มีหน่วยเป็น บาร์ (Bar)

\

เครื่องมือในการเก็บบันทึกข้อมูล

ตารางในการข้อมูลการผลิตของผลิตภัณฑ์

เดือนที่ผลิต	ชั่วโมงทำงาน	ปริมาณผลผลิตต่อหน่วย (ชิ้น)	กำลังผลิตติดตั้ง

ตารางข้อมูลกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์

กระบวนการผลิต	เครื่องจักร	กำลังไฟฟ้า (kW)

ตารางปริมาณค่าดัชนีพลังงานจำเพาะของชุดผลิตภัณฑ์

เดือน	ปริมาณ ผลผลิต (ชิ้น)	ปริมาณพลังงานที่ใช้		ค่าดัชนีพลังงาน จำเพาะ(SEC) (เมกะจูล/ชิ้น)
		ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ความร้อน (เมกะจูล)	

ภาคผนวก จ

นำเสนอผลงานวิจัย

หนังสือตอบรับการลงบทความวิจัย

ที่ ศธ ๐๕๕๖.๐๖ /๒๐๑

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
อ.จอมบึง จ.ราชบุรี ๗๐๑๕๐

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาบทความวิจัยเพื่อนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ

เรียน คุณส่งสุข ศรีน้อยขาว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินผลการพิจารณาคุณภาพบทความวิจัย

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่องแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เพื่อนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ ๗ "**วิจัยบูรณาการศาสตร์ พัฒนาชาติก้าวไกล สังคมไทยยั่งยืน**"ในวันศุกร์ที่ ๑ มีนาคม ๒๕๖๒ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง นั้น

บัดนี้คณะกรรมการคัดกรองบทความวิจัยได้พิจารณาบทความของท่านแล้ว ขอแจ้งให้ทราบว่าผลงานของท่าน **ผ่านการคัดเลือกให้นำเสนอผลงานภาคบรรยาย** ในการนี้ขอให้ท่านดำเนินการ ดังนี้

๑. ปรับแก้บทความตามข้อเสนอแนะ ถ้าประเด็นใดไม่สามารถแก้ไขได้ให้ชี้แจงเหตุผลและจัดพิมพ์บทความให้ถูกต้องตามแบบฟอร์มที่กำหนด โดยดาวน์โหลด Template แบบฟอร์มได้จากเว็บไซต์ http://irdmcru.mcru.ac.th

๒. ชำระค่าลงทะเบียน จำนวน ๓,๐๐๐ บาท โดยฝากเข้าบัญชีออมทรัพย์เลขที่ ๗๔๔-๐-๒๐๑๙๓-๐ ชื่อบัญชี สถาบันวิจัยและพัฒนา ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) สาขาจอมบึง **ภายในวันศุกร์ที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒** พร้อมส่งหลักฐานการโอนเงินมาที่อีเมล์: researchmcru@gmail.com หรือโทรสารหมายเลข ๐๓๒ – ๗๒๐๕๔๘ และนำหลักฐานการชำระเงินตัวจริงมารับใบเสร็จรับเงิน ณ จุดลงทะเบียนในวันนำเสนอผลงาน

๓. เตรียมนำเสนอบทความด้วยวาจา (oral presentation) ไม่เกิน ๑๕ นาที และตอบคำถาม ๕ นาที โดยจัดทำเป็นไฟล์ Power Point ๒๐๐๗ ขึ้นไป และนำมาในวันศุกร์ที่ ๑ มีนาคม ๒๕๖๒

ทั้งนี้ขอความกรุณาส่งบทความวิจัยฉบับแก้ไขผ่านระบบออนไลน์ http://ejs.bsru.ac.th/researchmcru/ **ภายในวันพุธที่ ๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒** หากไม่ได้รับบทความฉบับแก้ไขในเวลาที่กำหนดและไม่เป็นไปตามแบบฟอร์มที่แจ้ง สถาบันวิจัยและพัฒนาจะไม่ตีพิมพ์บทความวิจัยฉบับเต็มในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ (proceeding)

จึงเรียนมาเพื่อทราบ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ที่สนใจเข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยกับทางมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชฎาพร โพคัยสวรรค์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สถาบันวิจัยและพัฒนา
โทรศัพท์ ๐๓๒ – ๗๒๐๕๓๖-๕๔๓ ต่อ ๑๐๗๔-๑๐๘๔
โทรสาร ๐๓๒ – ๗๒๐๕๔๘
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ researchmcru@gmail.com

บทความที่ได้รับการเผยแผ่และตีพิมพ์

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายส่งสุข ศรีน้อยขาว
วัน เดือน ปีเกิด	13 กรกฎาคม 2516
ภูมิลำเนา	จังหวัด ขอนแก่น
สถานที่ปัจจุบัน	38/11 หมู่ 5 ต. ทุ่งสุขลา อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี 20230

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนหนองสองห้องวิทยา พ.ศ. 2535
ระดับอนุปริญญา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงวิทยาลัยขอนแก่นบริหารธุรกิจและธุรกิจอาชีวะ พ.ศ. 2539
ระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี (การผลิต) มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา พ.ศ. 2557
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา พ.ศ. 2561